FARKLI VOLKANİK PATLAMALAR SONUCU FRAGMANTE OLAN KÜLLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF ASHES FRAGMENTED BY DIFFERENT VOLCANIC ERUPTIONS

RENGİN ÖZSOY

PROF. DR ERKAN AYDAR

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2021

ÖZET

FARKLI VOLKANİK PATLAMALAR SONUCU FRAGMANTE OLAN KÜLLERİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Rengin ÖZSOY

Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erkan AYDAR

Eylül 2021, 321 sayfa

Volkanik küller, magmatik ve hidromagmatik patlamalar ile meydana gelmektedir. Volkanik küllerin oluşumu ve fragmantasyon (parçalanma) mekanizması; magmanın kimyası ve fiziksel özellikleri, patlama esnasında suyun varlığı gibi birçok etkene bağlıdır. Bu nedenle patlamanın dinamiğine ve fragmantasyon mekanizmasına bağlı olarak farklı morfolojik ve kimyasal özelliklere sahip volkanik küller meydana gelmektedir. Bu çalışmada volkanik küllerin tane boyu dağılımları ve istatistiksel parametreleri, kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenerek patlama dinamikleri belirlenmiştir. Bazaltik ve asidik freatomagmatik patlamaya, blok-ve-kül akıntısının matriksine, çığ akıntısı ve laharın matriksine, Pliniyen geri düşme çökellerine ve Stromboliyen tip patlamaya, blast çökellerine ve pekişmemiş ignimbirit hamuruna ait örnekler kimyasal ve morfolojik olarak incelenmiştir. Örneklerin tane boyu dağılımları ve ilişkili istatistiksel parametreleri tanımlanmıştır. Volkanik camlardan alınan kimyasal analizlerde majör oksit değerleri yardımıyla volkanik camın kimyasal bileşimi belirlenmiştir. Bunun akabinde her bir volkanik kül tanesine iki boyutlu ve üç boyutlu morfolojik analizler uygulanmıştır. Özellikle magmatik patlama kökenli örnekler (geri düşme çökelleri, ignimbirit) genellikle yüksek pürüzlülük (Ra), yüzey alanı (SA) ve fraktal

boyut (DSA) değerleri ile diğer örneklerden belirgin olarak ayrılmaktadır. Bununla beraber bu örneklerin iki boyutlu morfolojik analizlerinde sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri düşük değerler alırken, dikdörtgensellik parametresi ve dairesellik parametresinin çarpımı yüksek değerler almaktadır. Freatomagmatik patlamalarla oluşan taban yayılımlarının (surge) ve blok-ve-kül akıntısı örneklerinin benzer morfolojik parametrelere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Taban yayılımı ürünlerinin iki boyutlu morfolojik analizlerinde sağlamlık ve biçim katsayısı değerlerinin yüksek; üç boyutlu morfolojik analizlerinde ise fraktal boyut, pürüzlülük ve yüzey alanı ile ilişkili parametrelerin düşük olduğu belirlenmiştir. Çığ akıntısı ve lahar örneklerinin farklı morfolojik özelliklere sahip volkanik külleri barındırdığı gözlemlenmiştir. Çığ akıntısı örneklerinin içinde blast çökelleri gözlemlenmiştir. Tüm gözlemler dikkate alındığında volkanik kül partikülleri, bünyesinde kendilerini oluşturan patlamanın dinamiğine ait ipuçları bulunduran çeşitli kimyasal ve morfolojik özellikler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Volkanik kül, Morfolojik özellikler, Kimyasal özellikler, Patlama dinamiği, Fragmantasyon mekanizması

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF ASHES FRAGMENTED BY DIFFERENT VOLCANIC ERUPTIONS

Rengin ÖZSOY

Master of Science, Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Erkan AYDAR

September 2021, 321 pages

Volcanic ash is formed by magmatic and hydromagmatic eruptions. The formation and fragmentation mechanism of volcanic ash depends on many factors such as the chemistry and physical properties of magma and the presence of water during the eruption. Therefore, volcanic ash has different morphological and chemical properties which depend on the eruption dynamics and the fragmentation mechanism. In this study, the particle size distribution and statistical parameters, chemical and physical properties of volcanic ash were examined and eruption dynamics were determined. Basaltic and acidic phreatomagmatic eruption, the matrix of block-and-ash flow, the matrix of debris avalanche and lahar, Plinian fall deposits and Strombolian eruption deposits, blast deposits, matrix of indurated ignimbrite samples were investigated chemically and morphologically. The particle size distributions and related statistical parameters of the samples were calculated. The chemical composition of the volcanic glass was determined with the help of the major oxide values in the chemical analysis from the volcanic glasses. Subsequently, two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) morphological analysis were carried out on each volcanic ash particle. Particularly, samples of magmatic eruption (fall deposits,

ignimbrite) are generally distinguished from other samples by their high roughness (Ra), surface area (SA) and fractal dimension (DSA) values. Moreover, two-dimensional parameters which are solidity and form factor values are low, while the product of the rectangularity parameter and the circularity parameter gets high values. Surges formed by phreatomagmatic eruptions and block-and-ash flow samples have been observed to have similar morphological parameter values. High solidity and form factor values of surge deposits in 2D morphological analysis; low fractal dimension, roughness and surface area related parameters values of surge deposits in 3D morphological analysis has been calculated. Debris avalanches and lahar samples were observed to contain volcanic ash with different morphological characteristics. Blast deposits has been determined in debris avalanches. Considering all the observations, volcanic ash particles can present various chemical and morphological properties that contain clues to the eruption dynamics that formed them.

Keywords: Volcanic ash, Morphological properties, Chemical properties, Eruption dynamics, Fragmentation mechanism

TEŞEKKÜR

Lisans ve Lisansüstü eğitimim boyunca bana destek olan, yardımlarını esirgemeyen, tüm bilgileri ve deneyimleri ile bana yol gösteren, kendimi geliştirmem için her zaman olanak sağlayan, sabırla bıkmadan benimle her zaman ilgilenen, bilimsel alandaki başarıları ile bana her zaman örnek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Erkan Aydar'a,

Tezimin her aşamasında benimle ilgilenen, bana yol gösteren ve hep destek olan Sayın Doç. Dr. Orkun Ersoy'a;

Lisans ve Lisansüstü eğitimim boyunca bana hep yardımcı olan, bilimsel alanda kendimi geliştirmem için destek olan, benden tecrübelerini esirgemeyen ve bana yol gösteren Sayın Doç. Dr. H. Evren Çubukçu 'ya, Sayın Dr. Öğretim üyesi İnan Ulusoy'a ve Sayın Araştırma görevlisi Efe Akkaş'a;

Hayatım boyunca bana hep destek olan, tavsiye ve deneyimleri ile bana yol gösteren, her yardıma ihtiyacım olduğunda yanımda olan, bilimsel alanda kendimi geliştirmem için beni hep destekleyen halam Sayın Prof. Dr. Nesrin Özsoy Erdaş'a, teyzem Sayın Prof. Dr. F. Filiz Çolakoğlu'na ve eniştem Sayın E. Gündüz Erdaş'a,

Benim akıl hocalarım, aldığım her kararın arkasında duran ve beni hep destekleyen, beni her zaman kendi hayatlarında ön plana koyan, kendimi geliştirmem için olanak sağlayan, benim bu hayattaki en büyük şansım olan annem Hamide Özsoy ve babam Cemil Özsoy'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT iii

TEŞEKKÜR v

İÇİNDEKİLER vi

ÇİZELGELER x

ŞEKİLLER xiv

SİMGELER VE KISALTMALAR xli

1. GİRİŞ 1

1.1. Volkanik Kül Oluşumunda Etkili Mekanizmalar 2

1.1.1. Magmatik Patlamalar ve Fragmantasyon Süreçleri 4

1.1.2. Hidrovolkanik Patlamalar ve Fragmantasyon Süreçleri 7

1.2. Önceki Çalışmalar 10

2. YÖNTEMLER 16

2.1. Saha Çalışmaları 16

2.2. Laboratuvar Çalışmaları 16

2.2.1. Tane Boyu Dağılımı ve İstatiksel Analiz Yöntemleri 17

2.2.1.1. Gradistat 17

2.2.1.2. Ardışıklı Parçalanma/Taşınma (SFT (Sequential Fragmentation Transport) 19

2.2.2. Morfolojik Analizler ve Kimyasal Analizler 21

2.2.2.1. Örnek Hazırlama 21

2.2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) 21

2.2.2.3. İki Boyutlu Morfolojik Analizler 23

2.2.2.4. Üç boyutlu (3B) Morfolojik Analizler 24

3. FREATOMAGMATİK PATLAMALAR 25

3.1. Bazik Freatomagmatik Patlamalar 25

3.1.1. Genel Tanımlamalar 29

3.1.2. Tane Boyu Dağılımı ve İstatiksel Parametreler 39

3.1.2.1. Gradistat Analizleri 39
3.1.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT).....45
3.1.3. Mineral ve Cam Kimyasal Analizleri 49
3.1.4. Morfolojik Analizler 51
3.1.4.1. İki Boyutlu Analizler 51
3.1.4.2. Üç Boyutlu Analizler 69
3.2. Asidik Freatomagmatik Piroklastlar 85
3.2.1. Göllüdağ.....85
3.2.1.1. Tane Boyu Dağılımı ve İstatistiksel Parametreler 86
3.2.1.1.1. Gradistat Analizleri 87
3.2.1.1.2. Ardışıklı Parçalanma/Taşınma 89
3.2.1.2. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 91
3.2.1.3. İki Boyutlu Analiz Sonuçları 92
3.2.1.4. Üç Boyutlu Analiz Sonuçları 97
4.BLOK-VE-KÜL AKINTISI.....99
4.1. Tane Boyutu Dağılımı ve İstatistiksel Parametreler 104
4.1.1. Gradistat 104
4.1.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT) 107
4.2. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 109
4.3. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 110
4.4. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 118
5. VOLKANİK ÇIĞ AKINTI ÜRÜNLERİ 125
5.1. Çığ Akıntısı Oluşum Mekanizması.....125
5.2. Blast Çökelleri.....126
5.2.1. 1980 St. Helens Yanal (Lateral) Patlama Mekanizması ve Blast Çökelleri 127
5.3. Genel Tanımlamalar 132
5.4. Tane Boyu Dağılımları ve İstatiksel Parametreler.....136
5.4.1. Gradistat 137
5.4.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT) 140
5.5. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 145
5.6. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 146

5.7. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 164
6. İGNİMBİRİT 182
6.1. Genel Tanımlamalar 184
6.2. Tane Boyu Dağılımları ve İlişkili İstatistiksel Parametreler 186
6.2.1. Gradistat 186
6.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT) 189
6.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 191
6.4. İki Boyutlu Morfolojik Analizler 192
6.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler 197
7. PLİNİYEN PATLAMASI 203
7.1. Genel Tanımlamalar 206
7.2. Tane Boyu Dağılımları ve İlişkili İstatistiksel Parametreler 208
7.2.1. Gradistat 208
7.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT) 211
7.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 214
7.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 215
7.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler 223
8. STROMBOLİYEN PATLAMASI 232
8.1. Genel Tanımlamalar 233
8.2. Tane Boyu Analizleri ve İlgili İstatistiksel Parametreler 237
8.2.1. Gradistat 237
8.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT) 240
8.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 243
8.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 244
8.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 254
9. LAHAR 266
9.1. Genel Tanımlamalar 268
9.2. Tane Boyu Dağılımları ve İstatistiksel Parametreler 269
9.2.1. Gradistat 269
9.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/Taşınma (SFT) 271

9.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 273
9.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları 274
10. TARTIŞMA VE YORUM 276
10.1. Genel Değerlendirme 276
10.2. Tane Boyu İstatistiksel Parametreleri 280
10.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri 284
10. 4. Morfolojik Özellikleri 286
10.4.1. İki Boyutlu Morfolojik Analizler 286
10.4.2. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler 289
11. SONUÇLAR 297
12. KAYNAKLAR 300
EKLER 314
EK-1 Volkanik cam kimyasal analiz sonuçları (%) 314
EK-2- Meke gölü ve Acıgöl, Karapınar plajiyoklaz minerallerine ait analiz sonuçları (%) 319
EK-3-Elek analizi sonuçları (g) 320

ÇİZELGELER

Çizelge 3. 1. C-20-17,C-20-18,C20-19 örneklerine ait gradistat program çıktıları 42
Çizelge 3. 2. C20-20, C20-21, C20-22 örneklerine ait gradistat çıktıları 43
Çizelge 3. 3. C20-23, C20-24, C20-25, C20-26 örneklerine ait gradistat çıktıları 44
Çizelge 3. 4. C-20-17, C-20-18 ,C-20-19 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 52
Çizelge 3. 5. C-20-20, C-20-21, C-20-22 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 54
Çizelge 3. 6. C-20-23, C-20-24,C-20-25 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 56
Çizelge 3. 7. C-20-26 örneğine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 56
Çizelge 3. 8. C-20-17, C-20-18 ,C-20-19, C-20-20, C-20-21 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 59
Çizelge 3. 9. C-20-22, C-20-23, C-20-24,C-20-25,C-20-26 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 61
Çizelge 3. 10. C-20-17, C-20-18 ,C-20-19, C-20-20, C-20-21 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 64
Çizelge 3. 11. C-20-22, C-20-23, C-20-24, C-20-25,C-20-26 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 66
Çizelge 3. 12. C-20-17, C-20-18, C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 71
Çizelge 3. 13. C-20-22, C-20-23,C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 73
Çizelge 3. 14. C-20-17, C-20-18,C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 75
Çizelge 3. 15. C-20-22, C-20-23,C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 77
Çizelge 3. 16. C-20-17, C-20-18, C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 81

Çizelge 3. 17. C-20-22, C-20-23, C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 82
Çizelge 3. 18. Göllüdağ örneklerine ait gradistat sonuçları 88
Çizelge 3. 19. Göllüdağ örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçları..... 96
Çizelge 3. 20. Göllüdağ örneklerine ait üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları . 98
Çizelge 4. 1. Gradistat Analiz sonuçları 106
Çizelge 4. 2. 125-250 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 111
Çizelge 4.3. 63-125 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir..... 113
Çizelge 4. 4. 38-63 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir..... 115
Çizelge 4. 5. 125-250 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir..... 119
Çizelge 4. 6. 63-125 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir..... 121
Çizelge 4. 7. 38-63 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 123
Çizelge 5. 1. Çığ akıntısı çökellerinin gradistat sonuçlarını göstermektedir. .. 138
Çizelge 5. 2. Blast çökellerinin gradistat sonuçlarını göstermektedir..... 139
Çizelge 5. 3. 125-250 mikrometre tane boyundaki çığ akıntı örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 148
Çizelge 5. 4. 125-250 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 150
Çizelge 5. 5. 63-125 mikrometre tane boyundaki çığ akıntısı ürünlerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 153
Çizelge 5. 6. 63-125 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 156
Çizelge 5. 7. 38-63 mikrometre tane boyundaki çığ akıntısı ürünlerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 159
Çizelge 5. 8. 38-63 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir..... 163

Çizelge 5. 9. Çığ akıntısı ürünlerinin 125-250 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 166
Çizelge 5. 10. Blast çökellerinin 125-250 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 168
Çizelge 5. 11. 63-125 mikrometre tane boyutunda Çığ akıntısı ürünlerine ait üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 171
Çizelge 5. 12. 63-125 mikrometre tane boyutuna ait blast örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 174
Çizelge 5. 13. 38-63 mikrometre tane boyutunda çığ akıntısı ürünlerinin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir 177
Çizelge 5. 14. 38-63 mikrometre tane boyutunda blast çökellerinin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 179
Çizelge 6. 1. İgnimbirit örneğine ait gradistat analiz sonuçları 188
Çizelge 6. 2. İgnimbirit örneğine ait iki boyutlu analiz sonuçları 196
Çizelge 6. 3. İgnimbirit örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analizlerini göstermektedir. 201
Çizelge 7. 1. Gradistat programında hesaplanan istatistiksel parametreler 210
Çizelge 7. 2. 125-250 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 220
Çizelge 7. 3. 63-125 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 221
Çizelge 7. 4. 38-63 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir. 222
Çizelge 7. 5. 125-250 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir. 225
Çizelge 7. 6. 63-125 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir. 227
Çizelge 7. 7. 38-63 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir. 229
Çizelge 8. 1. Gradistat analizlerinin sonuçları 239
Çizelge 8. 2. 125-250 mikrometre tane boyutuna ait iki boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir 247

Çizelge 8. 3. 63-125 mikrometre tane boyuna sahip örneklerin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 252
Çizelge 8. 4. 38-63 mikrometre tane boyuna sahip örneklerin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir 253
Çizelge 8. 5. 125-250 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 257
Çizelge 8. 6. 63-125 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 261
Çizelge 8. 7. 38-63 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir. 264
Çizelge 9. 1. Gradistat program çıktısı 270
Çizelge 9. 2. Lahar örneklerinin iki boyutlu morfolojik analiz sonuçları 275

ŞEKİLLER

Şekil 1. 1. Magma fragmantasyonunun şematik gösterimi 2
Şekil1. 2. Magmatik patlama türleri..... 3
Şekil 1. 3. (a) Sideromelan tanesi, (b)Takilit volkanik cam (Miyakejima 2000 patlaması, Japonya) (Ersoy, 2007)..... 5
Şekil 1. 4. (a) Pele'nin saçı (Pele's hair) ve (b) Pele'nin gözyaşları (Pele's tears) (Kilauea volkanı), Hawaii. Fotoğraf: Bruce F. Houghton; fotoğraf Gonnerman,2015'ten alınmıştır 6
Şekil 1. 5. Hidrovolkanik patlamaların yeraltındaki mekanizmayı gösteren temsili çizimi. (A) Magmanın suya doygun sedimanlar ile teması, (B) Buhar filmi oluşumu, (C) Magmanın sedimanlar ile etkileşimi, (D) Yüksek basınçlı buharın genişlemesi (Sheridan ve Wohletz, 1983; Wohletz ve Heiken, 1992; Ersoy, 2007) 8
Şekil 1. 6. Hidrovolkanizmadan kaynaklanan piroklast dokularının çizimleri. Bu dokular arasında (A) karakteristik bloksu cam kıymıkları, (B) gözenekli cam kıymıkları, (C) düz cam kıymığı, (D) damla benzeri cam parçası, (E) bloksu, konkoidal kırılma yüzeyler, (F) veziküler cam tabakası ile mükemmel bir kristal (Wohletz ve Heiken, 1992; Ersoy, 2007) 8
Şekil 1. 7. Hidrovolkanik patlama sonucunda oluşan monojenetik volkanların (b-c-d) ve su etkileşimi ile ilişkili olamayan cüruf konisinin (a) şematik çizimleri. (Goldberg, 2018) 9
Şekil 1. 8. (A)Freatomagmatik patlamalara ait M-R diyagramı. D= fraktal boyut değeri. R= korelasyon katsayısı. 1,03 ile 1,07 arasında değişen fraktal boyut değeri D, freatomagmatik parçacıkların çok karmaşık bir şekle sahip olmadığını göstermektedir. (B) Magmatik patlamalara ait M-R diyagramı. Dokusal fraktal DT'yi ve yapısal fraktal DS'yi tanımlayan iki farklı segment gözlemlenmiştir (Dellino ve Liotino, 2002). 12
Şekil 1. 9. Black Point kül partiküllerinin morfolojik analiz sonuçları. Partiküllerin %75'i hidromagmatik parçalanma alanına girer. Parçalanma sınırı Schipper'in (2009) tarafından belirlenen bir denklem ile ayrılır. Sıkılık (compactness) x uzama (elongation)- dairesellik (circularity) x

dikdörtgensellik (rectangularity) grafiğidir. Hidromagmatik alan (Hydro), magmatik alan (Mag.). (Murtagh ve White, 2013). 14
Şekil 2. 1. Gradistat çıktısı (Blott ve Pye, 2001) 18
Şekil 2. 2. Ardışıklı parçalanma şematik gösterimi (Wohletz ve ark., 1989) 19
Şekil 2. 3. SFT analizinde kullanılan dağılım parametresinin değerleri (Wohletz ve ark., 1989) 20
Şekil 2. 4. SEM numune tutucusunun sol görünüm konumu, negatif eğim açısına karşılık gelir. Sağ görünüm, daha yüksek veya pozitif eğim açısıyla ilgilidir (Hein, 2001; Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2010) 22
Şekil 2. 5. Şekil parametreleri ve parametrelerin hesaplanması için gerekli formüller 24
Şekil 3. 1. Meke Gölü ve Acıgöl Google Earth görüntüsü 26
Şekil 3. 2. (a)Meke gölü, (b) Acıgöl arazi fotoğrafları…….26
Şekil 3. 3. Mostra fotoğrafları (a) Meke gölü, (b) Acıgöl 27
Şekil 3. 4. (a)C-20-18 numaralı Meke gölü kül örneğinin, (b) C-20-20 numaralı Meke gölü kül örneğinin, (c) C-20-22 numaralı Meke gölü cüruf geri düşme örneğinin, (d) C-20-26 numaralı Acıgöl örneğinin geri saçılım dedektör görüntüleridir. 27
Şekil 3. 5. Meke gölü kolon kesiti 28
Şekil 3. 6. C-20-17 cüruf seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek sideromelan, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast, (c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli kırılma düzlemleri belirgin piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait gözenekli piroklast,(e-f) 38-63 µm boyutunda yüzeyinde alterasyon bulunan piroklastlar. 29
Şekil 3. 7. C-20-18 ince kül örneğinden farklı tane boylarına ait SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait bloksu tane, (b) 63-125 µm tane boyutuna ait üzeri tozlu piroklast,(c) 38-63 µm tane boyuna ait piroklast, (d) 125-250 µm tane boyutunda üzeri tozlu piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda daha taze temiz yüzeye sahip piroklast,(f) Temsili volkanik agregalar her tane boyunda bulunmaktadır. 30

Şekil 3. 8. C-20-19 geri düşme- taban yayılımı ardalanması içeren örneğe ait farklı tane boylarında SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait bloksu tane, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda Volkanik agregalar?-alterasyon, (f) 38-63 µm tane boyutuna sahip üzerine yapışık halde alterasyon bulunan partikül..... 31
Şekil 3. 9. C-20-20 kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek piroklast, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 125-250 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda daha taze, temiz yüzeye sahip düşük gözenekli piroklast, (f) Sideromelan stromboliyen patlaması ile oluşmuş bir cüruf parçası?..... 32
Şekil 3. 10. C-20-21 kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek, palagonitleşmiş? piroklast, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 125-250 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda altere piroklast, (f) Sideromelan stromboliyen patlaması ile oluşmuş bir cüruf parçası? 33
Şekil 3. 11. C-20-22 cüruf seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek sideromelan, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 tane boyuna ait piroklast,(e-f) 38-63 boyutunda yüzeyinde yapışık toz parçaları olan piroklast. 34
Şekil 3. 12. C-20-23 toprak seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b) 125-250 µmtane boyutuna,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli üzerine yapışık halde alterasyonlar bulunan piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e-f) 38-63 µm boyutunda yüzeyinde yapışık toz parçaları olan piroklastlar. 35
Şekil 3. 13. C-20-24 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekli volkanik cam, (b)

125-250 μm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast,(c-d) 63-125 μm tane boyuna ait yüzeyine yapışık tozlar bulunan piroklast,(e) 38-63 μm boyutunda piroklastlar, (f) 38-63 μm boyutunda cüruf parçası. 36
Şekil 3. 14. C-20-25 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 μm tane boyutuna ait gözenekli volkanik cam, (b) 125-250 μm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip cam,(c) 63-125 μm tane boyuna ait yüzeyine yapışık tozlar bulunan piroklast, (d) 63-125 μm tane boyunda deforme olmuş gözeneklere sahip cam (e) 63-125 μm boyutunda altere piroklast, (f) 38-63 μm boyutunda yüzeyinde yapışık tozlar bulunan piroklast. 37
Şekil 3. 15. C-20-26 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b-c) 125-250 μm tane boyutunda bloksu piroklastlar, yüzeylerinde toz bulunmaktadır (d) 63-125 μm tane boyu aralığında gözenekliliği düşük cam (e) 38-63 μm boyutunda altere piroklastlar, (f) 38-63 μm boyutunda yüzeyinde yapışık tozlar bulunan volkanik cam. 38
Şekil 3. 16. Tane boyu dağılım histogramları (a) Meke gölü, (b) Acıgöl 39
Şekil 3. 17. İkili diyagramlar çarpıklık parametresine karşılık D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir. (a) Grafiksel yöntemle hesaplanan değerler, (b) Moment yöntemiyle hesaplanan değerler 40
Şekil 3. 18. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007)..... 45
Şekil 3. 19. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı..... 46
Şekil 3. 20. Parçalanma faktörü (Fragmentation Factor) (φ/γ)'ne karşılık Tepe değer diyagramı. 47
Şekil 3. 21. Fraksiyon (Fraction)-Tepe değer grafiği. 48
Şekil 3. 22. (a) Meke gölü örneklerine ait alt populasyonların dağılımını, (b) Acıgöl örneğine ait alt popülasyonların dağılımı, c) Meke gölüne ait magmatik ve freatomagmatik tanelerin yüzdesi (1 ve 2 numaralı alt popülasyonlar magmatik, 3-4 numaralı alt popülasyonlar freatomagmatik patlamaları göstermektedir), (d) Acıgöl örneğine ait fraksiyon değerlerinin yüzdece ifadesi. 48

Şekil 3. 23. Cüruflarda camın içinde bulunan plajiyoklaz mineralleri, (a) Meke gölü örneklerinde bulunan plajiyoklaz mineralleri, (b) Acıgöl örneğinde bulunan plajiyoklaz mineralleri 49
Şekil 3. 24. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait TAS diyagramı (Le Bas ve ark., 1986) 50
Şekil 3. 25. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait SiO_2- K_2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor, 1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite) 50
Şekil 3. 26. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki sağlamlık parametresine karşılık dışbükeylik parametresinin diyagramı ... 53
Şekil 3. 27. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki biçim katsayısı-eksenel oran grafiği 55
Şekil 3. 28. (a) C-20-24 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli taneler, (b) C-20-24 örneğinde yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan piroklast,(c) C-20-22 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözeneksiz tane. 55
Şekil 3. 29. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği..... 57
Şekil 3. 30. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki sağlamlık-dışbükeylik grafiği..... 58
Şekil 3. 31. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki biçim katsayısı-eksenel oran grafiği 60
Şekil 3. 32. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği. Grafik hidromagmatik-magmatik taneleri ayırt etmektedir. 60

Şekil 3. 33. (a)C-20-19 örneğindeki düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan cam kıymığı, (b) C-20-22 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan partiküller, (c) C-20-20 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan taneler, (d) C-20-25 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli cam parçaları 62
Şekil 3. 34. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki sağlamlık- dışbükeylik grafiği 63
Şekil 3. 35. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki biçim katsayısına karşı eksenel oran grafiği 65
Şekil 3. 36. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki dikdörgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği 65
Şekil 3. 37. (a) C-20-17 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane,(b) C-20-19 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (c) C-20-20 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenenkli cam parçası, (d) C-20-20 örneğinde yüksek sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan bloksu cam parçası, (e) C-20-21 örneğine ait piroklast, (f) C-20-22 örneğine ait gözeneksiz piroklast, (g) C-20-22 örneğine ait volkanik cam parçası, (h) C-20-24 örneğine ait düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli cam parçası, (ı) C-20-25 örneğine ait altere piroklast. 67
Şekil 3. 38. Farklı tane boylarındaki volkanik kül partiküllerinin morfolojik değişimleri 68
Şekil 3. 39. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm boyundaki fraktal boyut (DSA)- pürüzlülük (Ra) grafiği 70
Şekil 3. 40. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm boyundaki SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği 70
Şekil 3. 41. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği 72
Şekil 3. 42. (a) C-20-17 örneğinde yüksek pürüzlülük ve DSA değerlerine sahip tane; (b) C-20-17 örneğinde yüksek pürüzlülük, düşük DSA değerlerine sahip olan tane, (c) C-20-18 örneğinde yüksek SA/PA, Ra ve DSA değerleri

alan bloksu tane, (d) C-20-20 örneğinde bulunan yüksek gözeneklilik ve Ra değerine sahip tane; (e) C-20-21 örneğinde bulunan bloksu morfoloji sunan yüksek DSA ve Ra değerlerine sahip partikül; (f) C-20-21 örneğinde bulunan yüksek Ra ve SA/PA değerleri ve düşük DSA değerine sahip partikül 72
Şekil 3. 43. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 74
Şekil 3. 44. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği 76
Şekil 3. 45. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/PA grafiği 76
Şekil 3. 46. (a) C-20-17 (cüruf) örneğine ait gözenekliliği yüksek tane, yüksek Ra ve SA/PA değerleri, düşük DSA değeri almaktadır; (b) C-20-17 örneğinde düşük Ra ve yüksek DSA değerlerine sahip tane; (c) C-20-18 örneğinde yüzeyi tozlu yüksek DSA değeri alan kül partikülü; (d) C-20-19 örneğinde bulunan yüksek DSA ve Ra değerleri alan piroklast; (e) C-20-20 örneğinde bulunan yüksek pürüzlülük ve SA/PA, düşük DSA değerlerini alan tane, (f) C-20-22 örneğinde bulunan yüksek pürüzlülük değeri alan bloksu morfoloji sunan partikül; (g) C-20-25 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan bloksu tane; (h) C-20-26 örneğinde yüzeyi tozlu, gözeneksiz ve yüksek pürüzlülük değeri alan tane. 78
Şekil 3. 47. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 79
Şekil 3. 48. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği 80
Şekil 3. 49. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/PA grafiği 80
Şekil 3. 50. (a)C-20-17 (Cüruf) örneğinde yüksek pürüzlülük ve düşük DSA değerleri alan partikül, (b) C-20-17 (Cüruf) örneğinde gözlemlenen altere tane, pürüzlülük değeri göreceli olarak yüksektir; (c) C-20-18 örneğinde yüzeyinde yüksek pürüzlülük değeri alan partikül, (d) C-20-19 örneğinde tane yüzeyine yapışık halde bulunan alterasyon, Ra değerleri yüksektir; (e) C-20-20 örneğinde birbirini dik kesen kırıklar bulunmaktadır, taneler düşük gözenekliliğe sahiptir, (f) C-20-21 örneğinde tane yüzeyine yapışık halde

alterasyon gözlemlenmektedir, bu alterasyonlar tanelerin Ra ve SA/PA değerlerini arttırmaktadır; (g) Bloksu morfoloji sunan C-20-22 örneği yüksek Ra değerleri almaktadır, (h) C-20-23 örneğinde alınan yüksek DSA ve Ra değerlerine sahip partikül. 83
Şekil 3. 51. Alicona Mex programı ile oluşturulmuş DEM görüntüleri. (a) Gözenekli tanenin üç boyutlu görüntüsü, (b) Acıgöl örneğine ait piroklastın 3D görüntüsü, (c) Tanelerin yüzeyine yapışık alterasyonların analizlere etkisi ..... .84
Şekil 3. 52. (a) Gözenekliliği yüksek taneler yüksek Ra ve DSA değerleri alırken, bloksu ve gözeneklilikleri düşük taneler daha düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır. 84
Şekil 3. 53. Göllüdağ mostra fotoğrafı 85
Şekil 3. 54. C-20-37 Göllüdağ örneğine ait farklı tane boylarındaki piroklastiklerin SEM görüntüleridir. (a-b) 125-250 mikrometre boyutuna ait gözenekli partiküller; (c-d) 63-125 mikrometre boyunda gözlemlenen pomza parçası, (e-f) 38-63 mikrometre boyundaki piroklastlar (düşük gözeneklilik). 86
Şekil 3. 55. Göllüdağ-freatomagmatik örneğinin tane boyu histogramı 86
Şekil 3. 56. Çarpıklık- D (50) grafikleri (a) Grafiksel metot ile hesaplanan değerler ile oluşturulmuştur, (b) Moment yöntemi ile hesaplanan değerler kullanılarak oluşturulmuştur. 87
Şekil 3. 57. (a)Tepe değer- Fraksiyon (Fraction) grafiği,(b) Parçalanma faktörü-Tepe değer grafiği 89
Şekil 3. 58. Boylanma- Medyan diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007) 90
Şekil 3. 59. Göllüdağ asidik freatomagmatik örneğine ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramıdır. 90
Şekil 3. 60. (a) Göllüdağ örneğine ait TAS diyagramı (Le bas ve ark.,1986). (b) K2O - SiO2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-

basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite) 91
Şekil 3. 61. Göllüdağ örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık- dışbükeylik grafiği..... 92
Şekil 3. 62. (a) Göllüdağ örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) eksenel oran- biçim katsayısı grafiği, (b) dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği 92
Şekil 3. 63. Göllüdağ örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik grafiği 93
Şekil 3. 64. Göllüdağ örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) Eksenel oran- Biçim katsayısı grafiği,(b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Sıkılık x Uzama grafiği 93
Şekil 3. 65. 38-63 Mikrometre tane boyutunda bulunan gözenekli cam parçası düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alırken, daha düzgün dış kontürlere sahip cam kıymığının daha yüksek sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir. 94
Şekil 3. 66. Göllüdağ örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin (a) Sağlamlık- Dışbükeylik grafiiği, (b) Biçim katsayısı- Eksenel oran grafiği.. 94
Şekil 3. 67. Göllüdağ örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin Dikdörtgensellik x Dairesellik- Sıkılık x Uzama grafiği 95
Şekil 3. 68. (a)Yüksek DSA değeri ve göreceli olarak düşük Ra değerine sahip tane, (b) Yüksek Ra ve SA/PA ve düşük DSA değerlerine sahip partikül; (c) Düşük DSA ve yüksek Ra değerine sahip tane; (d) Yüksek Ra ve düşük DSA değerlerine sahip partikül 97
Şekil 4. 1. Üç farklı piroklastik akıntı oluşum mekanizması 99
Şekil 4. 2. Blok ve kül akıntısı örneklerinin mostra görüntüsü..... 101
Şekil 4. 3. C-20-06 örneğine ait SEM (SE) görüntüleri (a-b) 125-250 mikrometre boyunda bloksu morfoloji gösteren partiküller, (c) 63-125 mikrometre boyutunda yüzeyinde kırıklar olan bir morfoloji sergileyen tane, (d) 63-125 mikrometre düzlemsel yüzey morfoloji sergileyen tane, (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki bloksu partikül 102

Şekil 4. 4. C-20-07 örneğine ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 mikrometre boyunda bloksu morfoloji gösteren partiküller, (c) 63-125 mikrometre düzlemsel yüzey morfoloji sergileyen piroklast, (d) 63-125 mikrometre düşük/kapalı gözeneklilik gösteren taneler (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki bloksu partiküller 103
Şekil 4. 5. Tane boyu dağılım histogramı 104
Şekil 4. 6. İkili diyagramlar çarpıklık parametresine karşılık Medyan D (50) parametresinin değerlerini göstermketedir. (a) Grafiksel yöntemle hesaplanan değerler, (b) Moment yöntemiyle hesaplanan değerler 105
Şekil 4. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971, Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007)..... 107
Şekil 4. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı..... 107
Şekil 4. 9. C-20-06 (a) ve C-20-07 (b) örneklerinin fraksiyon değerlerinin yüzdece ifadesidir. (c) C-20-06 ve C-20-07 örneklerinin fraksiyona karşı Tepe değer grafiğidir. 108
Şekil 4. 10. Blok-ve-kül akıntısına ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) K_2O-SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)..... 109
Şekil 4. 11. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 125-250 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği 110
Şekil 4. 12. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği 112
Şekil 4. 13. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği 114

Şekil 4. 14. (a) C-20-06 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük bloksu tane; (b) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri düşük tane; (c) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük düzensiz dış kontüre sahip tane; (d) C-20-06 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük cam kıymığı?; (e) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük bloksu tane; (f) C-20-07 örneğinde gözlemlenen yüksek sağlamlık, dışbükeylik değerleri alan tane..... 116
Şekil 4. 15. (a)Düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (b) Düşük sağlamlık, göreceli olarak daha yüksek dışbükeylik değerleri alan tane, (c) Örnek yüzeyine yapışık halde alterasyon bulunan düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan bloksu tane……117
Şekil 4. 16. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 125-250 µm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 118
Şekil 4. 17. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 µm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 120
Şekil 4. 18. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 µm tane boyutuna ait SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği 120
Şekil 4. 19. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 µm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 122
Şekil 4. 20. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 µm tane boyuna ait SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği 122
Şekil 4. 21. (a)C-20-06 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan tane, (b) C-20-07 örneğinde yüksek Ra ve SA/PA ve düşük DSA değerleri alan tane, (c) C-20-06 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan, tane yüzeyine yapışık halde alterasyon bulunan tane 124
Şekil 5. 1. Volkanik çığ akıntı ürünleri..... 126
Şekil 5. 2. Blast bulutunda farklı piroklast mekanizmalarının taşınma sürecinin şematik çizimi (Hoblitt ve ark.,1982), Taban (Basal unit), Taban yayılımı çökelleri (surge), Yığışım lapilli (Accretionary- lapilli), Hareket yönü (Direction of movement) 128

Şekil 5. 3. St. Helens blast çökelleri 4 farklı gruptan oluşmaktadır. (a) Taban (basal); (b) Taban yayılımı ürünleri (Surge); (c) piroklastik akış; (d) Yığışım lapilli (Accretionary lapilli) (Hoblitt ve ark., 1982)..... 128
Şekil 5. 4. (a) Blast çökellerinin BSD görüntüsü, (b) Çığ akıntısı içindeki blast seviyeleri..... 130
Şekil 5.5. (a-b) Çığ akıntısı ürünlerinin mostra fotoğrafları, (c) Humok (Hummocky) topografya..... 130
Şekil 5. 6. Çığ akıntısı örneklerinin BSD görüntüsü..... 131
Şekil 5. 7. C-20-10 numaralı örneğe ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 µm tane boyutuna ait volkanik cam parçaları, (c-d) 63-125 µm tane boyuna ait yüzeyleri alterasyon ile kaplanmış piroklastlar, (e) 38-63 µm tane boyutunda yüzeyi alterasyon ile kaplı tane, (f) 38-63 mikrometre tane boyutunda gözenekli piroklast parçası/cam kıymığı..... 132
Şekil 5. 8. C-20-11 numaralı örneğe ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 µm tane boyutuna ait volkanik cam parçaları, (c) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast, (d) 63-125 µm tane boyutunda gözenekli piroklast (pomza) (e-f) 38-63 µm tane boyutunda pomza parçası..... 133
Şekil 5. 9. C-20-12 örneğine ait SEM (SE) ile alınmış fotoğrafları. (a-b) 125-250 µm boyutundaki piroklastlar, (c) 63-125 µm tane boyutunda düşük gözenekliliğe sahip piroklast, (d) 63-125 µm tane boyutunda altere piroklast. (e) 38-63 µm boyutundaki gözenekli, yüzeyinde yapışık alterasyonlar bulunan piroklast, (f) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast..... 134
Şekil 5. 10. C-20-14 örneğine ait SEM (SE) ile alınmış fotoğrafları. (a-b) 125-250 µm boyutundaki yüzeyleri alterasyon ile kaplı piroklastlar, (c-d) 63-125 µm tane boyutunda altere piroklast, (e) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast, (f) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast/litik..... 135
Şekil 5. 11. (a) Çığ akıntısı ürünlerine ait tane boyu histogramı, (b) Blast örneklerine ait tane boyu histogramı..... 136
Şekil 5. 12. İkili diyagramlar (a) Çığ akıntısı ürünleri ve (b) Blast çökellerine ait moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir 137

Şekil 5. 13. Çığ akıntısı örnekleri (a) ve blast çökelleri (b) örneklerine ait Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007) . 140
Şekil 5. 14. Çığ akıntı ürünlerinin Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı 141
Şekil 5. 15. Çığ akıntısı ürünlerinin Fraksiyon (Fraction)-Tepe değer grafiği. . 141
Şekil 5. 16. C-20-10 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, ... 142
Şekil 5. 17. C-20-11 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı 142
Şekil 5. 18. Blast örneklerine ait Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı 143
Şekil 5. 19. Blast örneklerine ait Fraksyon-Tepe değer grafiği..... 143
Şekil 5. 20. C-20-12 örneğine ait pasta diyagramı, ... 144
Şekil 5. 21. C-20-14 örneğine ait pasta diyagramı 144
Şekil 5. 22. TAS diyagramları (a) Çığ akıntısı ürünleri, (b) Blast çökelleri (Le Bas ve ark.,1986) 145
Şekil 5. 23. K_2O -SiO_2 grafikleri (a) Blast çökelleri, (b) Çığ akıntısı ürünleri (Peccerillo ve Taylor, 1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)..... 145
Şekil 5. 24. Çığ akıntısı örneklerinin 125-250 μm tane boyundaki Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı 146
Şekil 5. 25. Çığ akıntısı örneklerinin 125-250 μm tane boyundaki Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği..... 147
Şekil 5.26. Blast çökellerinin 125-250 μm tane boyundaki Sağlamlık-Dışbükeylik parametresinin diyagramı 149
Şekil 5. 27. Blast çökellerinin 125-250 μm tane boyundaki Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği..... 149
Şekil 5. 28. (a) Çığ akıntısı örneğinde gözlemlenen yüksek gözenekliliğe sahip tane, yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır; (b) Blast

örneğinde bulunan düşük sağlamlık değeri alan tane. Tanenin yüzeyinde alterasyon gözlemlenmektedir. (c) Gözenekli cam morfolojisine benzer bir morfoloji sunan göreceli olarak yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (d) Yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tane. 151
Şekil 5. 29. 63-125 μm tane boyutundaki çığ akıntı ürünlerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı 152
Şekil 5. 30. 63-125 μm tane boyutundaki çığ akıntısı ürünlerine ait Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği 152
Şekil 5. 31. 63-125 μm tane boyutundaki blast çökellerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı 154
Şekil 5. 32. 63-125 μm tane boyutundaki Blast çökellerine ait Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği 155
Şekil 5. 33. 38-63 μm tane boyutundaki çığ akıntı ürünlerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı 157
Şekil 5. 34. 63-125 μm tane boyutundaki Çığ akıntısı örneklerinin biçim katsayısı-eksenel oran diyagramları 158
Şekil 5.35. 38-63 μm tane boyutundaki Blast çökellerine ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği 160
Şekil 5. 36. 38-63 μm tane boyutundaki Blast örneklerine ait biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği 160
Şekil 5. 37. (a) 63-125 mikrometre tane boyutunda düşük gözenekli blast tanesi, (b) 38-63 mikrometre boyutunda çığ akıntısı örneğinden alınmış cam kıymığı, (c) Çığ akıntısı örneğinden alınmış cam kıymığı örneği, (d) Çığ akıntısı örneğinden alınan gözenekli ve yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır. 161
Şekil 5. 38. Dikdörtgensellik x Dairesellik – Uzama x Sıkılık grafikleri (a) 125-250 mikrometre tane boyu, (b) 63-125 mikrometre tane boyu ve (c) 38-63 mikrometre tane boyunu temsil etmektedir. 162
Şekil 5. 39. 125-250 μm tane boyutundaki Çığ akıntısı ürünlerinin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği..... 165
Şekil 5. 40. 63-125 μm tane boyutundaki Blast çökellerinin Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği..... 165

Şekil 5. 41. 125-250 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği..... 167
Şekil 5. 42. (a)C-20-10 çığ akıntısı örneğinde bloksu tanelerde Ra SA/V, SA/PA ve DSA değerleri düşüktür, (b) C-20-10 çığ akıntısı örneğinde cam kıymıkları (gözenek duvar parçası) göreceli olarak daha düşük DSA ve yüksek pürüzlülük ve SA/V değerine sahiptir, (c) C-20-11 çığ akıntısı örneğinde yüksek Ra, SA/PA ve SA/V değerleri gözlemlenirken düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir, (d) Yüksek SA/PA değerine sahip tane, (e) Yüksek alterayon gözlemlenen blast örneğidir. 169
Şekil 5. 43. 63-125 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı çökellerine ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 170
Şekil 5. 44. 63-125 µm tane boyutundaki blast örneklerine ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 172
Şekil 5. 45. 63-125 µm tane boyutundaki çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği..... 173
Şekil 5. 46. (a) Çığ akıntısı ürünlerinden alınan yüksek Ra değerleri alan cam kıymıkları, (b) çığ akıntı örneklerinde yüksek SA/PA değerleri alan partiküller, (c) Yüksek pürüzlülük ve SA/PA değerleri alan tane, (d) Yüksek pürüzlülük, DSA, SA/V ve SA/PA değeri olan taneler, (e) Blast örneklerinde bulunan Ra ve SA/PA değerleri düşük, DSA ve SA/V değerleri daha yüksek tane 175
Şekil 5. 47. 38-63 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı örneklerine ait DSA-Ra grafiğidir..... 176
Şekil 5. 48. 38-63 µm tane boyutundaki Blast örneklerine ait Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği 178
Şekil 5. 49. (a) Çığ akıntısı ürünlerinde yüksek SA/V değerlerine sahip cam kıymığı, (b) Yüzeyinde alterasyon bulunan ve yüksek Ra değeri alan blast tanesi..... 178
Şekil 5. 50. 38-63 µm tane boyuna sahip Çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği..... 180
Şekil 5. 51. (a) Gözenekli partikülün 3D görüntüsü, (b) Gözenekli camın yüksek modeli, (c) Düzlemsel yüzey morfolojisine sahip piroklastın 3D görüntüsü, (d) Yüzeyi düzlemsel piroklastın yükseklik modeli, (e) Pürüzlü yüzeye sahip pomza tanesinin 3D görüntüsü 181

Şekil 6. 1. Kapadokya ignimbiritleri (Fotoğraf: Prof. Dr. Erkan Aydar tarafından çekilmiştir.) 182
Şekil 6. 2. Tipik bir ignimbirit dizilimi. 2 seviye pomza ve litik konsantrasyonun göreceli olarak yüksek olduğu alanalar (LCZ (Litikçe zengin alanlar) ve PCZ (pomza bakımından zengin alanlar)) kadar çeşitli derecelendirme yapıları gösterebilir (Freundt ve ark., 2000) 183
Şekil 6. 3. İgnimbirit örneğinin BSD görüntüsü 184
Şekil 6. 4. İgnimbirit örneğinin farklı tane boyların ait piroklast örnekleri. (a-b) 125-250 mikrometre tane boyuna ait pomza fotoğrafları, (c) Daha düşük gözenekiliiğe sahip 63-125 mikrometre boyutundaki tane, (d) 63-125 mikrometre boyutundaki gözenekliliği yüksek volkanik cam, (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki cam kıymıkları 185
Şekil 6. 5. Tane boyu dağılım histogramı 186
Şekil 6. 6. İkili diyagram moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir 187
Şekil 6. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007) 189
Şekil 6. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı (SFT sonuçlarına göre hazırlanmıştır) 189
Şekil 6. 9. (a) Fraksiyona karşılık Tepe değer grafiği, (b) Alt populasyonların yüzde fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı 190
Şekil 6. 10. İgnimbirit örneğinin (a) TAS diyagramı (Le bas ve ark.,1986), (b) SiO_2-K_2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite) 191

Şekil 6. 11. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık- dışbükeylik diyagramı 192
Şekil 6. 12. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık Eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama- Sıkılık grafiği 192
Şekil 6. 13. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık parametresine karşılık Dışbükeylik parametresinin diyagramı 193
Şekil 6. 14. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık Eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama- Sıkılık grafiği 194
Şekil 6. 15. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık parametresine karşılık Dışbükeylik parametresinin diyagramı 194
Şekil 6. 16. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama- Sıkılık grafiği 195
Şekil 6. 17. (a) Yüksek Sağlamlık ve biçim katsayısı; düşük Dikdörtgensellik x Dairesellik parametresi değerleri alan düşük gözenekliliğe sahip tane, (b) Yüksek gözenekliliğe, düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, bu tane aynı zamanda yüksek Dikdörtgensellik x Dairesellik değeri almaktadır, (c) Düşük biçim katsayısı değerleri ve yüksek dikdörtgensellik x dairesellik değeri alan cam kıymığı, (d) Yüksek biçim katsayısı değerleri ve düşük dikdörtgensellik x dairesellik değeri alan tane 195
Şekil 6. 18. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 197
Şekil 6. 19. 125-250 µm tane boyundaki (a) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/PA grafiği 198
Şekil 6. 20. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 198
Şekil 6. 21. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki (a) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/PA grafiği 199

Şekil 6. 22. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 199
Şekil 6. 23. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki (a) ..... İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA-SA/PA grafiği……. 200
Şekil 6. 24. (a)Yüksek Ra ve DSA değerleri alan tane, (b) Yüksek DSA değerleri alan cam kıymığı, (c) Yüksek Ra, DSA ve SA/PA değerleri alan tane, (d) Yüksek gözenekliliğe ve düşük DSA değerlerine sahip tane, (e) Yüksek SA/PA ve SA/V alan tane. 200
Şekil 6. 25. (a)Gözenekli camın üç boyutlu görüntüsü (b) Göreceli olarak daha düşük gözenekliliğe sahip volkanik cam, (c) a'nın yükseklik modeli, (d) Pomzanın üç boyutlu görüntüsü, (e) cam kıymığının üç boyutlu görüntüsü, (f) d'nin yükseklik modeli 202
Şekil 7. 1. Pinatubo volkanının 1991'deki Pliniyen- Ultrapliniyen patlaması ... 203
Şekil 7. 2. (a) Göllüdağ mostra fotoğrafı, (b) Pomza geri düşme örneğine ait BSD görüntüsü 205
Şekil 7. 3. C-20-35 numaralı iri taneli pomza örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre tane boyutunda fenokristalin yüzeyinden itibaren gelişen gözenekli cam, (b) 125-250 mikrometre tane boyut aralığında pomza tanesi, (c-d) 63-125 tane boyu aralığında gözenekli cam (pomza parçası) (e-f) 38-63 mikrometre boyutunda pomza parçaları-gözenekli camlar 206
Şekil 7. 4. C-20-36 numaralı iri taneli pomza örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. a) 125-250 mikrometre tane boyutunda gözenekli volkanik cam, (b) 125-250 mikrometre tane boyut aralığında köşeli bloksu taneler, (c) 63-125 mikrometre tane boyutunda bloksu, köşeli piroklast, (d) 63-125 mikrometre tane boyu aralığında düşük gözenekli, yüzeyinde yapışık halde alterasyonlar bulunan piroklast, (e) 38-63 mikrometre tane boyutuna ait pomza parçası, (f) 38-63 mikrometre tane boyutuna ait piroklast 207
Şekil 7. 5. C-20-35 pomza geri düşme ve C-20-36 kül geri düşme örneklerine ait tane boyu dağılım histogramı 208

Şekil 7. 6. İkili diyagramlar hem moment hem de grafik yöntem ile hesaplanan çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir..... 209
Şekil 7. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007) 211
Şekil 7. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı 211
Şekil 7. 9. C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait (a)Fraksiyon (Fraction)- Tepe değer grafiği, (b) Fragmantasyon faktörü- Tepe değer grafiği 212
Şekil 7. 10. (a) C-20-35 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (b) C-20-36 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (c) Ortalama fragmantasyon faktörüne karşılık alt populasyonlar 213
Şekil 7. 11. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) SiO2- K2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri-phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)..... 214
Şekil 7. 12. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı (Yeşil kareler C-20-35 örneği, mavi kareler C-20-36 örneğidir.)..... 215
Şekil 7. 13. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği 216
Şekil 7. 14. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı 217
Şekil 7. 15. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği 217

Şekil 7. 16. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı..... 218
Şekil 7. 17. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği..... 219
Şekil 7. 18. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 223
Şekil 7. 19. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi yuvarlaklar C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)..... 224
Şekil 7. 20. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi eşkenar dörtgen C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)..... 226
Şekil 7. 21. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi eşkenar dörtgen C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)..... 226
Şekil 7. 22. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 228
Şekil 7. 23. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Turuncu eşkenar dörtgenler C-20-35, mor kareler C-20-36 örneğini sembolize etmektedir) 228
Şekil 7. 24. (a)Sadece bir yüzeyi ince gözenekli cam katmanı bulunan tanenin iki boyutlu morfolojik analizleri, (b) Yüksek Ra, SA/V, DSA ve SA/PA değerlerine sahip gözenekli tane, (c) Bloksu morfolojiye sahip düşük DSA ve SA/V değerleri, yüksek SA/PA ve Ra değerleri alan piroklast. 230
Şekil 7. 25. C-20-35 ve C-20-36 örneklerinden alınmış farklı tane boyu ve morfolojideki tanelerin 3D görüntüleri. (a-c) Sırasıyla Pomzaya ait 3D görüntü ve yükseklik görüntüleri, (b-d) Sırasıyla ağaç şekline benzer (bir fenokristalin bir yüzeyinden itibaren gözenekli (e-f) Daha düşük gözenekliliğe

sahip partiküle ait 3D görüntü ve yüksekli modelidir, (f) Düşük gözenenkiliğe sahip yüzeyi tozlu tanenin 3D görüntüsü, (h) Daha köşeli, kırıklar içeren bloksu tanenin 3D görüntüsüdür..... 231
Şekil 8. 1. Stromboliyen tipi patlama..... 232
Şekil 8. 2. C-20-02 numaralı cüruf projeksiyon örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b) 125-250 mikrometre boyutunda gözenekli cam örnekleri, (c-d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları, (e) 38-63 mikrometre cam kıymığı, (f) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklast. 234
Şekil 8. 3. C-20-03 numaralı kül örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre boyutunda yüzeyinde alterasyon gözlemlenen cüruf , (b) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf, (c-d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları (tane yüzeylerinde alterasyon gözlemlenmektedir, (e) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklastın üzerinde alterasyon (f) 38-63 mikrometre tane boyunda gözenek duvarı parçası,..... 235
Şekil 8. 4. C-20-04 örneğe ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf parçaları, (b) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf; (c) 63-125 mikrometre tane boyutuna ait altere piroklast, (d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları (tane yüzeylerinde alterasyon gözlemlenmektedir), (e-f) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklastın üzerinde alterasyon. 236
Şekil 8. 5. Tane boyu histogramları 237
Şekil 8. 6. İkili diyagramlar hem moment hem de grafik yöntem ile hesaplanan çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir..... 238
Şekil 8. 7. Boylanmaya karşılık çarpıklık diyagramı..... 240
Şekil 8. 8. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984, Ersoy,2007)..... 240
Şekil 8. 9. (a) Fraksiyon (Fraction) değerlerine karşılık tepe değer diyagramı, (b) Fragmantasyon faktörüne karşılık tepe değer grafiği, ... 241

Şekil 8. 10. C-20-02 (2), C-20-03 (3) ve C-20-04 (4) örneklerine ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı 242
Şekil 8. 11. Stromboliyen tip patlamaya ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986); (b) SiO_2- K_2O diyagramı.(Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri-phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite) 243
Şekil 8. 12. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 µm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı 245
Şekil 8. 13. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 µm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği 245
Şekil 8. 14. (a) C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde yüksek gözenekliliğe sahip tane yüksek dikdörtgensellik x dairesellik değerleri alırken düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır; (b) C-20-03 (ince kül) örneğinde gözlemlenen yüzeyinde alterasyon olan gözenekli tane, göreceli olarak yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır; (c) C-20-03 (ince kül) örneğinde gözeneklilik gözlemlenmeyen yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane; (d) C-20-04 (ince kül) örneğinde düşük gözenekliliğe ve yüksek sağlamlık,dışbükeylik,biçim katsayısı değerlerine sahip tane; (e) C-20-04 (ince kül) örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik, biçim katsayısı değerleri ve yüksek dairesellik x dikdörtgensellik değerleri alan cam kıymığı 246
Şekil 8. 15. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 µm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık- dışbükeylik diyagramı 248
Şekil 8. 16. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 µm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği 249

Şekil 8. 17. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 μm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı 250
Şekil 8. 18. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 μm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği 250
Şekil 8. 19. (a) 63-125 mikrometre tane boyutunda C-20-02 örneğinde düşük gözenekliliğe sahip tanelerin daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir, (b) 63-125 mikrometre tane boyutunda C-20-04 örneğinde atere tanelerin bazılarında düşük sağlamlık,dışbükelik ve biçim katsayısı değerleri gözlemlenmiştir, (c) Düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan tane, (d) 38-63 mikrometre tane boyutunda sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri göreceli olarak düşüktür ve dikdörtgensellik x dairesellik değerleri yüksek olan cam kıymığı, (e) 38-63 mikrometre tane boyunda sağlamlık değerleri düşük, biçim katsayısı ve dikdörtgensellik x dairesellik değerleri göreceli olarak yüksek taneler. (f) 38-63 mikrometre tane boyunda düşük sağlamlık, dışbükeylik değerleri alan cüruf parçası 251
Şekil 8. 20. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 μm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 254
Şekil 8. 21. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 μm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı 255
Şekil 8. 22. 125-250 mikrometre tane boyunda (a) C-20-02 örneğinde yüksek gözenekli taneler yüksek SA/PA değerleri almaktadır,(b) C-20-03 örneğinde gözenekliliği yüksek ve yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tanelerin DSA, SA/V ve SA/PA değerleri de göreceli olarak yüksek değerler almaktadır, (c) C-20-04 örneğinde düşük gözenekliliğe sahip yüksek SA/PA değeri alan tane; (d) c-20-04 örneğinde yüzeyi alterasyon ile kaplı cam kıymığına benzer morfoloji sunan tane yüksek SA/PA değeri almaktadır 256
Şekil 8. 23. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 μm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 258

Şekil 8. 24. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 µm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı 259
Şekil 8. 25. 63-125 mikrometre tane boyutunda (a) C-20-02 örneğinde yüksek SA/PA değeri alan tane; (b) C-20-03 örneğinde, yüzeyinde yüksek oranda alterasyon olan tane yüksek pürüzlülük SA/V, DSA ve SA/PA değerleri almaktadır, (c) C-20-03 örneğinde, daha bloksu morfoloji sergileyen tane yüksek SA/V ve SA/PA değerleri alırken düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır, (d) C-20-04 örneğinin yüksek alterasyon gözlemlenen tane yüksek DSA ve Ra ve SA/V değerleri almaktadır..... 260
Şekil 8. 26. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 µm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği 262
Şekil 8. 27. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 µm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı 263
Şekil 8. 28. 38-63 mikrometre tane boyutunda, (a) C-20-02 örneğinde yüksek Ra ve SA/PA değerleri cam kıymığı, (b) C-20-02 örneğinde yüksek SA/V ve Ra değerleri alan tane, (c) C-20-03 örneğinde DSA değeri çok yüksek olan tane, (d) C-20-03 örneğinde DSA değeri çok düşük olan tane, (e) C-20-04 örneğinde, yüksek Ra, SA/PA,SA/V ve düşük DSA değerleri alan cüruf parçası 265
Şekil 9. 1. Soufrie`re Hills volkanın 1995 patlamasına ait lahar (Fotoğraf: N. Fournier, 2005) (Hickson ve ark., 2013)..... 266
Şekil 9. 2. Lahar mostra fotoğrafı 267
Şekil 9. 3. Lahar örneğinin farklı tane boylarına ait SEM (SE) fotoğrafları. (a-b)125-250 mikrometre boyutundaki piroklastlar, (c) 63-125 mikrometre boyutundaki cam kıymığı, (d) Bloksu morfolojiye sahip piroklast, (e) 38-63 mikrometre tane boyutundaki kül partikülü, (f) 38-63 mikrometre boyutundaki cam kıymığı..... 268
Şekil 9. 4. Tane boyu dağılım histogramı 269
Şekil 9. 5. İkili diyagram moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir 269

Şekil 9. 6. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007) 271
Şekil 9. 7. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı (SFT sonuçlarına göre hazırlanmıştır) 271
Şekil 9. 8. (a) Alt populasyonlara ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (b) Fraksiyon (Fraction)- Tepe değer grafiği (numaralar alt popülasyonları simgelemektedir) 272
Şekil 9. 9. Lahar örneğine ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) K_2O-SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite) 273
Şekil 9. 10. (a)Bloksu morfoloji sunan göreceli olarak daha yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan tane, (b) Yüksek dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan cam kıymığı, (c) Düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane..... 274
Şekil 10. 1. (a) Alterasyonun blast partikülleri üzerine etkisi, morfolojik parametrelerin değerleri artmaktadır, (b) Alterasyonun blast tanesinin yüzeyini daha pürüzsüz bir morfoloji sunmasına neden olmaktadır, morfolojik parametrelerin değerleri azalmaktadır, (c-d) Lahar örneğinden alınan piroklastların yüzeylerinde bulunan toz/alterasyonların pürüzlülük parametresini arttırmaktadır. 279
Şekil 10. 2. Gradistat'ta Folk ve Ward, (1957) yöntemi ile hesaplanan çarpıklık parametresi sonuçları 282
Şekil 10. 3. Gradistat'ta Moment yöntemi ile hesaplanan çarpıklık parametresi sonuçları..... 283
Şekil 10. 4. SFT verileri ile hesaplanan çarpıklık ve boylanma değerleri 284

Şekil 10. 5. ImageJ programı tarafından hesaplanan dairesellik parametresi ile yapılmış dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği, (b) Dellino ve La Volpe, (1996) ve Liu ve ark., (2015) çalışmalarından alınan dairesellik parametresinin formülü ile yapılmış dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği (17 Karapınar-cüruf, 18, 20 ve 21 Karapınar-taban yayılımı örnekleridir) 288
Şekil 10. 6. Benet ve ark., (2021); Murtagh ve White, (2013); Schipper, (2009) tarafından belirlenen sınırlar haricinde bu çalışmada magmatik ve hidromagmatik patlamalar sonucu oluşan volkanik küllerin ayrılmasında y=7.3684x-7.7368 doğrusu belirlenmiştir, 125-250 μm tane boyundaki örneklerin ayrımı. (17 Karapınar-cüruf, 18,21 ve 24 Karapınar-taban yayılımı ürünleri, 26 Acıgöl-freatomagmatik, 35 pomza geri düşme örnekleridir) .....…288
Şekil 10. 7. 63-125 μm tane boyuna ait dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği 289
Şekil 10. 8. Yüzey profili (TS 6956, 2004; Ersoy, 2007) 291
Şekil 10. 9. Biçim katsayısına karşı SA/PA grafiği, C-20-14 blast çökelleri yüksek biçim katsayısı ve düşük SA/PA değerleri almaktadır. 293
Şekil 10. 10. (a)Dairesellik- Pürüzlülük grafiği, grafikte Freatomagmatik-Magmatik alanlar, (b) SA/PA-Biçim katsayısı grafiği, C-20-20 (ince kül) örneğinin aldığı düşük SA/PA değerleri ile gösterdiği belirgin ayrımlanma, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir, (c) SA/PA- Dairesellik grafiği, C-20-20 örneğinin gösterdiği belirgin ayrımlanma, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir 294
Şekil 10. 11. SA/PA- Ra grafiği (bazik freatomagmatik C-20-17, C-20-18, C-20-20, C-20-26; Asidik freatomagmatik C-20-37, Blok-ve-kül akıntısı C-20-06 ve C-20-07; C-20-35 Pliniyen pomza geri düşme), C-20-20 (Meke gölü-Freatomagmatik) örneği belirgin ayrımlanma gözlemlenmektedir (Mavi çerçeve). Blok-ve-kül akıntısı örneklerini yaklaşık olarak temsil eden alanlar, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir. Siyah çerçeve magmatik alanı, yeşil çerçeve blok-ve-kül akıntısı alanını, kırmızı çerçeve freatomagmatikleri göstermektedir. (b) SA/PA-Dairesellik grafiği, Blast çökelleri freatomagmatik patlamalar ile yaklaşık olarak benzer morfolojik

parametre değerleri almaktadır, Çığ akıntısı ürünleri-blast taneleri (C-20-10 ve C-20-11 çığ akıntısı, C-20-12 ve C-20-14 blast) bazı blast taneleri-freatomagmatik (C-20-20,C-20-21 (bazik freatomagmatikler)) çökellere göre göreceli olarak daha yüksek SA/PA değerleri almaktadır. 295
Şekil 10. 12. Küçük tane boyunda yüksek alterasyon sebebiyle özellikle pürüzlülük (Ra) yüksek değerler almaktadır. 296

SİMGELER VE KISALTMALAR

DSA: Fraktal boyut

Ra: Pürüzlülük

SA: Yüzey alanı

V: Hacim

PA: Projeksiyon alan

1. GİRİŞ

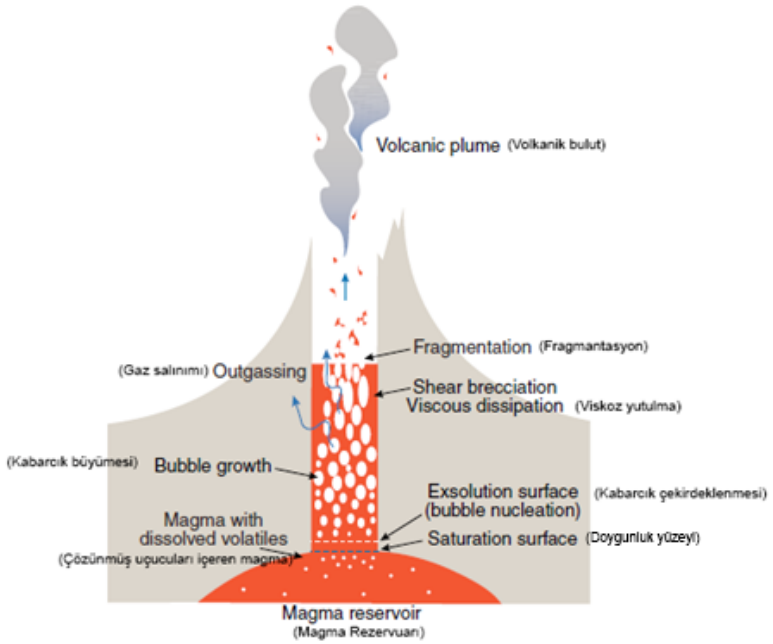
Tefra Yunanca'da kül anlamına gelmektedir ve volkanik patlamalar sonucunda oluşan taşınmış, boyuttan bağımsız olarak her türlü malzemeye verilen genel bir addır (Heiken, 1972; Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007; Alloway ve ark., 2013). Patlama süresince atmosfere devamlı olarak enjekte edilen küller distal ve ultra distal fasiyeslere taşınmaktadır (Guichard ve ark., 1993; Pyne-O'Donnell ve ark., 2012; Aydar ve ark., 2021). Volkanik küller büyük mesafeler taşınarak, meydana getirdiği yersel ve küresel etkiler nedeniyle jeolojik, arkeolojik, paleoçevresel ve iklimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Fiacco ve ark., 1993; Lowe ve ark., 2000; Lowe, 2011). Volkanik küller, kendilerini oluşturan volkanik patlamalar hakkında ipuçları barındırmaktadırlar. Volkanik küllerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi, fragmantasyon/parçalanma mekanizmalarını ve patlama dinamiklerini yorumlama da önemlidir (Wohletz ve Sheridan, 1983; Dellino ve La Volpe, 1996; Dellino ve Liotino, 2002; Ersoy, 2007; Murtagh ve White, 2013; Cioni ve ark., 2014; Smith, 2014; Aydar ve ark., 2021; Benet ve ark., 2021). Fragmantasyon süreçlerinin yorumlanması, aynı zamanda viskozite, sıcaklık ve bileşim gibi parametrelerini değerlendirmeyi de beraberinde getirmektedir (Liu ve ark., 2015). Freatomagmatik püskürümlerde, su ve magma etkileşiminin sonucunda genellikle bloksu (=blocky), yosun benzeri, plaka benzeri ve damla veya küresel olan kül partikülleri oluşmaktadır (Wohletz, 1983; Heiken ve Wohletz, 1985). Diğer taraftan, magmatik fragmantasyon (=parçalanma) sonucunda bazı uzun, ince, gözenekli taneler oluşmaktadır (Wohletz, 1983; Heiken ve Wohletz, 1985).

Bu çalışma doğrultusunda, tarih boyunca can ve mal kaybına sebep olan volkanik patlamalar sonucunda oluşan farklı volkanik ürünlere ait küllerin kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenerek patlama dinamikleri yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında farklı patlama tiplerine ait volkanik küllerin morfolojik özellikleri (şekil parametreleri) ve kimyaları incelenerek bu küllerin kökeni, oluşum mekanizması ve patlama tipleri incelenmiştir. Özellikle çığ akıntısı çökelleri, lahar, ignimbirit, blast çökelleri gibi farklı volkanik ürünlerin küllerine ait iki boyutlu ve üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları, volkanik cam kimyası analizleri ve tane boyu dağılımları ve ilişkili parametreler incelenerek külleri oluşturan patlama

dinamikleri yorumlanmıştır. Bununla beraber Pliniyen ve stromboliyen tipi patlamaya ait ve freatomagmatik patlama ile oluşmuş volkanik kül örnekleri üzerinde yapılan partikül boyutu dağılımları ve bunlarla ilişkili parametreler, kimyasal, iki boyutlu ve üç boyutlu morfolojik analizler ile patlama mekanizmaları yorumlanmıştır.

1.1. Volkanik Kül Oluşumunda Etkili Mekanizmalar

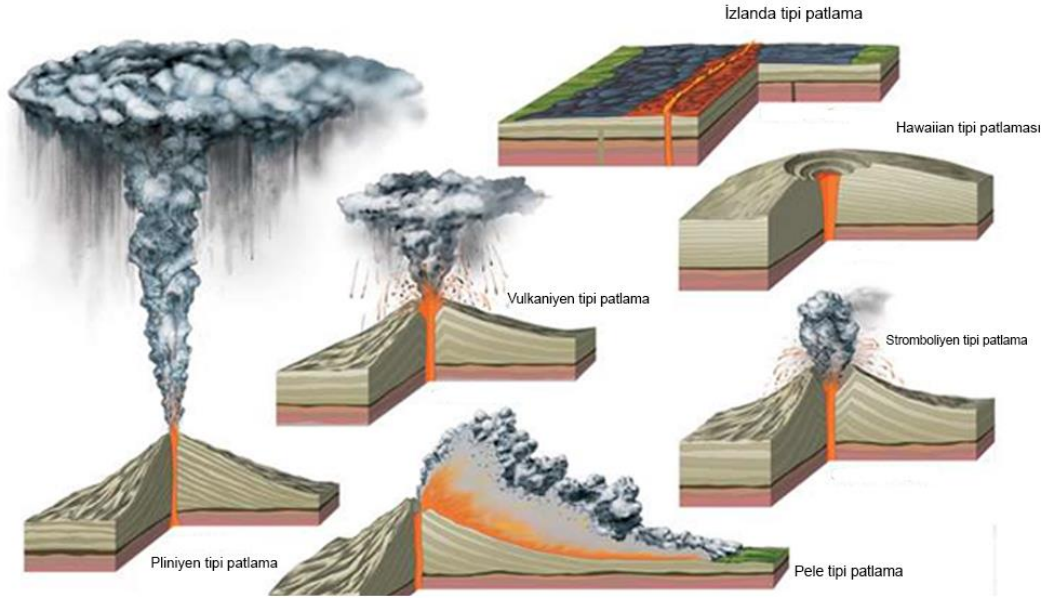
Piroklastik malzemeler, magma parçalanması (=fragmantasyon) sonucunda oluşmaktadır (Gonnermann, 2015). Büyük derinliklerde ve basınçlarda magmatik uçucular eriyik içinde çözülü halde bulunurlar, ancak magmanın yükselmesi sonucu basınç düşmesi ile, gaz molekülleri çözülü halden uçucu hale geçip, yeni kabarcıklar oluştururlar. Magma, asılı (=suspended) kabarcıklar içeren ergiyik fazından, gaz fazı ve dağılmış magma parçalarından oluşan bir karışıma geçiş yapar (Cashman ve Scheu, 2015; Gonnermann, 2015) (Şekil 1.1). Püskürümün, yalnızca magmatik uçucular dan oluşabilir veya yüzeye çıkış sırasında magma ile temas eden bir miktar dış su sonucunda oluşabilir. Magma parçalanması, yüzeyin altında, genellikle volkanik baca içinde ve/veya yüzeyin hemen üstünde meydana gelebilir (Cashman ve Scheu, 2015; Gonnermann, 2015).



Şekil 1. 1. Magma fragmantasyonunun şematik gösterimi
(Gonnermann ve Manga, 2007)

Bir patlama için suyun varlığı baskın bir faktör ise, püskürüm hidromagmatik veya freatomagmatik olarak adlandırılır. Isı ve harici su içeren (buhar patlamaları) ancak magma püskürtmeyen patlamalara freatik denilmektedir (Gonnerman, 2015).

Patlama, genellikle gaz halinde olan ve dolayısıyla doğada sıkıştırılabilir olan bazı malzemelerin hacmindeki hızlı bir artışın sonucudur. Magma derinlerden yükseldikçe, basınçta meydana gelen azalma, yeni kabarcıkların çekirdeklenmesine neden olur (Navon ve Lyakhovsky, 1998; Gonnermann, 2015). Dış su ile magma etkileşiminin aksine, magmatik uçucu maddelerin salınımının neden olduğu patlayıcı püskürümler, kuru veya magmatik püskürümler olarak adlandırılır. Stromboliyen, Hawaii, Vulkaniyen, Pliniyen gibi patlama stillerini içerir (Houghton ve Gonnermann, 2008, Schipper ve ark., 2013, Castro ve ark., 2014; Gonnermann, 2015) (Şekil 1.2).



Şekil 1. 2. Magmatik patlama türleri (https://www.britannica.com/science/Strombolian-eruption'dan türkçeleştirilmiştir.)

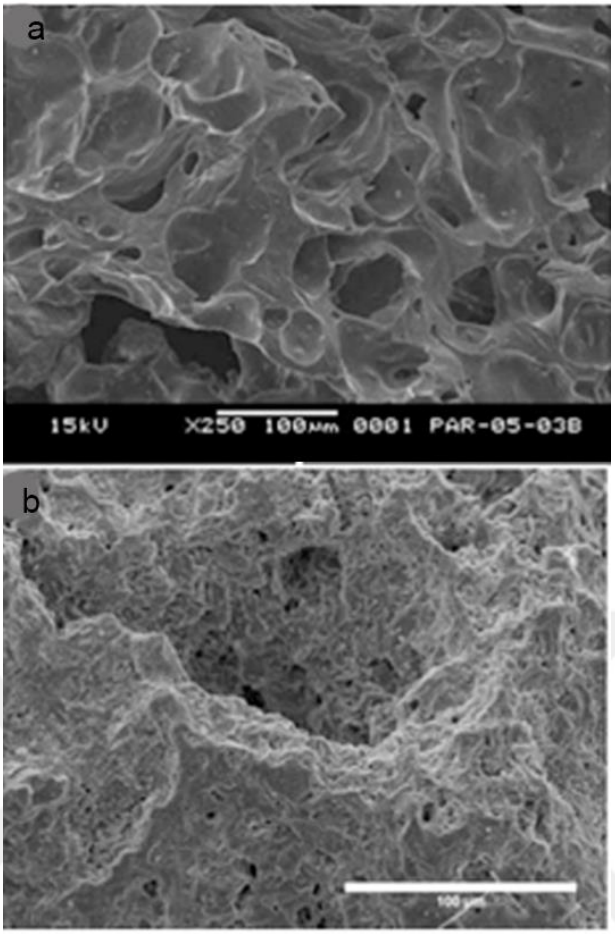
Volkanik patlamalara sebep olan iki ana mekanizma vardır. Magmanın içindeki gazların ana etken olduğu magmatik fragmantasyon süreçleri ve magmanın kar, buz, yeraltı suyu, nehir, göl, deniz gibi çevredeki akışkanlar ile teması sonucunda gerçekleşen hidrovolkanik fragmantasyon süreçleridir (Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007; Cashman ve Scheu, 2015; Gonnermann, 2015).

1.1.1. Magmatik Patlamalar ve Fragmantasyon Süreçleri

Parçalanma; patlama sırasında magmanın hızlı bir şekilde yükselmesi; volkanik yapıların veya domların çökmesi sonucunda oluşan dekompresyon sebebiyle oluşabilir. Bu mekanizmaya ek olarak, magmanın yüksek hızlarda baca içerisinde yukarı doğru hareket etmesi ve azalan basınca tepki olarak magmanın kabarcık büyümesine olanak sağlamasıyla fragmantasyon gerçekleşebilir (Cashman ve ark., 2000; Cashman ve Scheu, 2015; Gonnermann, 2015). Volkanik patlamalarda iki parçalanma mekanizması ön plana çıkmaktadır. (1) Hızlı ivmelenme (Rapid acceleration); magmanın baca içinde yukarı doğru hareketi ve bununla beraber azalan basınç sebebiyle kabarcıklar (bubble) büyümeye başlar. Magma içerisindeki artan kabarcık konsantrasyonu da magmanın yukarı doğru hareketini tetikler. (2) Dekompresyon, dom çökmesi gibi magma üzerindeki basıncın aniden ortadan kalkmasıyla oluşur. Domun çökmesiyle beraber bacada yukarıdan aşağıya doğru fragmantasyon mekanizmasını tetikleyen basınç değişimi meydana gelir (Cashman ve ark., 2000; Cashman ve Scheu, 2015).

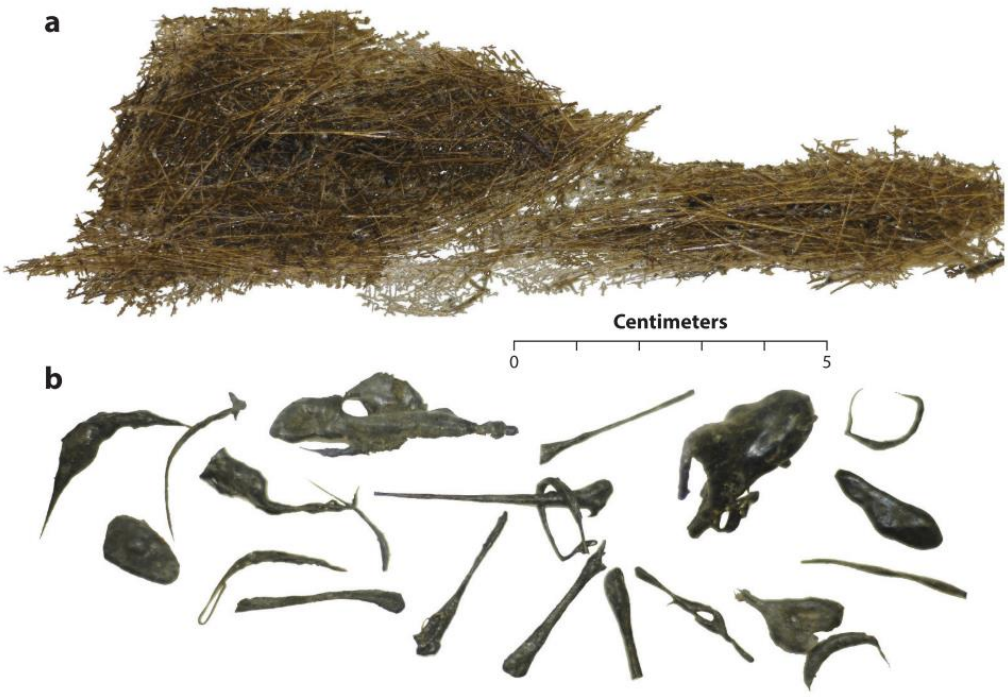
Bazaltik magmaların fragmantasyon süreçleri ve kül oluşumları

Stromboliyen ve Hawaii tarzı püskürmeler, bazaltik bileşimli ve viskozitesi düşük magma kimyası ile ilişkilidir. Hawaii tip patlamalar sonucunda Pele'nin saçı (Pele's hair) ve Pele'nin gözyaşı (Pele's tears) oluşmaktadır (Şekil 1.4). Stromboliyen patlamaları sonucu oluşan küller, sideromelan ve takilit (tachylite) gibi volkanik camları içerir (Heiken, 1972; Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007).



Şekil 1. 3. (a) Sideromelan tanesi, (b)Takilit volkanik cam (Miyakejima 2000 patlaması, Japonya) (Ersoy, 2007)

Sideromelan piroklastlar, kısmen açık gözenek sistemine (gözenekler birbiri ile bağlantılı) sahiptir. Takilit camlar köşeli, bloksu camlar ve açık gözenek sistemine sahip olanlar gibi farklı morfolojilerde volkanik camları kapsamaktadır (Heiken,1972; Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007). Takilit piroklastlar pürüzlü tane yüzeylerine ve gözenek duvarlarına sahiptir (Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007). (Şekil 1.3)



Şekil 1. 4. (a) Pele'nin saçı (Pele's hair) ve (b) Pele'nin gözyaşları (Pele's tears) (Kilauea volkanı), Hawaii. Fotoğraf: Bruce F. Houghton; fotoğraf Gonnerman, (2015) 'ten alınmıştır

Andezitik ve riyolitik magmaların fragmantasyon süreçleri ve kül oluşumu

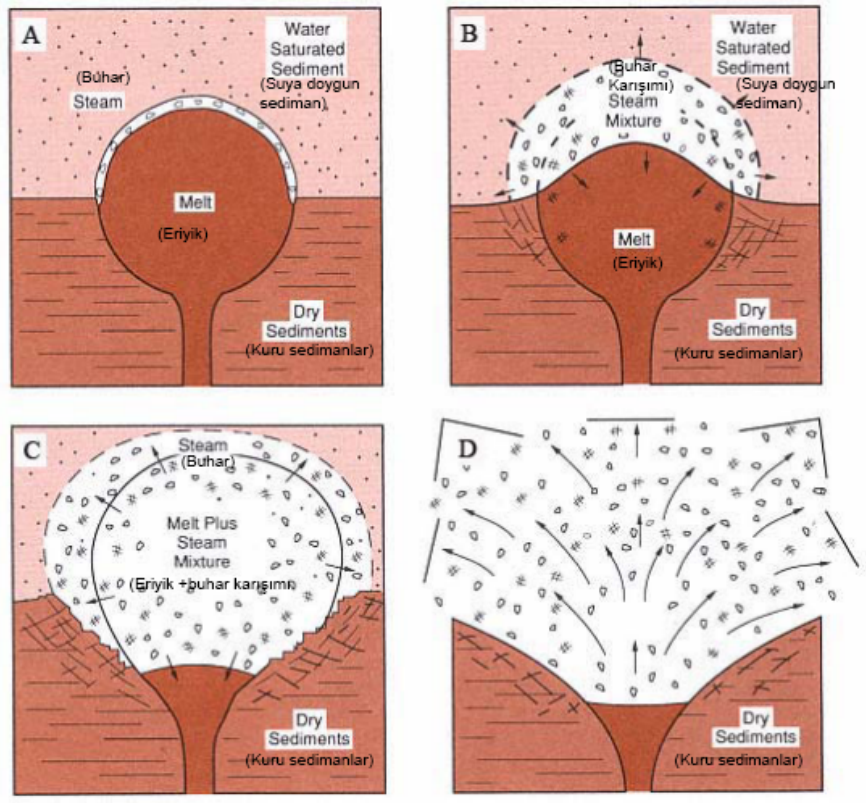
Vulkaniyen ve Pliniyen patlamaları, yüksek viskoziteye sahip magmanın bir sonucu olarak gelişmektedir. Vulkaniyen patlamaları, volkanik baca içindeki magmanın dekompresyonu sonucu oluşmaktadır. Bu patlamalar genellikle bacanın üst kısmındaki domun çökmesiyle ilişkilidir. Ani dekompresyon, magma parçalanmasına ve tek veya bir dizi ayrı patlamaya neden olmaktadır (Clarke, 2013). Pliniyen tip püskürmeler saatler veya günler süren püskürmelerdir. 10-50 km yüksekliğindeki patlama kolonlarının oluşmasına sebep olmaktadır (Woods, 2013; Gonnermann, 2015).

Andezitik ve riyolitik bileşimli piroklastikler yüksek viskoziteli ve uçucu içeriğine sahip bir magma parçalanması sonucunda oluşur. Oluşan piroklastların özelliklerini magmanın viskozitesi, uçucu içeriği etkilemektedir (Ersoy, 2007). Vulkaniyen, Pliniyen ve Pele tipi patlamalar çoğunlukla asidik-ortaç volkanizmayı karakterize eden patlama türleridir (Heiken ve Wohletz, 1985). Andezitik volkanik küller, vitrik, kristal ve litik bileşenlerin karışımı şeklindedir. Tanelerin şekilleri

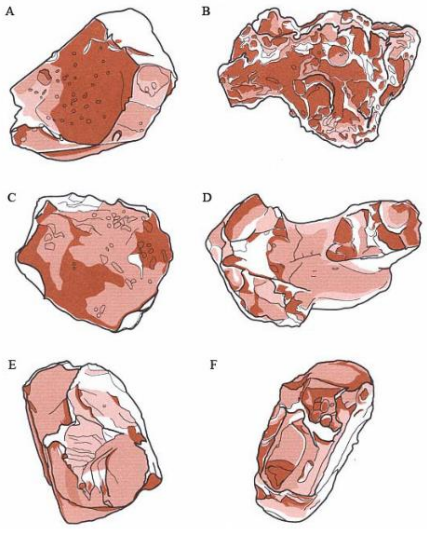
gözenek yoğunluğuna ve geometrisine göre değişim göstermektedir (Heiken ve Wohletz, 1985). Tanenin uzun eksenine paralel boru şeklinde gözenekler oluşabilir. Gözenek duvarlarının düzensiz olması nedeniyle tanelerin yüzeyleri de pürüzlüdür. (Heiken ve Wohletz, 1985). Dasitik ve riyolitik piroklastikler; pomzalar ve pomza parçaları ile ilişkilidir. İnce taneli küller cam kıymığı, bağımsız kristal taneleri ve bazı ksenolitlerden oluşmaktadır. Su içeriği %3 veya daha fazla olan riyodasitik veya riyolitik eriyiklerde 2 veya 3 km derinlikte gözenek büyümesinin başlaması mümkündür. Yüzeye yakın yerlerde gözenekler, oldukça uzun, tüp benzeri biçimdedir (Heiken, 1972; Heiken ve Wohletz, 1985).

1.1.2. Hidrovolkanik Patlamalar ve Fragmantasyon Süreçleri

Patlamalı püskürümler, hem magmatik hem de freatomagmatik bileşenleri içerebilir. Freatik püskürümler, yükselen magmanın, yeraltı suyunu veya yüzey suyunu buharlaştırması ile oluşur. Jüvenil magma, patlama ürünlerine katılmaz, sadece ısı sağlar. Hacimdeki ortaya çıkan hızlı artış, buhar, su, magmatik gazlar ve değişken büyüklükteki kaya parçalarının fırlatılmasına neden olur. Diğer taraftan, freatomagmatik püskürümlerde magma doğrudan patlama ürünlerine katılır (Heiken, 1972; Self ve Sparks, 1978, Sheridan ve Wohletz, 1983; White ve Houghton, 2000). Eriyik-su ara yüzeyindeki hızlı ısı transferi, suyun buhara dönüşmesine ve ayrıca eriyiğin hızlı bir şekilde soğutulmasına (=quenching) neden olur (Şekil 1.5). Ardından gelen patlamalar ayrıca çevredeki kayaçları parçalayarak, freatomagmatik ürünler içinde bol miktarda bulunmasına neden olabilirler (Sheridan ve Wohletz, 1983; Ersoy, 2007).



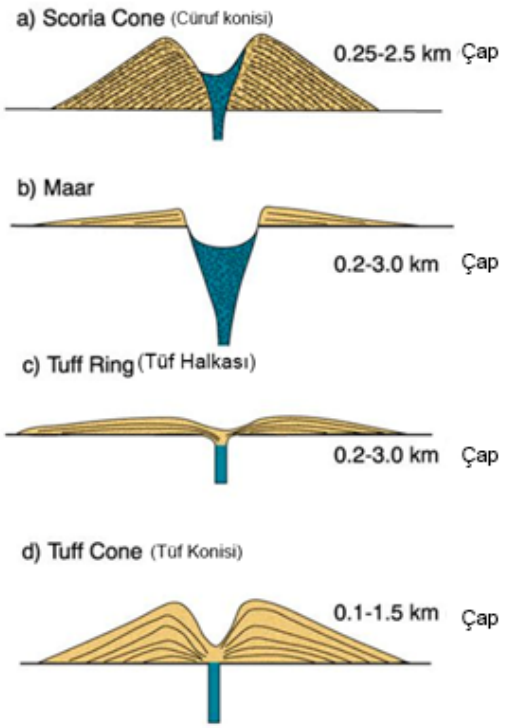
Şekil 1. 5. Hidrovolkanik patlamaların yeraltındaki mekanizmayı gösteren temsili çizimi. (A) Magmanın suya doygun sedimanlar ile teması, (B) Buhar filmi oluşumu, (C) Magmanın sedimanlar ile etkileşimi, (D) Yüksek basınçlı buharın genişlemesi (Sheridan ve Wohletz, 1983; Wohletz ve Heiken, 1992; Ersoy, 2007)



Şekil 1. 6. Hidrovolkanizmadan kaynaklanan piroklast dokularının çizimleri. Bu dokular arasında (A) karakteristik bloksu cam kıymıkları, (B) gözenekli cam kıymıkları, (C) düz cam kıymığı, (D) damla benzeri cam parçası, (E) bloksu, konkoidal kırılma yüzeyler, (F) veziküler cam tabakası ile mükemmel bir kristal (Wohletz ve Heiken, 1992; Ersoy, 2007)

- Freatomagmatik patlamalar

Magmanın yükselirken su ile teması ile oluşmaktadır. Hidrovolkanik patlamalar sonucunda farklı volkanik yüzey şekilleri/monojenetik volkanlar oluşmaktadır. Maarlar, dik krater duvarları olan, dışa doğru hafif eğimli oluşumlardır. Krater tabanı, patlama öncesindeki krater tabanından daha düşük seviyelerde yer almaktadır. Oluşan maarların içi su ile doludur (Barker, 2009). Tüf halkasında, krater duvarları iç kesimlerde daha dik, dışa doğru daha düşük eğimlidir. Krater tabanı, çevresindeki taban seviyesinden daha yüksekte bulunmaktadır (Şekil 1.7). Tüf konileri, tüf halkaları ile benzerdir. Krater duvarları iç ve dış tarafta daha yüksek eğim değerleri almaktadır. Krater tabanı, çevresindeki taban seviyesinden daha yüksek seviyededir. Tüf konileri, tüf halkalarından daha yüksek ve dik bir morfoloji sunar (Wohletz ve Sheridan, 1983; Barker, 2009; Goldberg, 2018; Németh ve Kósik, 2020).



Şekil 1. 7. Hidrovolkanik patlama sonucunda oluşan monojenetik volkanların (b-c-d) ve su etkileşimi ile ilişkili olamayan cüruf konisinin (a) şematik çizimleri. (Goldberg, 2018)

Aşırı ısınma (Superheating) ve patlama dalgalarının (detonation waves) etkileri suyun buharlaşması için kritik öneme sahiptir. Aşırı ısınma anlık buharlaşmaya neden olan dengesiz ısı transferini içeren bir süreçtir. Patlama dalgaları, sıvı kararsızlıkları ve buhar filminin çökmesi ile parçalanmaya ve suyla karışmaya neden olan eriyik boyunca yayılan şok dalgalarıdır. Bu dalgalar, geniş hacimdeki eriyik ve suyun kısa zamanda etkileşimine izin verir. Patlayıcı mekanizma sonucunda bloksu (blocky), eş boyutlu (equant) gibi volkanik camlar oluşmaktadır (Şekil 1.6) (Heiken, 1972; Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007; Gonnerman, 2015).

- Freatik patlamalar

Volkanik küller, krater ve baca duvarlarından kopan jüvenil olmayan parçalardan oluşmaktadır. Freatik patlamalar, magmatik veya freatomagmatik patlamalardan önce meydana gelebilir. Freatik püskürümler sonucunda oluşan volkanik küller, çoğunlukla hidrotermal alterasyon gözlemlenen litik ve mineral parçalardan oluşmaktadır. Parçacık yüzeyleri zeolit kristalleri veya kil ile kaplanabilir (Heiken,1972; Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007).

1.2. Önceki Çalışmalar

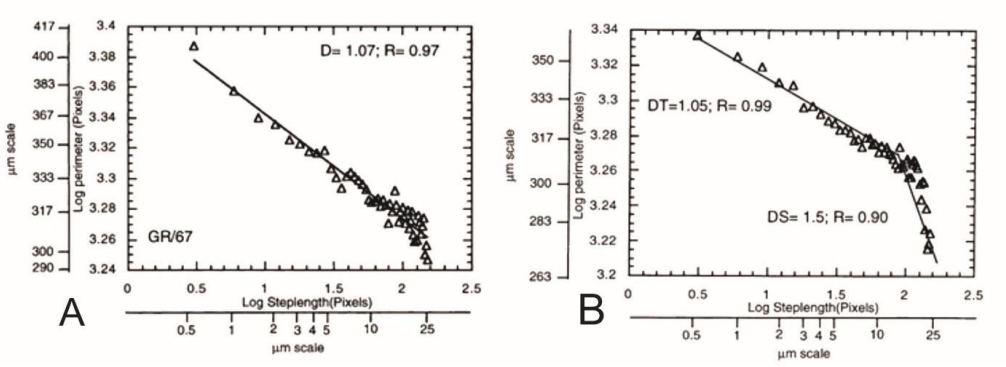
Wohletz, (1983) tarafından yapılan çalışma deneysel olarak volkanik kül oluşum süreçlerinin yorumlanmasını içermektedir. Wohletz (1983) çalışmasında tane boyutu ve Taramalı Elektron Mikroskobu ile hidrovolkanik piroklastiklerin oluşumunu değerlendirerek, Stromboliyen patlamalarının santimetre boyutunda piroklastikler ürettiğini; Surtseyan ve Vulkaniyen patlamalarının ise milimetre'den mikrometre boyutuna değişen piroklastikler meydana getirdiğini belirtmiştir. Beş önemli piroklastik (kül) tipi tanımlanmıştır, (1) bloksu ve eşboyutlu (blocky and equant); (2) gözenekli ve pürüzsüz yüzeyli düzensiz kenarlı (vesicular and irregular with smooth surfaces); (3) yosun benzeri (moss-like); (4) küresel veya damla benzeri; (5) levha benzeri (plate-like).

Wohletz ve ark., (1995) tarafından yapılan çalışma da Campanian volkaniklerinin ikinci büyük piroklastik çökelleri olan Neapolitan Yellow Tuff çökelleri incelenmiştir. İki üyeden oluşmaktadır. Alt üye, Freatopliniyen faz taban yayılımı ürünleri ve geri düşmelerden oluşmaktadır. Üst üye ise kaldera çökmesi ile

ilişkilidir ve freatomagmatik, magmatik ürünlerden oluşmaktadır. Granülometrik verilere ardışıklı parçalanma/taşınma analizi uygulanmıştır, 5 farklı alt populasyon belirlenmiştir. Bu alt populasyonlardan 1. ve 2. alt populasyon kaba tanelileri işaret ederken, 3. 4. ve 5. alt populasyonlar daha ince taneleri karakterize etmektedir. Freatomagmatik ve magmatik fragmantasyon süreçlerinin ayrımlanması Fraksiyon (Fraction)'a karşı tepe değer (mode); Fragmantasyon faktörü (alt populasyon tepe değeri/ dağılım (dispersion))'ne karşı tepe değer grafikleri ile sağlanmıştır. Yapılan ayrıma göre üst üye %80 freatomagmatik bileşimli, alt üye ise %70 freatomagmatik bileşimli olarak belirlenmiştir.

Dellino ve La Volpe, (1996); volkanik kül partiküllerinin morfolojisini ve yüzey dokusunu görüntü işleme teknikleri ve istatistiksel metotlar ile karakterize ederek partikülleri oluşturan patlamaların kökeni hakkında yorumlamalar yapmıştır. Görüntü işleme analizleri (Image Processing Analysis (IPA)) ile elde edilen uzama, dairesellik, sıkılık ve dikdörtgensellik morfolojik parametreleri temel alınarak yapılan faktör diyagramlarında magmatik ve hidromagmatik patlamalar ile oluşmuş partiküller birbirinden ayrılmıştır.

Dellino ve Liotino, (2002) tarafından yapılan Monte Pilato-Rocche Rosse'a (Lipari, İtalya) ait farklı patlamaların piroklastik ürünleri fraktal boyutlarına göre ayrımlanmıştır. Fraktal boyut, freatomagmatik ve magmatik patlamaların ayrımlanmasını sağlar. Monte Pilato-Rocche Rosse patlamalarının freatomagmatik partiküllerinin mono fraktal, magmatik partiküllerinin çoklu (multi) fraktal olduğu belirlenmiştir. Freatomagmatik partiküllerde fraktal boyut değeri düşük olarak belirlenmiştir. M-R grafiği üzerinde net bir doğrusal eğilim ortaya koymaktadır ve regresyon çizgisinin korelasyon katsayısı 1'e yakındır. Buna karşın, magmatik partiküllerde, M-R grafiğindeki iki farklı segment gözlemlenmiştir ve fraktal boyut değeri daha yüksek olarak belirlenmiştir (Şekil 1.8).



Şekil 1. 8. (A) Freatomagmatik patlamalara ait M-R diyagramı. D= fraktal boyut değeri. R= korelasyon katsayısı. 1,03 ile 1,07 arasında değişen fraktal boyut değeri D, freatomagmatik parçacıkların çok karmaşık bir şekle sahip olmadığını göstermektedir. (B) Magmatik patlamalara ait M-R diyagramı. Dokusal fraktal DT'yi ve yapısal fraktal DS'yi tanımlayan iki farklı segment gözlemlenmiştir (Dellino ve Liotino, 2002).

Ersoy ve ark., (2006) tarafından kül partiküllerinin şekil parametreleri, quadtree blokların sayısı (number of quadtree blocks) (nQT), ortalama blok boyutu (the mean block size) (mQT), blok boyutunun standart sapması (the standard deviation of block sizes) (sQT) parametreleri hesaplanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu ile alınan volkanik kül tanelerinin görüntüleri üzerinden dokusal ve morfolojik çalışmalar yapılmıştır. Quadtree decomposition analizleri sonucunda elde edilen parametrelerin volkanik kül morfolojisi tanımlamada yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Ersoy ve ark., (2007) tarafından yapılan çalışma da 1982–1983 yılları arasında Galunggung (Java, Endonezya) patlaması sonucunda oluşan volkanik küllerin pürüzlülüğü ve dokusal özellikleri tanımlanmıştır. Tanelerin gözenekli yüzeyleri, alterasyon yoğunluğu, küllerin morfolojik parametreleri kullanılarak küllerin oluşum mekanizmaları yorumlanmıştır. Vulkaniyen faz ile freatomagmatik faz arasındaki geçişte Ra ve Rq (pürüzlülük genlik tanımlayıcıları parametreleri) değerleri yükselirken bu değerlerin Stromboliyen faza doğru azaldığı gözlemlenmiştir. Rsk ve Rku (İstatistiksel tanımlayıcılar) değerleri freatomagmatik faza geçişte azalırken, Stromboliyen faza doğru bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Ra ve Rq'nun artan eğilimleri, Vulkaniyen fazından freatomagmatik faza geçiş boyunca artan ince kül ve alterasyonu işaret etmektedir. Ra ve Rq'nun Stromboliyen fazına doğru azalan eğilimleri, magma ile etkileşen su miktarının azaldığına işaret etmektedir.

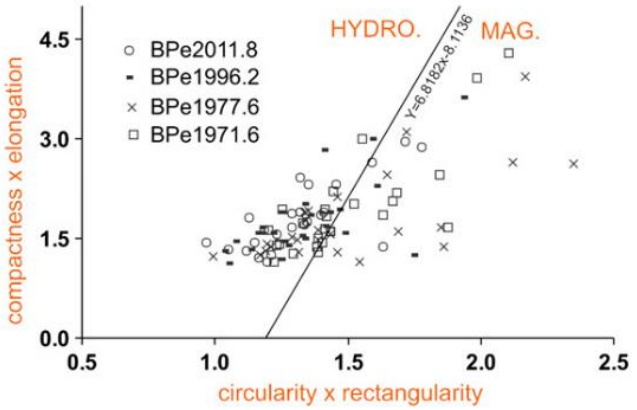
Ersoy, (2007); Ersoy ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada Dikkartın domuna ait volkanik patlamalar ile oluşan volkanik ürünlerin granulometrik, morfolojik ve dokusal analizleri değerlendirilmiştir. Dikkartın stratigrafik dizilimi incelenerek taşınma ve fragmantasyon mekanizmaları yorumlanmıştır. Patlama kuru (dry)- magmatik pliniyen patlaması ile başlamaktadır. Magma ile temasta bulunan su patlamanın dinamiğini değiştirmiş olup bunun sonucunda bir tüf halkası oluşmuştur. Parçalanma ve taşıma dinamikleri hakkında yorum yapabilmek amacıyla tefra örneklerine Wohletz ve ark., (1989) tarafından geliştirilen Ardışıklı Parçalanma/Taşıma (SFT)- teorisi uygulanmıştır. Ayrıca Dikkartın örneklerinde volkanik küllerin üzerinde yapısal ve morfolojik analizler yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları değerlendirildiğinde patlamanın dört farklı fazı olduğu öne sürülmüştür. Patlama magmatik Pliniyen Patlamasıyla başlayıp, ikinci fazda freatopliniyen ve bir tüf halkası oluşturan freatomagmatik patlama ile devam etmektedir. Ortamdaki suyun tükenmesi ve magmadaki uçucuların kaybı ile üçüncü faz kuru bir patlama olarak gerçekleşmiştir ve dördüncü faz ile patlamanın sonlandığı belirlenmiştir.

Ersoy, (2010) tarafından volkanik kül partiküllerinin yüzey dokusu ve morfolojik özellikleri, yüzey alanı ve hacim hesaplamaları Alicona Mex programı kullanılarak stereoskopik görüntüler ile oluşturulan Digital Elevation Model (DEM) üzerinden yapılmıştır. Ölçülen ve geometrik olarak hesaplanan yüzey alanları arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Volkanik kül partiküllerinin daha yüksek yüzey alanına sahip olduğu belirlenmiştir.

Cioni ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada distal fasiyesler ile proksimal fasiyeslerdeki küllerin korelasyonunda kayaç ve volkanik cam kimyası ile partikül şekli, morfolojisi, hamur dokusu ve kompozisyonu kullanılmıştır. Vezüv volkanının Orta çağ aktivitesine ait kül partiküllerinin morfolojik, dokusal ve bileşimsel özellikleri incelenmiştir. Magmanın kompozisyonu için minerallere ve cama ait majör element analizleri yapılmıştır. SEM cihazında düşük büyütmeler kullanılarak süngerimsi (Spongy), bloksu (Blocky), kaynaşmış (Fused) partiküllerden alınan fotoğraflar ile morfoloji, parçacık şekli, yüzey dokusu, gözeneklilik özellikleri ve volkanik küllere ait dört farklı parametre (dikdörtgensellik, sıkılık, uzama ve dairesellik) nicelleştirilmiştir. Morfolojik

parametreler, ImageJ programı ile partiküllerin dış kontürleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunlara ek olarak çalışmada hamur dokusunun (groundmass texture) gözenek boyutu, kristal içeriği parametreleri belirlenmiştir.

Murtagh ve White, (2013) tarafından yapılan çalışma Surtseyan'da ortaya çıkan volkanizmaya ait piroklastların morfolojik parametrelerinin ve yüzey dokularının incelenmesine dayanmaktadır. 4 Φ boyutundaki Black point küllerinin morfolojik analizleri yapılmıştır. Hidromagmatik ve magmatik süreçler dairesellik x dikdörtgenselliğe karşı sıkılık x uzama grafikleri ile ayrımlanmıştır. Black Point kül tanelerinin %75'i hidromagmatik parçalanma alanına düştüğü saptanmıştır (Şekil 1.9).



Şekil 1. 9 Black Point kül partiküllerinin morfolojik analiz sonuçları. Partiküllerin %75'i hidromagmatik parçalanma alanına girer. Parçalanma sınırı Schipper'in (2009) tarafından belirlenen bir denklem ile ayrılır. Sıkılık (compactness) x uzama (elongation)-dairesellik (circularity) x dikdörtgensellik (rectangularity) grafiğidir. Hidromagmatik alan (Hydro), magmatik alan (Mag.). (Murtagh ve White, 2013).

Leibrandt ve Le Pennec, (2015) tarafından yapılan çalışma kamera bağlantılı bir mikroskop kullanılarak yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilip, morfolojik analizin daha kısa zamanda daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmesine dayanmaktadır. Bu yöntem ile partiküllerin boyutu, en-boy oranı, daireselliği ve dışbükeyliği hesaplanmaktadır. Tungurahua volkanının (Ekvador) 1999'da gerçekleşen andezitik patlama analizlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde; 2001 fazındaki kül parçacıklarının nispeten eşit ve dışbükey şekilli olduğu, buna karşın 2006 subpliniyen fazında ise daha uzun, daha az dairesel ve daha az dışbükey olduğu rapor edilmiştir.

Liu ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmada kül morfolojisi karakterizasyonunda ImageJ programında yeni bir komut dizisi geliştirilmiştir. Farklı görüntüleme teknikleri kullanılmış ve bu yöntemlerden elde edilen sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Partiküllerin morfolojik özellikleri değerlendirilirken küme (cluster) analizi kullanılmıştır. Sağlamlık, dışbükeylik, En-boy oranı ve biçim katsayısı parametreleri kullanılmıştır. Fragmantasyon süreçleri farklı kül tanelerine ait morfolojik parametrelerin değerlendirilmesi ile yorumlanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu ve optik tane analiz cihazı kullanılmıştır. Dışbükeylik ve sağlamlık parametreleri, farklı parçalanma mekanizmaları ile oluşmuş kül bileşenleri arasında ayrım yapılmasını sağlamaktadır.

Nurfiani ve Bouvet de Maisonneuve, (2018) tarafından yapılan çalışma da volkanik kül partiküllerinin sağlamlık, dışbükeylik, en-boy oranı ve biçim katsayısı parametreleri ve Öklid uzaklık dönüşümü kullanılarak külün çökelme hızı ve fragmantasyon mekanizmaları incelenmiştir. Iwodake (Japonya), 2013, Tangkuban Perahu (Endonezya) 2013 ve 2015'teki Merapi (Sumatra, Endonezya) 'nın hidrotermal patlamaları; Merapi (Java, Endonezya -2013) dom patlaması; Merapi-2010 ve Tavurvur (Rabaul, Papua Yeni Gine-2014) Vulkaniyen patlaması; Kelud (Endonezya) Pliniyen Patlamasına ait kül örnekleri karşılaştırılmıştır. Hidrotermal patlamalara ait olan daha bloksu partiküller, dom patlamaları ile oluşan partiküller ve gözenekli taneler, morfolojik parametreler ve fraktal analizi ile ayrımlanmıştır.

Aydar ve ark., (2021) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin Güneybatısında Santorini volkanının Minoan patlamasına ait volkanik küller incelenmiştir. Farklı fragmantasyon süreçleriyle oluşmuş küller üzerinde üç boyutlu morfolojik analizler gerçekleştirilmiştir. İstatiksel değişkenler, fraktal boyut, yüzey alanı/hacim ve yüzey alanı/ projeksiyon alan kullanılarak küller karakterize edilmiştir. Morfolojik analizler Dikkartın Pliniyen çökelleri (DPD), Acıgöl Riyolitik Maar Crater (ARM) örnekleri ve Santorini tefraları üzerinde yapılmıştır. Morfolojik analizler haricinde tane boyu dağılımı, kimyasal analizler ve ^{14}C yaşlandırma yöntemi uygulanmıştır. Magmatik kökenli kül partiküllerinin daha yüksek fraktal boyut ve pürüzlülük değerleri aldığı, freatomagmatik tanelerin daha düşük fraktal boyut ve pürüzlülük değerleri aldığı belirlenmiştir.

2. YÖNTEMLER

2.1. Saha Çalışmaları

Saha çalışmaları süresince farklı patlamalara ait volkanik ürünlerden örnekler toplanmıştır. (1) Karapınar: Bazaltik freatomagmatik ile stromboliyen tipi patlama dinamikleri ile oluşan örnekler, 2) Mahmutlu Tepe: Bazaltik stromboliyen tipi, freatomagmatik patlama sonucu oluşan örnekler; (3) Hasan Dağı blok-ve-kül-akıntısı: 1-2 metre ve daha büyük bloklar içermektedir ve matriks örnekleri alınmıştır; (4) Hasan Dağı Çığ Akıntı Çökeli: Matriks ve blast örnekleri alınmıştır; (5) Hasan Dağı Lahar: Çamur akışı, kumlu matrikse sahip numuneler; (6) Hasan Dağı (Neovolkan) Pekişmemiş ignimbiritin matriksinde alınan örnek; (7) Hasan Dağı Pliniyen tipi patlama ile oluşmuş asidik pomza ve kül geri düşme çökelleri; (8) Göllüdağ'dan alınan asidik freatomagmatik ve geri düşmeler ile ardalanmalı örnekler arazi çalışmalarında çalışılmak için toplanmıştır.

2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Volkanik küllerin şekil parametrelerinin sayısallaştırılması çeşitli metotlarla farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Morfolojik analizler başlangıçta iki boyutlu analizler ile başlamıştır (Dellino ve La Volpe, 1996). İki boyutlu analizler kül partiküllerinin dış kontürlerine odaklanmaktadır (Dellino ve La Volpe, 1996; Riley ve ark., 2003; Cioni ve ark., 2014; Dürig ve ark., 2018). Üç boyutlu analizler teknolojinin ve programlamanın gelişimiyle beraber değer kazanmıştır (bkz. Ersoy, 2010; Mills ve Rose, 2010; Vonlanthen ve ark., 2015; Cannata ve ark., 2019). İki boyutlu analizler zaman içinde farklı araştırmacılar tarafından farklı şekil parametreleri hesaplanarak yapılmıştır. Bununla beraber yüzey alanı, hacim, yüzey pürüzlülüğü (Ersoy, 2007; Ersoy 2010; Mills ve Rose, 2010) , fraktal analizi (Dellino ve Liotino 2002; Rausch ve ark., 2015; Aydar ve ark., 2021) ve projeksiyon (projected) alanı (Aydar ve ark., 2021) üç boyutlu analizlerde önemli bir yer tutmaktadır. Tane boyu ve tane boyu dağılımları patlamanın fragmantasyon mekanizmalarının yorumlanmasında etkilidir. (Kaminski ve Jaupart 1998; Bonadonna ve Houghton, 2005). Ayrıca volkanik tehlikelerin yorumlanması, patlamaların büyüklüğünün hesaplanmasında gerekli bir analizdir (Barberi ve ark., 1990; Connor ve ark., 2001; Bonadonna ve ark., 2002; Bonadonna ve Houghton, 2005). Volkanik camlardan alınan kimyasal analizler,

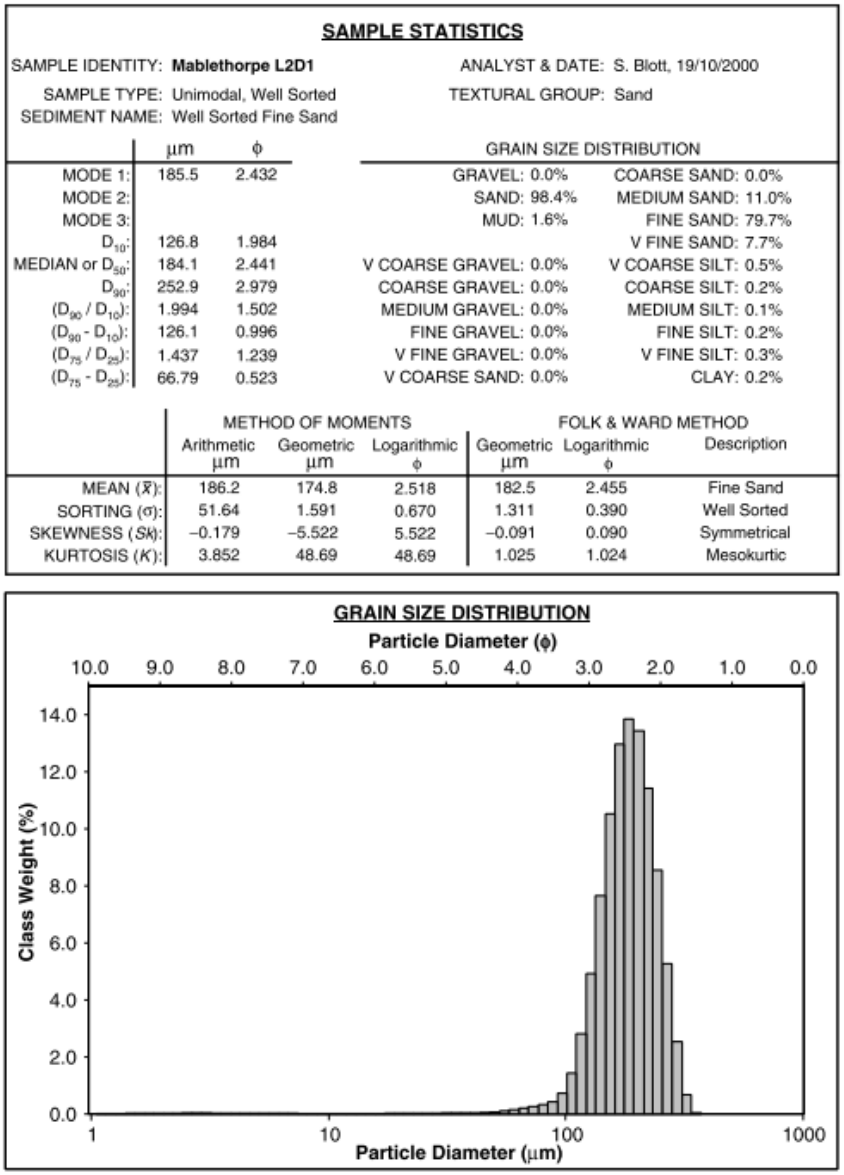
volkanik külleri oluşturan patlamaların kimyaları ile ilişkilidir (Nakagawa ve Ohba 2003; Smith, 2014). Bu çalışmada, tane boyu dağılımları ve istatiksel parametrelerin hesaplanması, iki boyutlu ve üç boyutlu morfolojik analizler ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Tane Boyu Dağılımı ve İstatiksel Analiz Yöntemleri

Partiküllerin boyutlarının incelenmesi, tanelerin taşınma ve depolanma gibi süreçlerden nasıl etkilendiğini belirlemede büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla önce elek analizi gerçekleştirilmiştir. Elek analizi ile volkanik kül örnekleri>31.5 mm, 31.5-22.4 mm, 22.4-16 mm, 16-11.2 mm,11.2-8mm, 8-5.6 mm, 5.6-4 mm, 4-2 mm, 2-1 mm, 1 mm-500 µm, 500 µm-250 µm, 250 µm-125 µm, 125-63 µm, 63-38 µm ve <38 µm'luk elekler yardımıyla tane boylarına ayrılmıştır. Elek analizi sonuçları, tane boyu dağılım grafikleri ile ilgili bölümlerde sunulmaktadır. İstatiksel parametreler belirlenirken iki farklı program olan Gradistat (Blott ve Pye, 2001) ve SFT (Ardışıklı Fragmantasyon/Taşınım) (Wohletz ve ark., 1989; Wohletz ve Brown, 1995) kullanılmıştır.

2.2.1.1. Gradistat

Microsoft Visual Basic'te yazılan program, tablo ve grafik çıktıya izin veren bir Microsoft Excel elektronik tablosuna entegre edilmiştir. Bununla beraber, ortalama, tepe değer (mode), standart sapma (standard deviation), çarpıklık (skewness), basıklık (kurtosis), D50 (ortalama tane boyutu), D10, D90, D90/D10, D90 –D10, D75/D25 ve D75 –D25 değerleri hesaplanmaktadır (Şekil 2.1). Bununla beraber program Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre analiz yapılan örneklerin ortalama tane boylarını, boylanma, çarpıklık, basıklık değerlerini temel alarak sınıflandırmıştır. Pozitif çarpıklık ince çarpıklık olarak isimlendirilirken, negatif çarpıklık kaba çarpıklık olarak isimlendirilmiştir (Blott ve Pye, 2001).



SAMPLE STATISTICS

SAMPLE IDENTITY: **Mablethorpe L2D1** — ANALYST & DATE: S. Blott, 19/10/2000

SAMPLE TYPE: Unimodal, Well Sorted — TEXTURAL GROUP: Sand

SEDIMENT NAME: Well Sorted Fine Sand

	μm	ϕ
MODE 1:	185.5	2.432
MODE 2:		
MODE 3:		
D_{10}:	126.8	1.984
MEDIAN or D_{50}:	184.1	2.441
D_{90}:	252.9	2.979
(D_{90} / D_{10}):	1.994	1.502
(D_{90} - D_{10}):	126.1	0.996
(D_{75} / D_{25}):	1.437	1.239
(D_{75} - D_{25}):	66.79	0.523

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

GRAVEL: 0.0%	COARSE SAND: 0.0%
SAND: 98.4%	MEDIUM SAND: 11.0%
MUD: 1.6%	FINE SAND: 79.7%
	V FINE SAND: 7.7%
V COARSE GRAVEL: 0.0%	V COARSE SILT: 0.5%
COARSE GRAVEL: 0.0%	COARSE SILT: 0.2%
MEDIUM GRAVEL: 0.0%	MEDIUM SILT: 0.1%
FINE GRAVEL: 0.0%	FINE SILT: 0.2%
V FINE GRAVEL: 0.0%	V FINE SILT: 0.3%
V COARSE SAND: 0.0%	CLAY: 0.2%

	METHOD OF MOMENTS			FOLK & WARD METHOD		
	Arithmetic μm	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Geometric μm	Logarithmic ϕ	Description
MEAN ($\bar{x}$):	186.2	174.8	2.518	182.5	2.455	Fine Sand
SORTING (σ):	51.64	1.591	0.670	1.311	0.390	Well Sorted
SKEWNESS (Sk):	−0.179	−5.522	5.522	−0.091	0.090	Symmetrical
KURTOSIS (K):	3.852	48.69	48.69	1.025	1.024	Mesokurtic

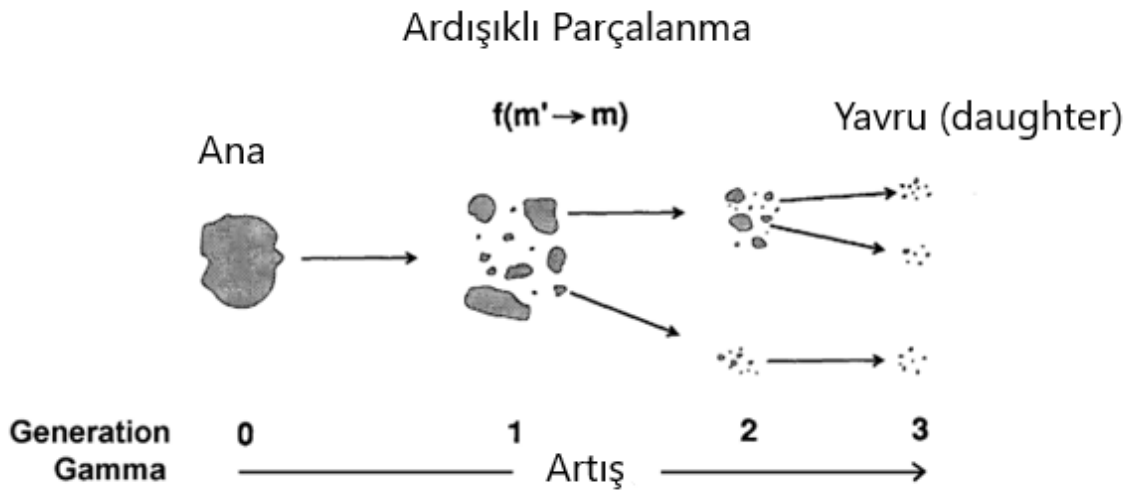
Şekil 2. 1. Gradistat çıktısı (Blott ve Pye, 2001)

İki farklı yöntem taneleri analiz etmede kullanılmaktadır. Bunlardan biri moment yöntemi diğer ise grafiksel yöntemdir. Grafiksel yöntem ve moment parametreleri arasındaki ilişkiler, her yöntemin tane boyutu dağılımının farklı kısımlarına verdiği vurgudaki farklılıklarla açıklanmaktadır (Blott ve Pye, 2001).

Bu çalışmada Gradistat analizi sonucunda elde edilen istatistiksel parametreler ortalama, tepe değer, standart sapma (standard deviation), çarpıklık (skewness), basıklık (kurtosis), D10 , D50, D90, D90/D10, D90 –D10, D75/D25 ve D75 –D25 değerleri hesaplandıktan sonra ikili diyagramlar kullanılarak parametreler yorumlanmıştır.

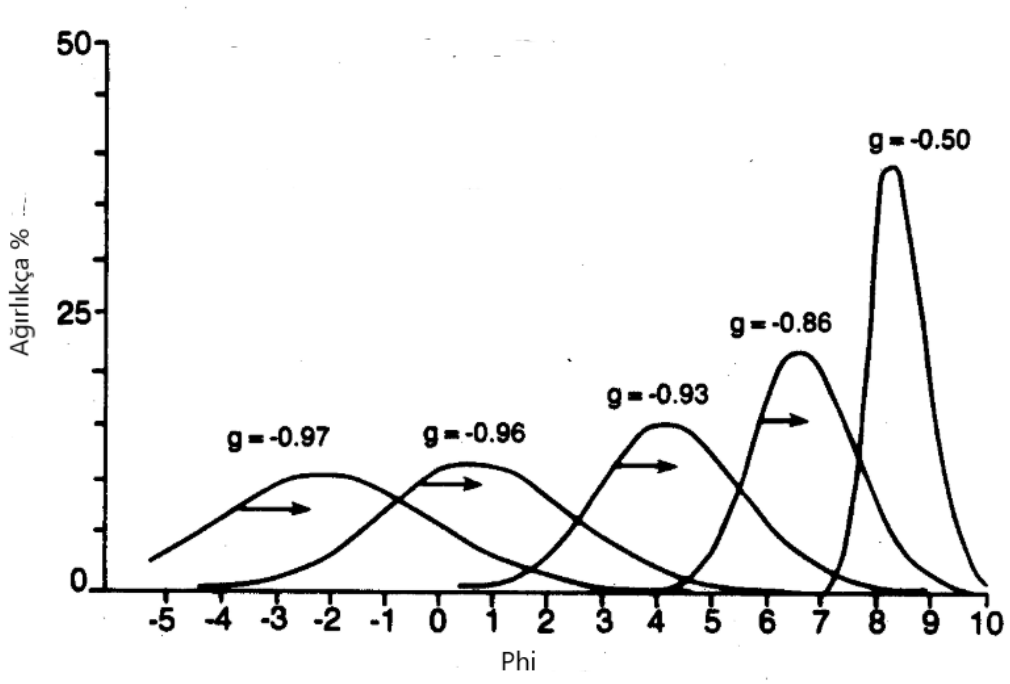
2.2.1.2. Ardışıklı Parçalanma/Taşınma (SFT (Sequential Fragmentation Transport)

Volkanik küllerde taşınım ve fragmantasyon süreçlerini karakterize etmek amacıyla geliştirilen Windows tabanlı yazılımdır (Wohletz ve ark., 1989). SFT analizi, ana kütleden itibaren bir dizi parçalanma ve taşınma olaylarını, parçacık kütle dağılımlarını yorumlamak için kullanılmaktadır (Şekil 2.2) (Wohletz ve ark., 1989; Mackaman-Lofland ve ark., 2014).



Şekil 2. 2. Ardışıklı parçalanma şematik gösterimi (Wohletz ve ark., 1989)

Her bir parçalanma sonucunda oluşan parçacıkların dağılımı γ (veya dispersion) ile temsil edilmektedir. γ değer -1'e yaklaştıkça, histogramdaki dağılım daha geniş ve düzdür. Artan γ değerleri, bir parçalanma mekanizmasıyla artan ufalanmayı ve/veya bir taşıma mekanizmasıyla artan boylanmayı yansıtmaktadır ve bunun sonucunda yayılım daha ince ve pik değerine yakın bir grafik sunar (Şekil 2.3) (Wohletz ve ark., 1989).



Şekil 2. 3. SFT analizinde kullanılan dağılım parametresinin değerleri (Wohletz ve ark., 1989)

SFT yazılımı üç ana parametre hesaplamaktadır. Ağırlık fraksiyonu (Weight fraction), tüm numunedeki belirli bir alt popülasyonun göreceli oranını ifade eder. Tepe değeri (Mode), bir alt popülasyonun dağılım eğrisinin zirveye ulaştığı noktanın boyutudur (φ birim cinsinden). Yayılım (Dispersion) alt popülasyonunun parçalanma veya taşınma mekanizmaları ile doğrudan ilişkilidir (Wohletz ve ark., 1989).

Bu çalışmada, en uygun polinom eğrisi kullanılarak iki farklı grup alt populasyon belirlenmiştir. Bu alt populasyonlardan 1 ve 2 alt populasyonları kaba tane boyunu temsil eden alt popülasyonları; 3 ve 4 ince tane boyunu temsil eden alt populasyonlardır. Bu iki grup alt populasyon mod değeri φ: -0.5 ‘den geçen bir çizgi ile ayrımlanmıştır (Wohletz ve ark., 1995; Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2019). Alt popülasyonlar, parçalanma faktörü (φm/ γ) (mod / dağılım (dispersion))- tepe değer grafikleri oluşturularak magmatik ve freatomagmatik parçalanma mekanizmaları yorumlanmıştır (Wohletz ve ark., 1995; Ersoy, 2007).

Sonuçlar 0 phi'de ayırarak, kaba tane boyuna sahip örneklerin 0'dan büyük parçalanma faktörü değerlerine sahip olduğunu, ince tane boyuna sahip örneklerin ise negatif değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir (Wohletz ve ark.,

1995; Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2019). Bu ayrım, magmatik ve freatomagmatik alt popülasyonlardan ayırır ve Sheridan ve Wohletz, (1983); Wohletz, (1983); Wohletz ve ark., (1995); Ersoy, (2007); Ersoy ve ark., (2019) tarafından tanımlanan saha, laboratuvar ve teorik çalışmalarla desteklenmiştir. Her bir patlama türüne ait taşınma ve fragmantasyon diyagramları ilgili bölümlerde bulunmaktadır.

2.2.2. Morfolojik Analizler ve Kimyasal Analizler

2.2.2.1. Örnek Hazırlama

Elek analizi ile farklı fraksiyonlara ayrılan volkanik küller kül yüzeylerine yapışan tozlar, organik kalıntılar, kalsit çimentonun temizlenmesi amacıyla aseton ile ultrasonik banyoda 5 dakika yıkanmıştır (Ersoy, 2007). Daha sonra etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 gün kurutulmuştur. Kimyasal analizler için 250-500 μm boyutundaki volkanik kül örnekleri Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ince kesit ve parlatma laboratuvarında vakum altında epoksi kalıba dökülmüş ve parlatılmıştır. Daha sonra bu örnekler karbon ile kaplanmıştır. Morfolojik analizler için farklı tane boylarındaki (38-63 μm, 63-125 μm, 125-250 μm) kül örnekleri paslanmaz çelik çubuklar üzerine monte edilen çift taraflı karbon bant üzerine püskürtülerek yerleştirilmiştir. Daha sonra bu örnekler altın ile kaplanmıştır.

2.2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

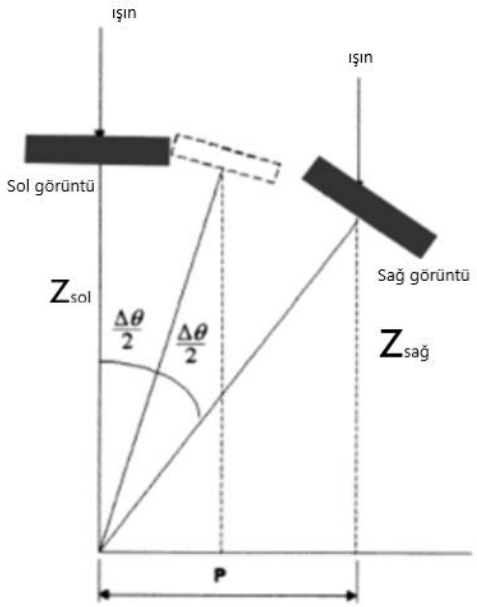
Taramalı Elektron Mikroskobu, jeolojinin birçok alanında mikroskobik olarak yapılan görüntülemelerde, kimyasal araştırmalarda sıklıkla tercih edilmektedir (Ersoy, 2007). Cihaz mikrometre ve nanometre boyutunda çözünürlük sağlamaktadır. Yapılacak çalışmanın türüne göre farklı dedektörler bulunmaktadır. SEM uzun yıllardır volkanik küllerin hem kimyasal hem de fiziksel olarak incelenmesi için kullanılmaktadır. Heiken, (1972); Heiken, (1974); Walker ve Croasdale, (1972) tarafından SEM cihazı kullanılarak kül morfolojisi, volkanik cam bileşimi ve püskürme tipi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Analizler, Hacettepe Üniversitesi'nde Zeiss EVO 50-EP Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)-Bruker XFlash 3001 Enerji Dağıtım Spektrometresi (Energy Dispersive Spectrometer (EDS)) cihazında yapılmıştır. Volkanik cam kimyasal

analizleri geri saçılım dedektörü (BSD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İvmelendirici (accelerating) voltaj değeri 15-20 keV olarak belirlenmiştir. Kimyasal analizler volkanik camlar üzerinden noktasal analizler yapılarak major oksit değerlerinin ölçülmesini kapsamaktadır.

Morfolojik analizler için İkincil Elektron (Secondary Electron) (SE) dedektörü kullanılmıştır. Morfolojik analizlerde ivmelendirici voltaj değeri 5-7 keV olarak seçilmiştir.

Üç boyutlu görüntüler elde etmek için Stereoskopik SEM görüntüleri kullanılmıştır. Bu çalışmada stereoskopik görüntü elde ederken SEM cihazının numune tutucusuna pozitif yönde 7 derece eğim verilerek görüntü alınmıştır (Şekil 2.4). Numune tutucusuna eğim verilmeden alınan ilk görüntü sol görüntü olarak kaydedilmiş ve iki boyutlu analizler bu görüntüler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Eğim verilerek elde edilen görüntü ise sağ görüntü olarak alınmıştır. Burada dikkate edilmesi gereken husus numune yüzeyi ile son lens arasındaki mesafe (working distance) ve büyütme (magnitude) parametrelerinin sol ve sağ görüntü çifti elde edilirken değişmemesidir (Ersoy, 2010; Mills ve Rose 2010; Aydar ve ark., 2021)



Şekil 2. 4. SEM numune tutucusunun sol görünüm konumu, negatif eğim açısına karşılık gelir. Sağ görünüm, daha yüksek veya pozitif eğim açısıyla ilgilidir (Hein, 2001; Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2010)

2.2.2.3. İki Boyutlu Morfolojik Analizler

İki boyutlu analizler ImageJ programı (Rasband, 2004) kullanılarak yapılmıştır. ImageJ halka açık Java tabanlı görüntü işleme programıdır. Java eklentileri aracılığıyla genişletilebilir (http://rsb.info.nih.gov/ij/).

Bu çalışmada ImageJ programında "Particle Analyer" aracı ve Liu ve ark., (2015) tarafından geliştirilmiş komut dizisi kullanılmıştır. Biçim katsayısı (FF), eksenel oran, dışbükeylik ve sağlamlık parametreleri Liu ve ark., (2015) tarafından geliştiren komut dizisi ile hesaplanmıştır. Dikdörtgensellik, sıkılık, uzama, dairesellik parametreleri Dellino ve La Volpe, (1996); Liu ve ark., (2015); Dürig ve ark., (2018)'un çalışmalarında bulunan formüller ile hesaplanmıştır (Şekil 2.5). Ayrıca ImageJ programı (Particel Analyzer aracı) kullanılarak ikinci bir dairesellik parametresi hesaplanmıştır.

Biçim katsayısı	$FF = \frac{4\pi A}{p^2}$
Eksenel oran	$\frac{B}{A}$
Dışbükeylik	$Con_{LI} = \frac{p_{CP}}{p}$
Sağlamlık	$Sol_{LI} = \frac{A}{A_{CP}}$
Dairesellik	$Circ_{DL} = \frac{p}{c}$ ve $\frac{P_p}{2\sqrt{\pi A_p}}$
Dikdörtgensellik	$Rec_{DL} = \frac{p}{2b+2w}$
Sıkılık	$Com_{DL} = \frac{A}{b \cdot w}$
Uzama	$\frac{D_{maxferet}{}^2}{A}$

A	En uygun elipsin minör ekseni
B	En uygun elipsin majör ekseni
P /P_p	Partikül çevresi
A /A_p	Partikülün alanı
w	Sınırlayıcı dikdörtgenin kısa kenar genişliği
b	Sınırlayıcı dikdörtgenin uzun kenar genişliği
Acp	Parçacık çevresi etrafındaki en küçük dışbükey çokgenin alanı
Lmax	En uygun elipsin ana ekseni
Lmin	Uygun elipsin minör ekseni
Pcp	Parçacık etrafındaki en küçük dışbükey çokgenin çevresi
c	Alanı A olan dairenin çevresi, dolayısıyla: $c=2\sqrt{A\pi}$

Şekil 2. 5 Şekil parametreleri ve parametrelerin hesaplanması için gerekli formüller (Liu ve ark., 2015; Dürig ve ark., 2018)

2.2.2.4. Üç boyutlu (3B) Morfolojik Analizler

Üç boyutlu analizler Alicona Mex programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Mex, version 5.1). Kül tanelerinin ana hatları bir poligon olarak çizilmiş ve daha sonra pürüzlülük parametreleri, yüzey alanı, projeksiyon alan, hacim, yüzeyin fraktal boyutu (DSA) gibi tüm dokusal tanımlayıcılar, profil analizleri ve tüm istatistiksel yüzey parametreleri hesaplanmıştır. Bu amaçla öncelikle; SEM cihazından alınmış görüntü çiftlerinden ve MeX Stereo Creator modülü kullanılarak stereo görüntüler elde edilmiştir. Üçüncü boyut (z koordinatı); eğim açısı, numune yüzeyi ile son lens arasındaki mesafe (WD) ve piksel boyutu parametreleri kullanılarak oluşturulmuş, Mex yazılımı vasıtasıyla bir sayısal yükseklik modeli (DEM) elde edilmiştir. Yapılan analizler DEM verisi üzerinden yapılmıştır.
Morfolojik ve kimyasal analiz sonuçları ilgili bölümlerde verilmiştir.

3. FREATOMAGMATİK PATLAMALAR

Hidromagmatik patlamalar magmanın su ile teması sonucunda oluşmaktadır (Walker, 1973; Heiken ve Wohletz, 1985; Morrissey ve ark., 2000; Gonnermann, 2015). Freatomagmatik patlamalarda su-eriyik oranı, magmanın sıcaklığı ve viskozitesi önemlidir (Morrissey ve ark., 2000; Gonnerman, 2015). Viskozite'ye bağlı olarak, eriyik-su ara yüzü alanı değişim göstermektedir (Büttner ve ark., 2002; Austin-Erickson ve ark., 2008). Parçalanma sırasında eriyik-su yüzey alanı hızla artar, bu da parçalanma ile ısı transferi arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtir (Büttner ve ark., 2005; Wohletz ve ark., 2013). Bunun sonucunda patlama süreci hem magmatik hem de hidromagmatik olarak gerçekleşebilmektedir (Self ve Sparks, 1978). Freatomagmatik patlamaların ayırt edici özelliği püskürme kolonunun buhar ve su bakımından zengin olmasıdır (Morrissey ve ark., 2000).

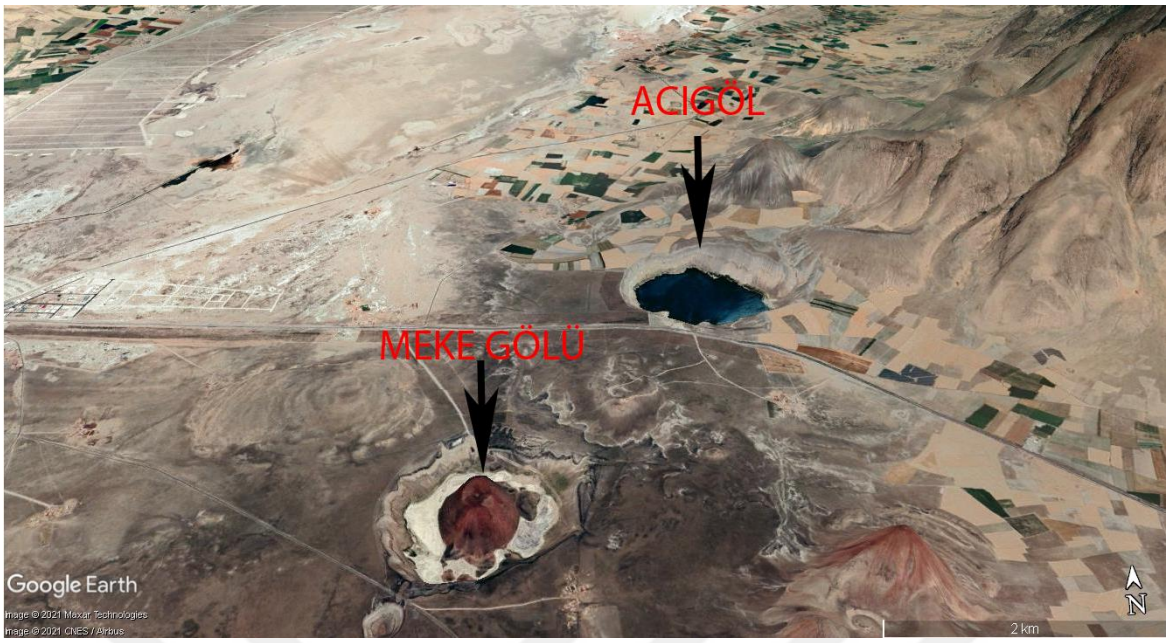
Freatomagmatik patlamalarla oluşan piroklastiklerin tane boyu magmatiklerden daha küçüktür. Freatomagmatik patlamalar sonucunda bloksu, fusiform, yosun benzeri, levhamsı ve küresel veya damla benzeri taneler oluşmaktadır (Wohletz 1983, Heiken ve Wohletz, 1985). Bloksu morfolojiye sahip taneler aşırı ısınmış buhar filminin çökmesi ile oluşmaktadır (Şekil 1.5) (Wohletz, 1983, Heiken ve Wohletz, 1985; Ersoy, 2007, Gonnermann, 2015).

3.1. Bazik Freatomagmatik Patlamalar

- Konya-Karapınar yöresinde bulunan Acıgöl ve Meke gölü

Karapınar, İç Anadolu bölgesinde bulunan Kuvaterner yaşlı bazaltik- andezitik volkanizmaya hakim bir volkanik bölgedir. Bu bölgede cüruf konileri, freatomagmatik ve freatik maarlar yer almaktadır (Aydar ve ark., 1993). Meke gölü ve Acıgöl bölgede bulunan iki maar olarak ön plana çıkmaktadır (Şekil 3.1; Şekil 3.2). Özellikle Meke gölü maarının içinde, geç evrede oluşan, şartların, sulu ortamdan kuru ortama evrildiğini gösteren bir de cüruf konisi bulunmaktadır. Maarların çevresinde taban yayılımı ürünleri gözlemlenmektedir (Şekil 3.3) (Keller, 1974; Ercan, 1986).

Meke gölünde hâkim kayaç grubu bazalt, bazaltik andezit ve andezitten oluşurken; Acıgöl bazalt, andezit ve trakiandezit kayaçlardan oluşmaktadır (Güllü ve Kadıoğlu, 2019).

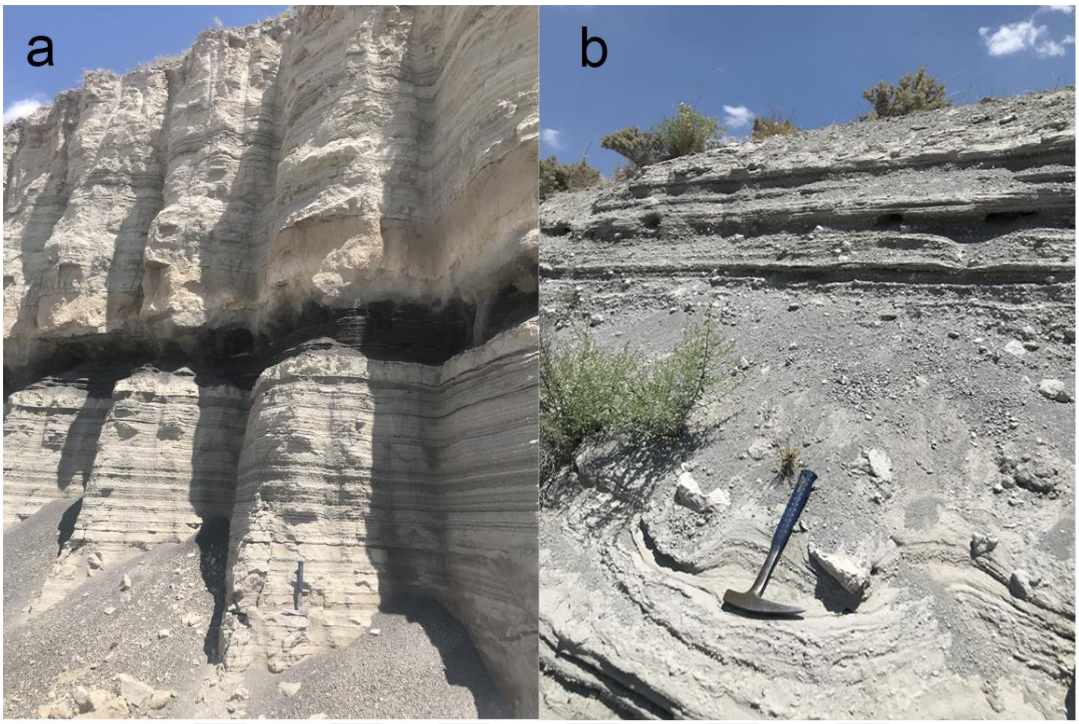


Şekil 3. 1. Meke Gölü ve Acıgöl Google Earth görüntüsü (Google Earth' den alınmıştır.)

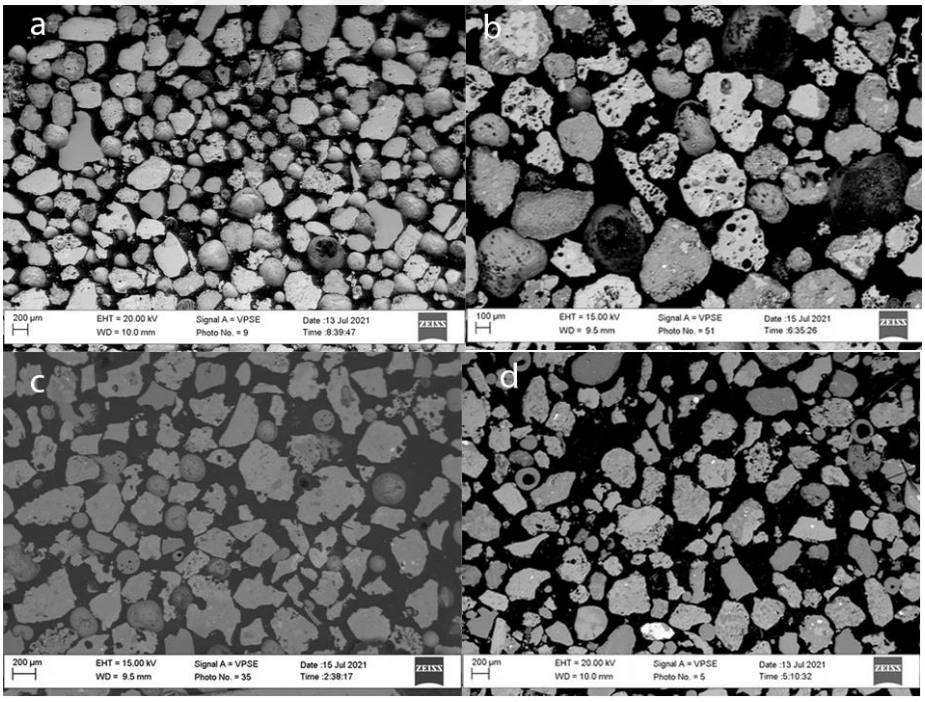
Bu çalışmada, Meke gölü maarının krater kenarından, dokuz farklı seviyeden örnekler alınmıştır (Örnekler: C-20-17 , C-20-18, C-20-19, C-20-20, C-20-21, C-20-22, C-20-23, C-20-24, C-20-25) (Şekil 3.5). Morfoloji analizleri, 125-250 µm, 63-125 µm ve 38-63 µm tane boylarına sahip piroklastikler üzerinde yapılmıştır. Kimyasal analizler 250-500 µm boyutuna sahip partiküller üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



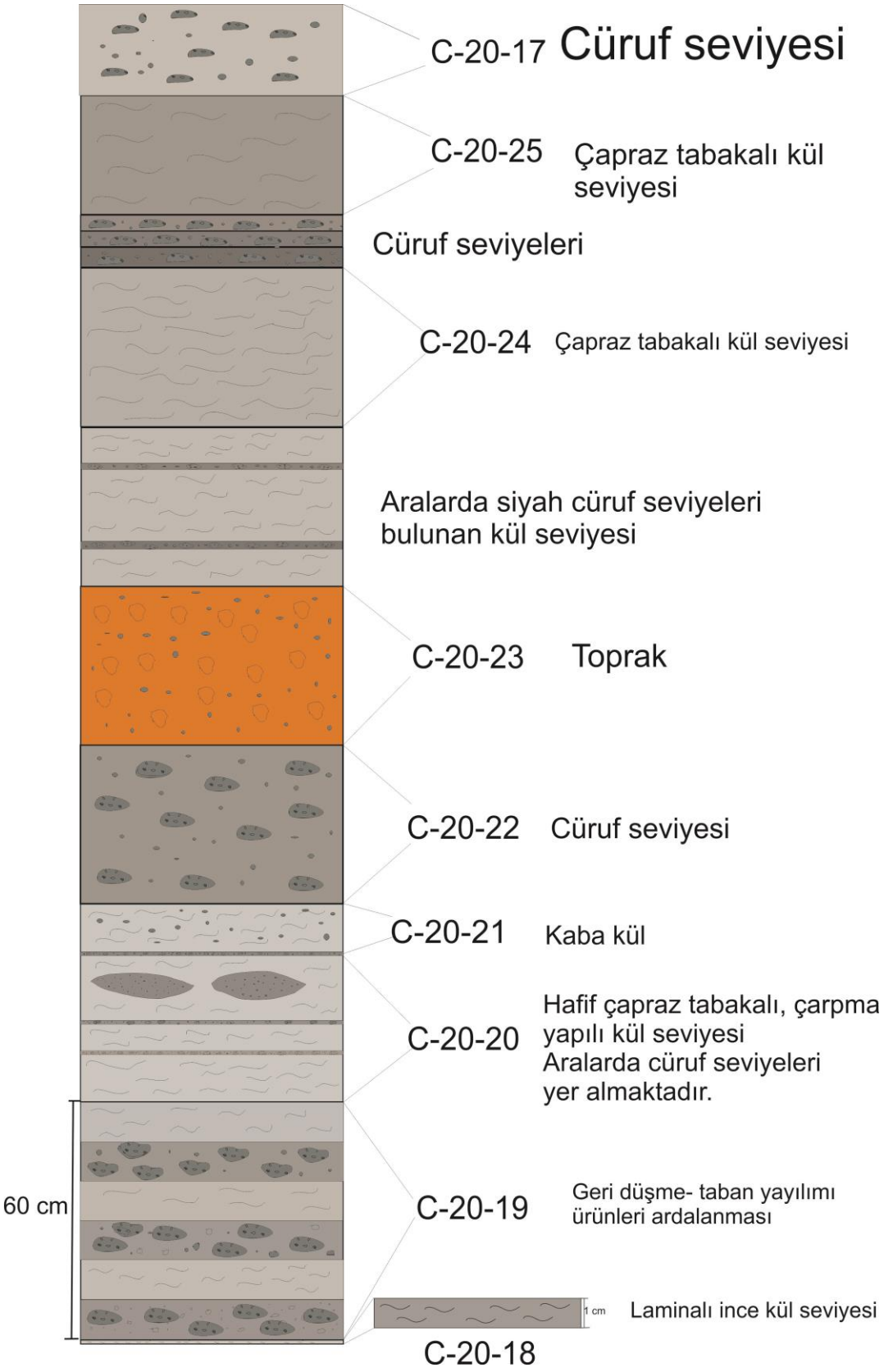
Şekil 3. 2. (a) Meke gölü, (b) Acıgöl arazi fotoğrafları



Şekil 3. 3 Mostra fotoğrafları (a) Meke gölü, (b) Acıgöl



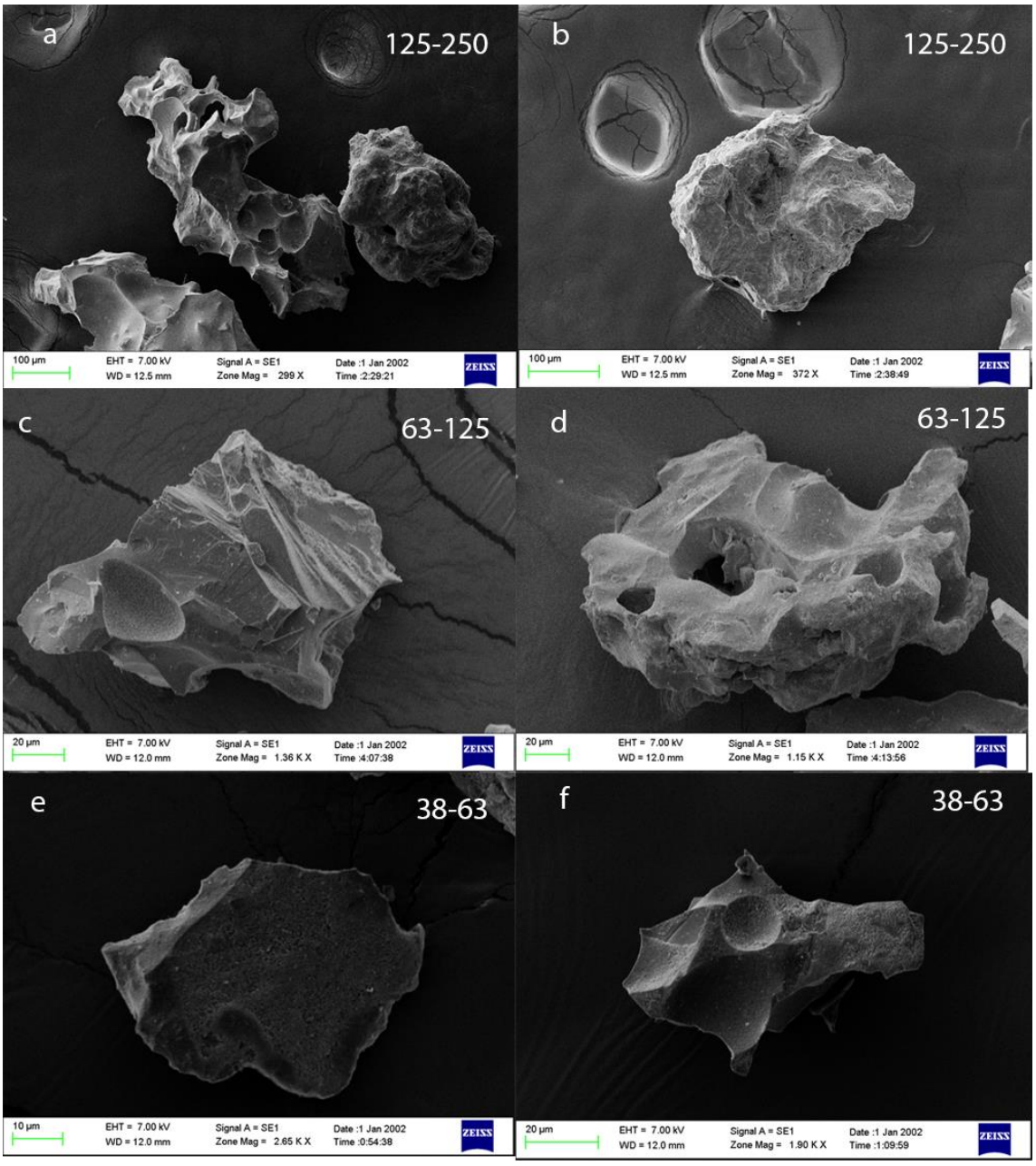
Şekil 3. 4. (a) C-20-18 numaralı Meke gölü kül örneğinin, (b) C-20-20 numaralı Meke gölü kül örneğinin, (c) C-20-22 numaralı Meke gölü cüruf geri düşme örneğinin, (d) C-20-26 numaralı Acıgöl örneğinin geri saçılım dedektör görüntüleridir.



Şekil 3. 5. Meke gölü kolon kesiti

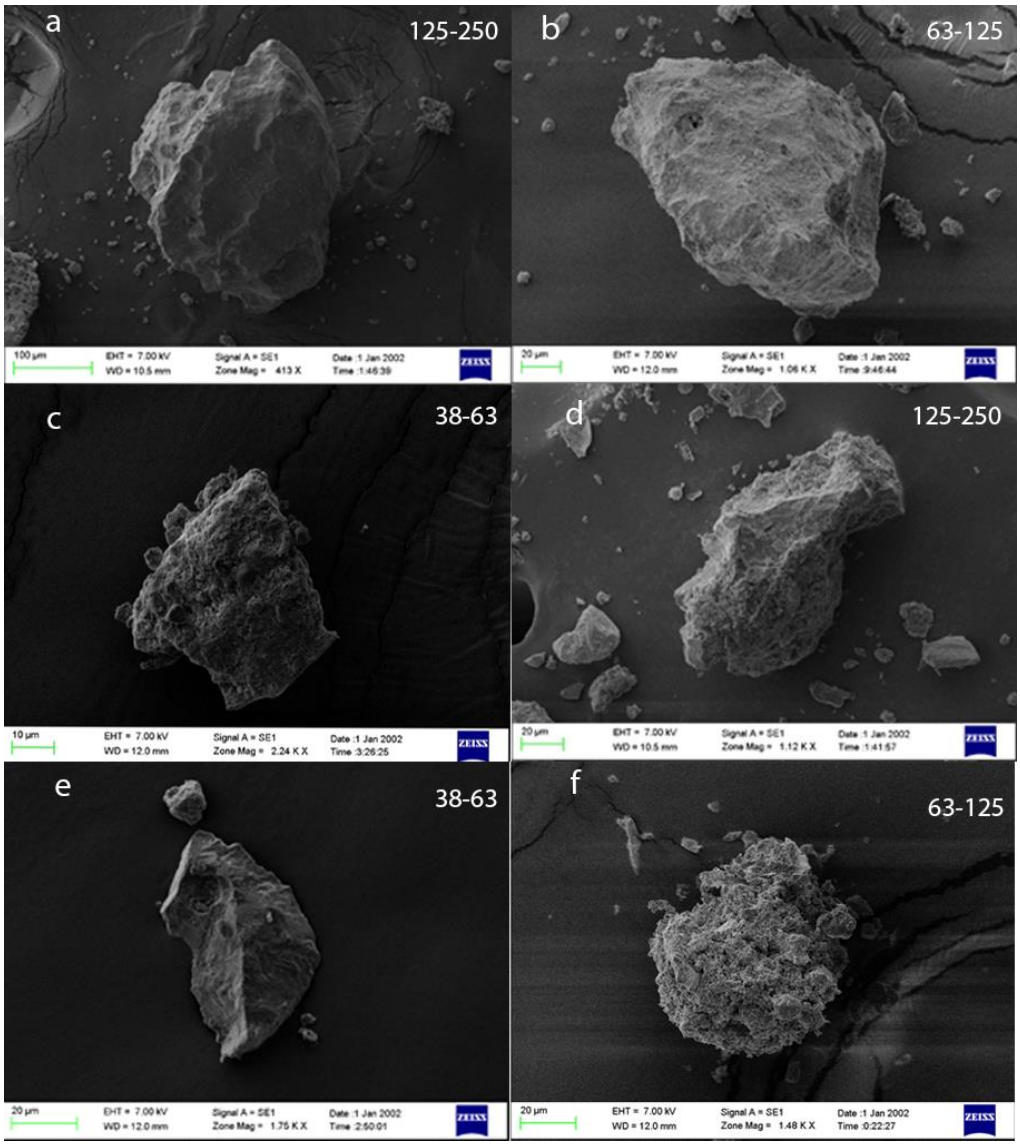
3.1.1. Genel Tanımlamalar

C-20-17: Tüm seviyelerin üzerini örten cüruf seviyesidir. Arada çok ince kül seviyesi bulunmaktadır. Gözenekliliği yüksek cüruf ve cüruf parçaları baskındır. Daha küçük tane boylarında az miktarda düşük gözenekliliğe sahip partiküller saptanmıştır. 38-63 tane boyunda altere taneler gözlemlenmektedir (Şekil 3.6f).



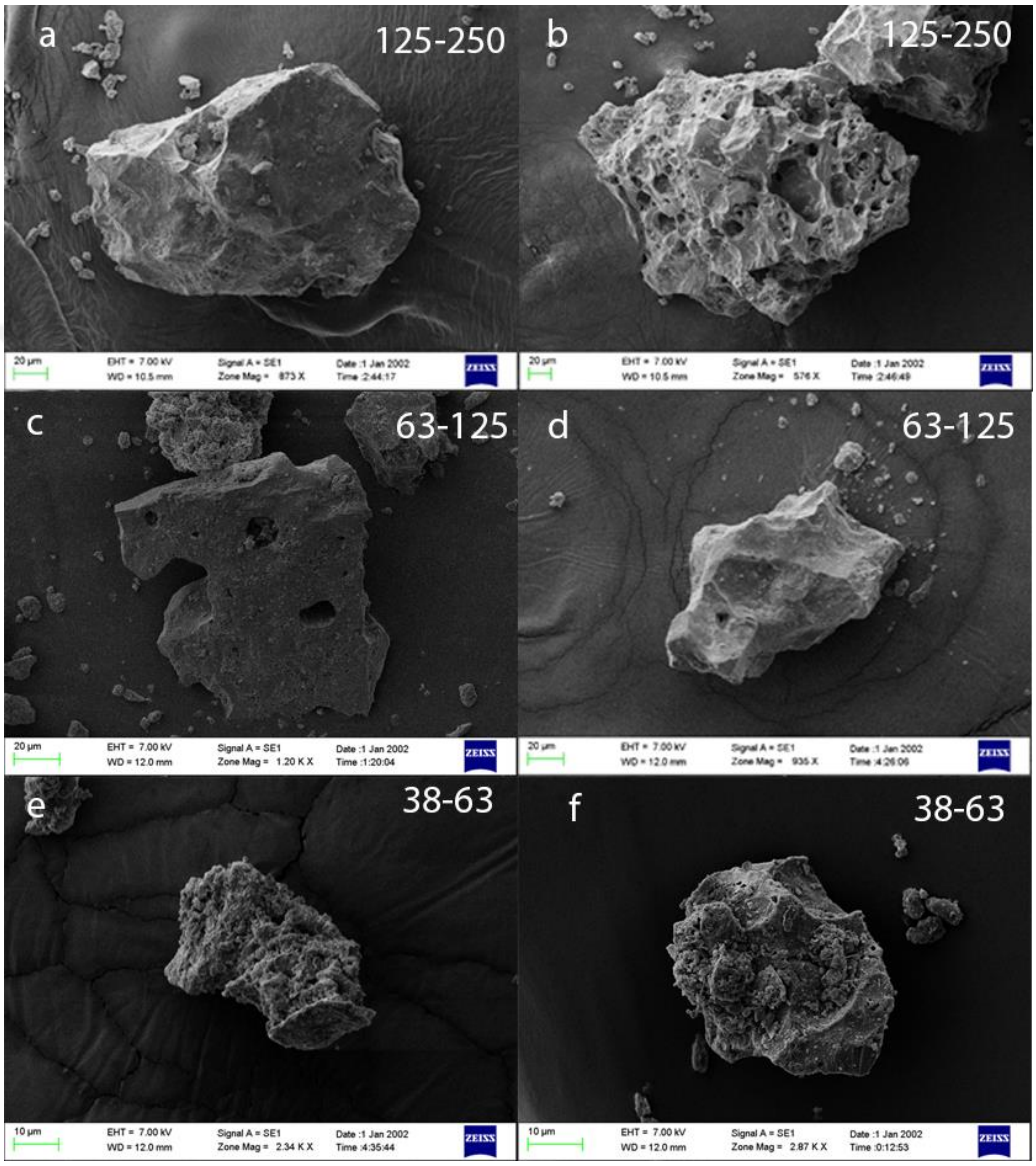
Şekil 3. 6. C-20-17 cüruf seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek sideromelan, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast, (c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli kırılma düzlemleri belirgin piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait gözenekli piroklast,(e-f) 38-63 µm boyutunda yüzeyinde alterasyon bulunan piroklastlar.

Tabanda ince kül bulunmaktadır. Bu seviye tez içerisinde C-20-18 numaralı örneğe karşılık gelmektedir. Kalınlığı yaklaşık 1 cm'dir. Kül partiküllerinin yüzeyleri ve örnek genel olarak tozludur (Şekil 3.7). Bazı tanelerin üzerinde alterasyonlar gözlemlenmektedir. Partiküller gözeneksiz veya çok düşük gözenekliliğe sahip bloksu tanelerden oluşmaktadır. Volkanik agregalar gözlemlenmiştir (Şekil 3.7f). Tane boyu küçüldükçe tanelerin üzerindeki alterasyon artmaktadır. 38-63 μm tane boyutunda yosun benzeri piroklastlar gözlemlenmiştir.



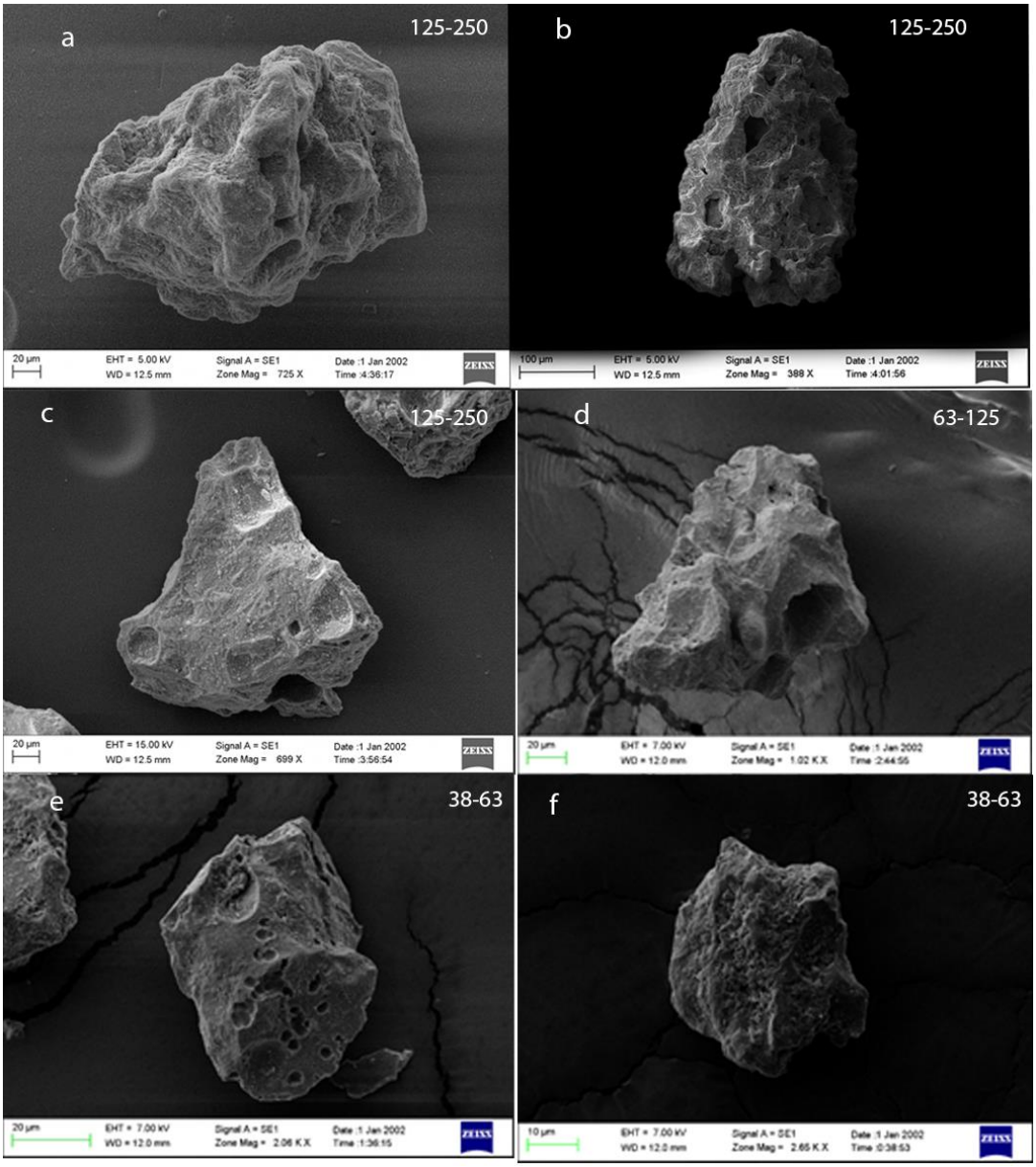
Şekil 3. 7. C-20-18 ince kül örneğinden farklı tane boylarına ait SEM fotoğrafları. (a) 125-250 μm tane boyutuna ait bloksu tane, (b) 63-125 μm tane boyutuna ait üzeri tozlu piroklast,(c) 38-63 μm tane boyuna ait piroklast, (d) 125-250 μm tane boyutunda üzeri tozlu piroklast,(e) 38-63 μm boyutunda daha taze temiz yüzeye sahip piroklast,(f) Temsili volkanik agregalar her tane boyunda bulunmaktadır.

Bu seviyenin üzerine C-20-19 örnek olan geri düşme gelmektedir. Kalınlığı yaklaşık 60 cm olup taban yayılımı ürünleri ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır. Bu seviyede hem gözenekli hem de gözenekliliği daha düşük piroklastlar bulunmaktadır ve bazı partiküllerin üzeri tozludur. Volkanik agregalar bu seviyede bulunmaktadır (Şekil 3.8e). Tane boyu küçüldükçe tanelerdeki alterasyonun arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.8).



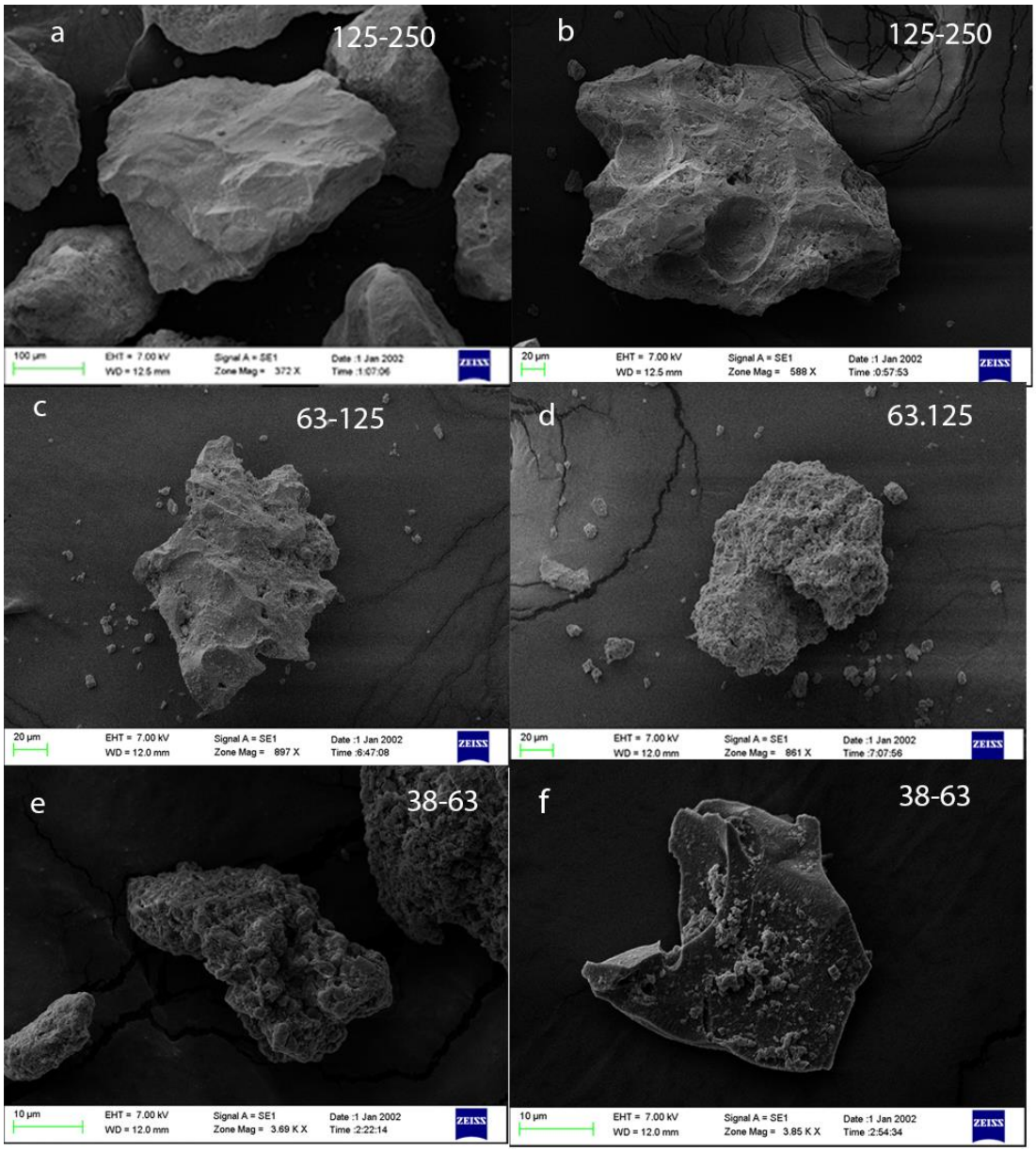
Şekil 3. 8. C-20-19 geri düşme- taban yayılımı ardalanması içeren örneğe ait farklı tane boylarında SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait bloksu tane, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda Volkanik agregalar?-alterasyon, (f) 38-63 µm tane boyutuna sahip üzerine yapışık halde alterasyon bulunan partikül

Üzerinde C-20-20 ince çapraz tabakalı çarpma yapılı seviyeler bulunmaktadır. Bu seviyenin kalınlığı yaklaşık 50 cm'dir. Hem Stromboliyen patlamasına ait yüksek gözenekliliğe sahip piroklastlar hem de düşük gözenekliliğe sahip piroklastlar bulunmaktadır. Yüksek gözenekliliğe sahip taneler 125-250 μm tane boyunda daha yüksek oranda gözlemlenirken küçük tane boylarında gözenekliliği düşük taneler belirlenmiştir. 38-63 μm tane boyunda altere taneler bulunmaktadır (Şekil 3.9).



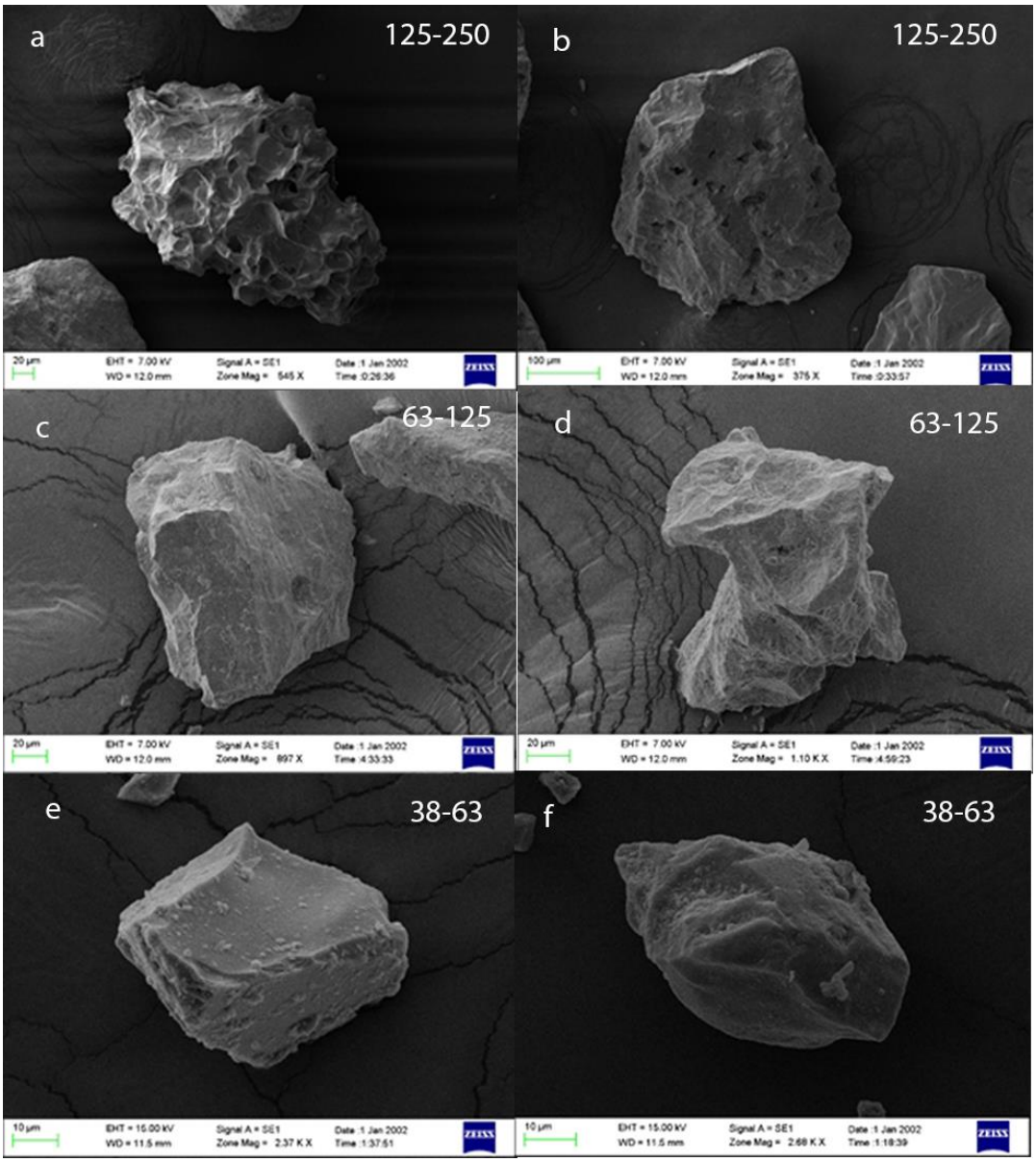
Şekil 3. 9. C-20-20 kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları(a) 125-250 μm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek piroklast, (b) 125-250 μm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 125-250 μm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 μm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 μm boyutunda daha taze, temiz yüzeye sahip düşük gözenekli piroklast, (f) Sideromelan stromboliyen patlaması ile oluşmuş bir cüruf parçası?

Bu seviyenin üzerinde C-20-21 numaralı örnek olarak isimlendirilen kaba kül seviyesi bulunmaktadır. Volkanik küller düşük gözenekli ve bloksu tanelerden oluşmaktadır. Bazı volkanik camların yüzeyi tırtıklı dokular sergilemektedir. Tane boyu azaldıkça alterasyon miktarı artmaktadır. Daha küçük tane boylarında tanelerin yüzeyine alterasyon yapışık halde bulunmaktadır (Şekil 3.10).



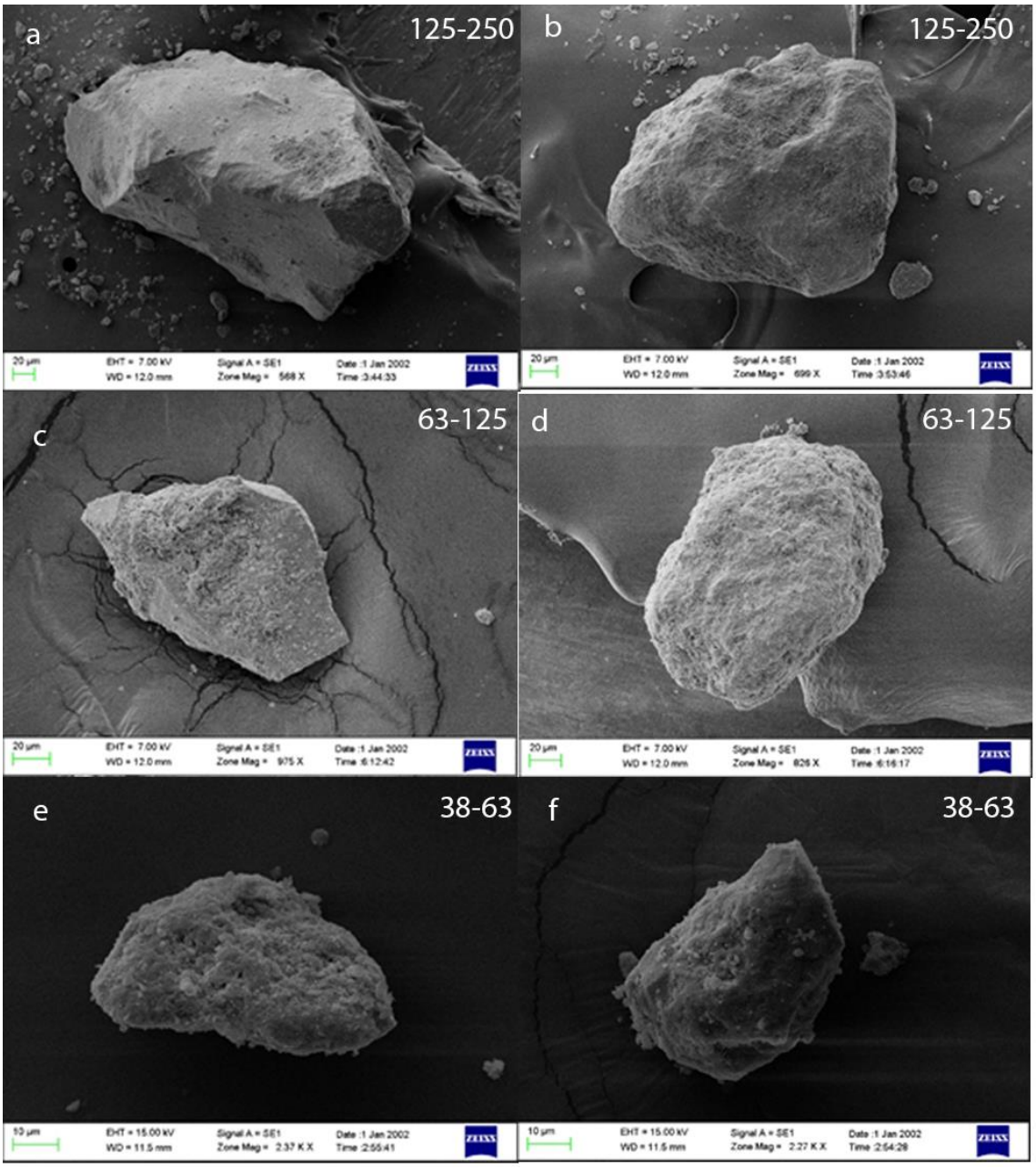
Şekil 3. 10. C-20-21 kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 μm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek, palagonitleşmiş? piroklast, (b) 125-250 μm tane boyutuna ait üzeri gözenekli piroklast,(c) 125-250 μm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 μm tane boyuna ait piroklast,(e) 38-63 μm boyutunda altere piroklast, (f) Sideromelan stromboliyen patlaması ile oluşmuş bir cüruf parçası?

Bu seviyenin üzerinde C-20-22 numaralı örnek olan cüruflar gelmektedir. Aradaki siyah cüruf seviyesinin kalınlığı yaklaşık olarak 40-50 cm'dir. Bu seviyedeki örnekler temiz yüzeye sahiptir. Gözenekliliği düşük bloksu ve gözenekli taneler bulunmaktadır. Tane boyu küçüldükçe gözenekli partiküllerin oranı azalıp, bloksu tanelerin oranı ve tanelere yapışık olan alterasyon miktarı artmaktadır (Şekil 3.11).



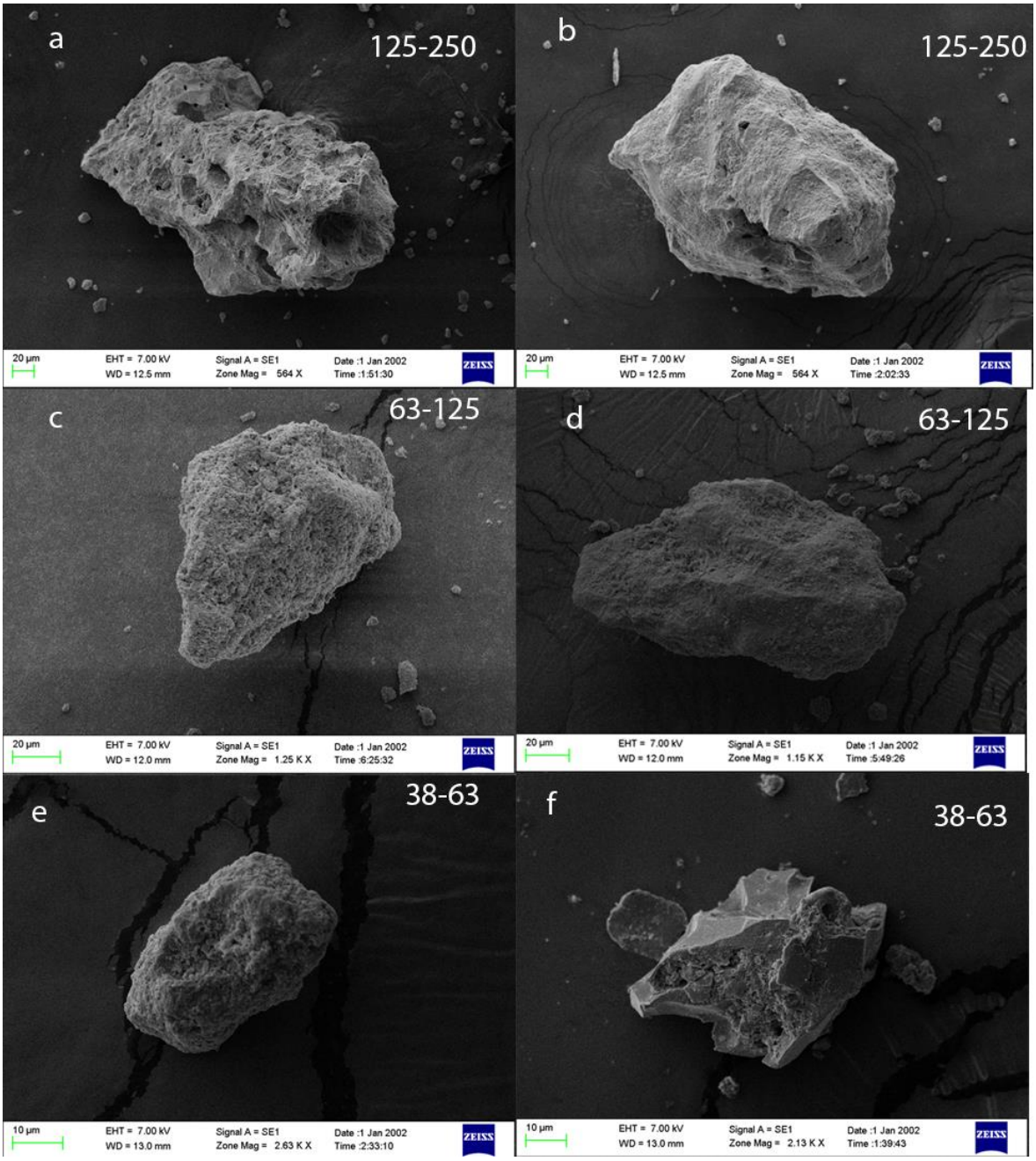
Şekil 3. 11. C-20-22 cüruf seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekliliği yüksek sideromelan, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli bloksu piroklast, (d) 63-125 tane boyuna ait piroklast,(e-f) 38-63 boyutunda yüzeyinde yapışık toz parçaları olan piroklast.

C-20-23 örneği toprak seviyesine aittir. Bu seviyenin taban sınırı karbonatlı parçaları içermektedir. Cam miktarı çok azdır. Yuvarlaklaşmış partiküller içermektedir. Volkanik camların üzerinde partiküllere yapışık halde alterasyonlar bulunmaktadır. Daha büyük tane boyunda (125-250 µm) tane yüzeylerine yapışık halde bulunan alterasyon miktarı azalırken, tane boyu küçüldükçe oranda artış gözlemlenmektedir (Şekil 3.12).



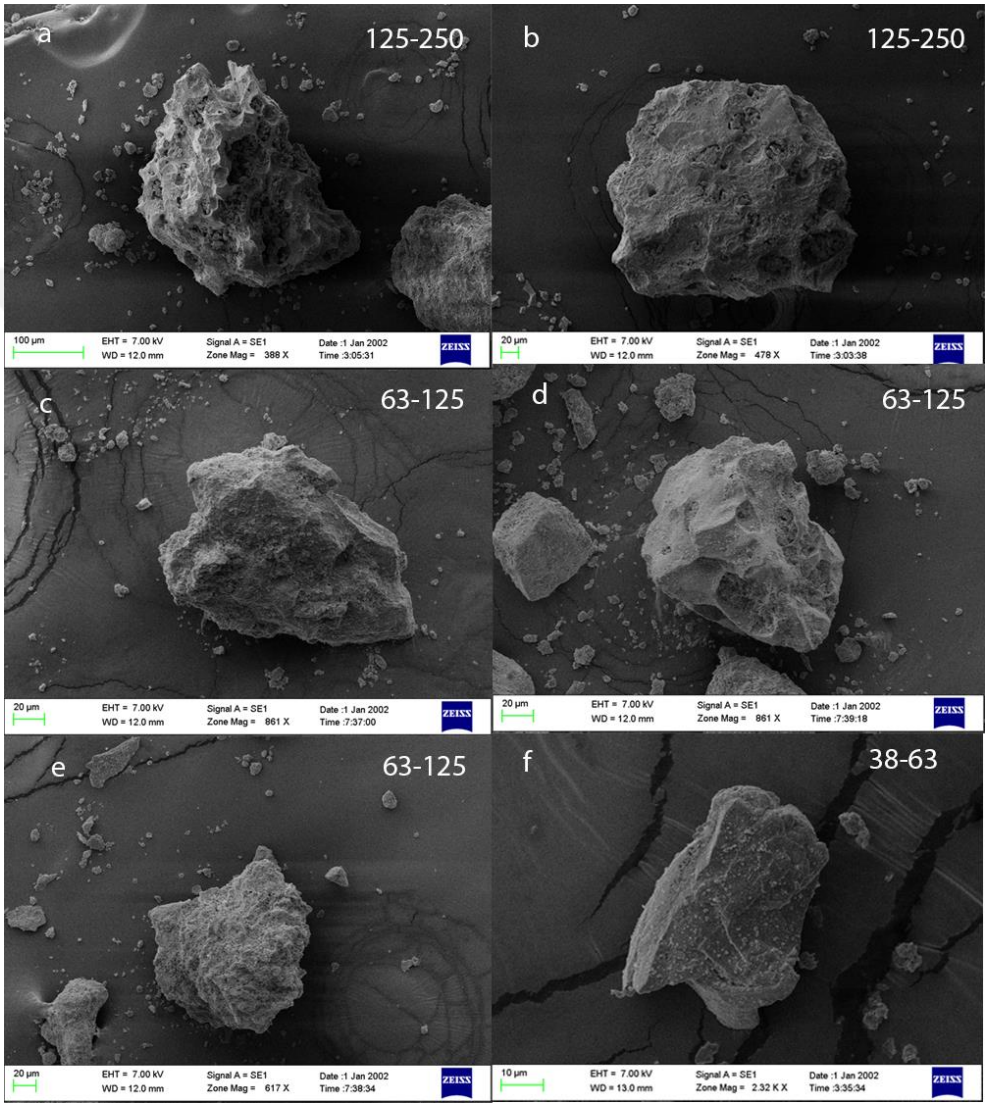
Şekil 3. 12. C-20-23 toprak seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b) 125-250 µmtane boyutuna,(c) 63-125 µm tane boyuna ait düşük gözenekli üzerine yapışık halde alterasyonlar bulunan piroklast, (d) 63-125 µm tane boyuna ait piroklast,(e-f) 38-63 µm boyutunda yüzeyinde yapışık toz parçaları olan piroklastlar.

Toprak seviyenin üzerinde C-20-24 çapraz tabakalı kül seviyesi bulunmaktadır. Gözenekliliği düşük ve yüksek gözenekliliğe sahip sideromelan içermektedir. Partiküllerin yüzeyleri tozludur. Tane boyu azaldıkça alterasyon miktarı artmaktadır (Şekil 3.13).



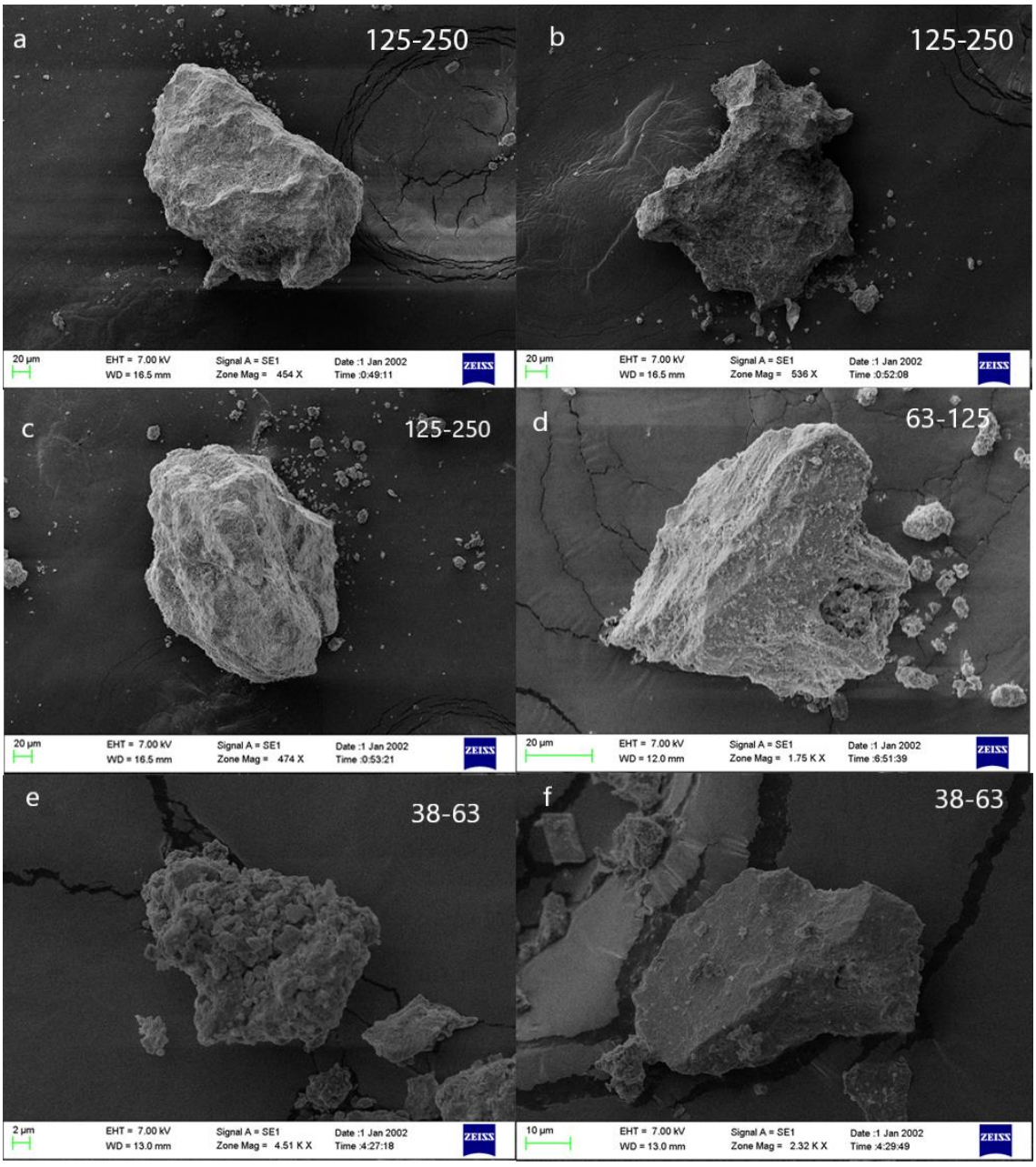
Şekil 3. 13. C-20-24 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekli volkanik cam, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip piroklast,(c-d) 63-125 µm tane boyuna ait yüzeyine yapışık tozlar bulunan piroklast,(e) 38-63 µm boyutunda piroklastlar, (f) 38-63 µm boyutunda cüruf parçası.

C-20-25 düşük derecede çapraz tabakalamalı kül seviyesidir. Hem yüksek gözenekliliğe sahip volkanik camlar hem de düşük gözenekli bloksu volkanik camlar içermektedir. Örneklerin yüzeyleri tozludur. Tane boyu küçüldükçe gözenekli volkanik camlar azalmakta olup bloksu taneler hâkim volkanik cam olarak tanımlanmıştır. Killeşmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca tane boyu küçüldükçe altere tanelerin sayısı artmaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14. C-20-25 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları.(a) 125-250 µm tane boyutuna ait gözenekli volkanik cam, (b) 125-250 µm tane boyutuna ait düşük gözenekliliğe sahip cam,(c) 63-125 µm tane boyuna ait yüzeyine yapışık tozlar bulunan piroklast, (d) 63-125 µm tane boyunda deforme olmuş gözeneklere sahip cam (e) 63-125 µm boyutunda altere piroklast, (f) 38-63 µm boyutunda yüzeyinde yapışık tozlar bulunan piroklast.

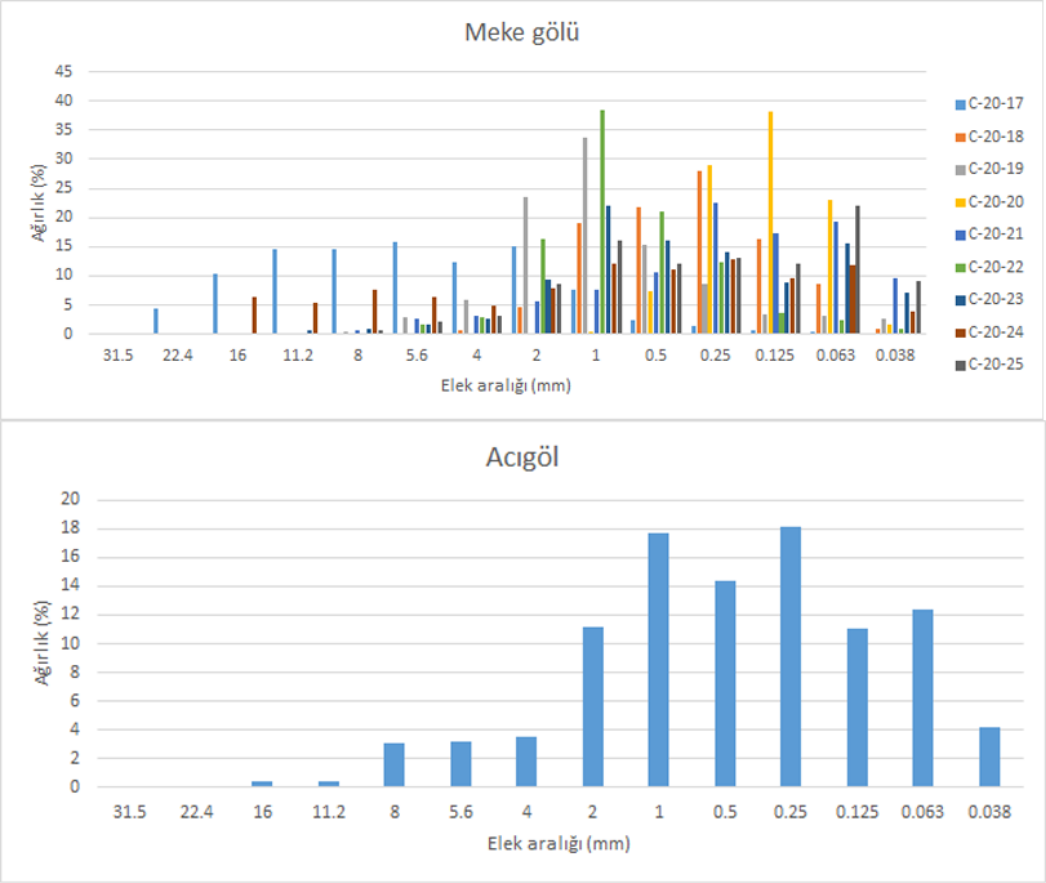
C-20-26 Acıgöl- Karapınar örneği çapraz tabakalı kül seviyesidir. Partiküllerin yüzeyi tozludur. Düşük gözenekli, bloksu taneler baskındır. 250-500 μm tane boyunda gözenekli sideromelan ve takilit (tachylite) camlar gözlemlenmiştir. Tane boyu küçüldükçe volkanik agrega ve alterasyon oranı artmaktadır. Bazı piroklastlarda (litikler?) yuvarlaklaşmalar gözlemlenmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3. 15. C-20-26 çapraz tabakalı kül seviyesine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b-c) 125-250 μm tane boyutunda bloksu piroklastlar, yüzeylerinde toz bulunmaktadır (d) 63-125 μm tane boyu aralığında gözenekliliği düşük cam (e) 38-63 μm boyutunda altere piroklastlar, (f) 38-63 μm boyutunda yüzeyinde yapışık tozlar bulunan volkanik cam.

3.1.2. Tane Boyu Dağılımı ve İstatiksel Parametreler

Tane boyu analizleri ve tanımlamaları Gradistat ve SFT analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Elekler yardımıyla taneler farklı fraksiyonlara ayrılmışlardır (Şekil 3.16). Eleme verileri Gradistat ve SFT yazılımları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3. 16 Tane boyu dağılım histogramları (a) Meke gölü, (b) Acıgöl

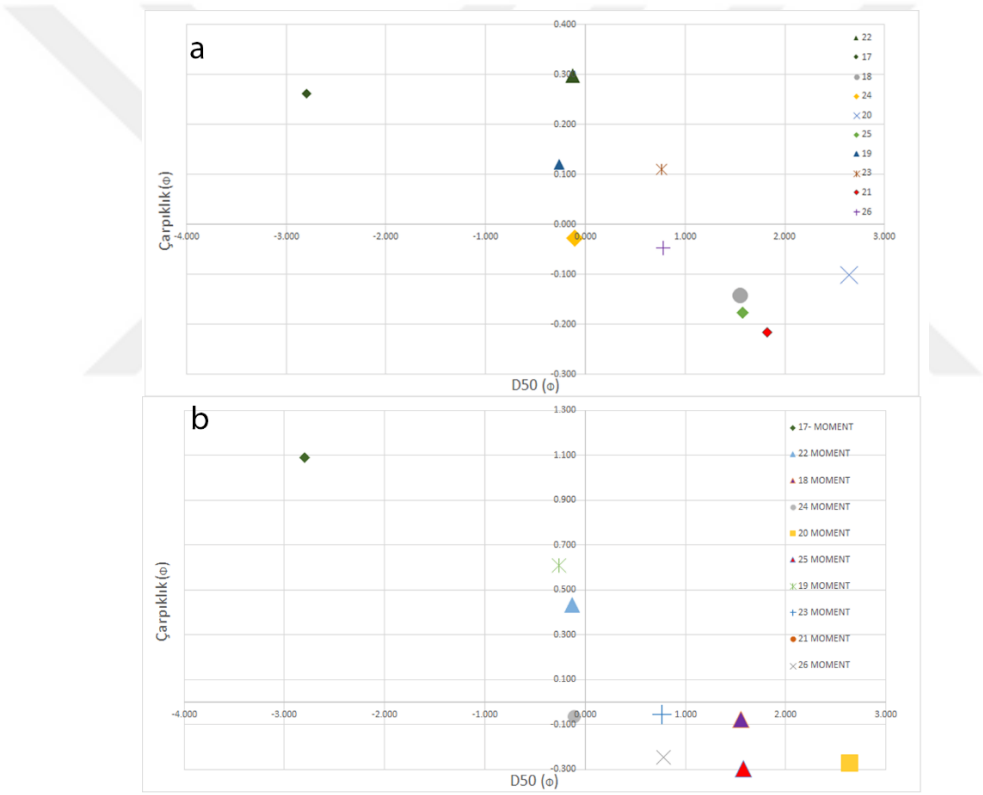
3.1.2.1. Gradistat Analizleri

Gradistat analizi sonucunda elde edilen parametreler Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'tedir. Yüksek miktarda gözenekli tane içeren geri düşme (C-20-19), Cüruf (C-20-17, C-20-22) seviyeleri pozitif çarpıklık değerleri almaktadır. Diğer taraftan bloksu tanelerin baskın olduğu C-20-18, C-20-21, C-20-26 gibi taban yayılımı çökelleri negatif çarpıklık değerleri almaktadır (Şekil 3.17; Şekil 3.19).

C-20-17: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, pozitif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -2.797 φ olarak hesaplanmıştır

C-20-18: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, negatif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -1.555 φ olarak hesaplanmıştır

C-20-19: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, pozitif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -0.261φ olarak hesaplanmıştır



Şekil 3. 17. İkili diyagramlar çarpıklık parametresine karşılık D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir. (a) Grafiksel yöntemle hesaplanan değerler, (b) Moment yöntemiyle hesaplanan değerler

C-20-20: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda orta dereceli boylanmaya sahiptir ve negatif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, 2.643 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-21: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, negatif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, 1.822 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-22: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, pozitif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, -0.127 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-23: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda çok kötü boylanma, ince çarpıklık (pozitif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, 0.763 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-24: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda çok kötü boylanma, simetrik dağılım gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, -0.105 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-25: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda çok kötü boylanma, negatif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, 1.577 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-26: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda çok fakir boylanma, Simetrik dağılım gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri, 0.779 φ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. 1. C-20-17,C-20-18,C20-19 örneklerine ait gradistat program çıktıları

		C20-17	C20-18	C20-19
	ANALYST AND DATE:			
	SIEVING ERROR:			
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravel	Gravelly Sand	Sandy Gravel
	SEDIMENT NAME:	Medium Gravel	Very Fine Gravelly Medium Sand	Sandy Very Fine Gravel
METHOD OF	MEAN ($\bar{x}_a$):	8680.8	635.4	1684.2
MOMENTS	SORTING (σ_a):	6770.8	697.1	1614.7
Arithmetic (μm)	SKEWNESS (Sk_a):	0.955	3.382	2.495
	KURTOSIS (K_a):	3.312	21.56	12.28
METHOD OF	MEAN ($\bar{x}_g$):	5643.2	403.6	1097.2
MOMENTS	SORTING (σ_g):	2.933	2.567	2.692
Geometric (μm)	SKEWNESS (Sk_g):	-1.089	0.078	-0.610
	KURTOSIS (K_g):	4.416	2.441	3.479
METHOD OF	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	-2.497	1.309	-0.134
MOMENTS	SORTING (σ_ϕ):	1.553	1.360	1.429
Logarithmic (ϕ)	SKEWNESS (Sk_ϕ):	1.089	-0.078	0.610
	KURTOSIS (K_ϕ):	4.416	2.441	3.479
FOLK AND	MEAN (M_G):	6138.0	387.5	1157.2
WARD METHOD	SORTING (σ_G):	2.769	2.762	2.564
(μm)	SKEWNESS (Sk_G):	-0.262	0.143	-0.120
	KURTOSIS (K_G):	0.913	0.983	1.118
FOLK AND	MEAN (M_Z):	-2.618	1.368	-0.211
WARD METHOD	SORTING (σ_I):	1.469	1.466	1.359
(ϕ)	SKEWNESS (Sk_I):	0.262	-0.143	0.120
	KURTOSIS (K_G):	0.913	0.983	1.118
FOLK AND	MEAN:	Fine Gravel	Medium Sand	Very Coarse Sand
WARD METHOD	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Poorly Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Fine Skewed	Coarse Skewed	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	2400.0	302.5	1200.0
	MODE 2 (μm):	6800.0	605.0	2400.0
	MODE 3 (μm):	1200.0	1200.0	605.0
	MODE 1 (ϕ):	-1.243	1.747	-0.243
	MODE 2 (ϕ):	-2.743	0.747	-1.243
	MODE 3 (ϕ):	-0.243	-0.243	0.747
	D_{10} (μm):	1236.4	128.5	284.9
	D_{50} (μm):	6951.2	340.4	1198.1
	D_{90} (μm):	18639.4	1293.4	2780.4
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	15.08	10.07	9.760
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	17403.0	1164.9	2495.6
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	4.733	3.940	3.661
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	9795.0	526.9	1642.8
	D_{10} (ϕ):	-4.220	-0.371	-1.475
	D_{50} (ϕ):	-2.797	1.555	-0.261
	D_{90} (ϕ):	-0.306	2.960	1.812
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	0.073	-7.975	-1.228
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	3.914	3.332	3.287
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	0.383	4.940	-0.591
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	2.243	1.978	1.872
	% GRAVEL:	87.2%	5.5%	33.9%
	% SAND:	12.8%	94.5%	66.1%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	14.7%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	29.0%	0.0%	0.6%
	% FINE GRAVEL:	28.4%	0.8%	8.9%
	% V FINE GRAVEL:	15.1%	4.7%	24.4%
	% V COARSE SAND:	7.6%	19.2%	34.9%
	% COARSE SAND:	2.5%	22.0%	15.7%
	% MEDIUM SAND:	1.5%	28.2%	8.8%
	% FINE SAND:	0.7%	16.4%	3.4%
	% V FINE SAND:	0.5%	8.8%	3.3%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%

Çizelge 3. 2. C20-20, C20-21, C20-22 örneklerine ait gradistat çıktıları

		C20-20	C20-21	C20-22
	ANALYST AND DATE:			
	SIEVING ERROR:			
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Moderately Sorted	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sand	Gravelly Sand	Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Moderately Sorted Fine Sand	Fine Gravelly Medium Sand	ery Fine Gravelly Very Coarse San
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	216.4	885.4	1315.7
	SORTING (σ_a):	151.2	1619.9	1275.0
	SKEWNESS (Sk_a):	2.011	3.075	3.243
	KURTOSIS (K_a):	9.346	12.70	20.09
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	174.5	332.6	901.6
	SORTING (σ_g):	1.859	3.571	2.449
	SKEWNESS (Sk_g):	0.276	0.771	-0.434
	KURTOSIS (K_g):	2.405	2.808	3.469
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	2.518	1.588	0.149
	SORTING (σ_ϕ):	0.895	1.836	1.292
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.276	-0.771	0.434
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.405	2.808	3.469
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	160.6	308.3	929.9
	SORTING (σ_G):	1.954	3.792	2.483
	SKEWNESS (Sk_G):	0.101	0.215	-0.297
	KURTOSIS (K_G):	1.055	1.106	1.309
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_z):	2.638	1.698	0.105
	SORTING (σ_I):	0.966	1.923	1.312
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.101	-0.215	0.297
	KURTOSIS (K_G):	1.055	1.106	1.309
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Fine Sand	Medium Sand	Coarse Sand
	SORTING:	Moderately Sorted	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Coarse Skewed	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic	Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	152.5	302.5	1200.0
	MODE 2 (μm):	302.5	76.50	605.0
	MODE 3 (μm):	76.50	152.5	2400.0
	MODE 1 (ϕ):	2.737	1.747	-0.243
	MODE 2 (ϕ):	1.747	3.731	0.747
	MODE 3 (ϕ):	3.731	2.737	-1.243
	D_{10} (μm):	73.32	74.21	279.0
	D_{50} (μm):	160.1	282.9	1092.3
	D_{90} (μm):	345.9	2408.1	2519.7
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	4.718	32.45	9.032
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	272.6	2333.9	2240.8
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	2.286	4.881	2.441
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	163.0	515.4	800.8
	D_{10} (ϕ):	1.531	-1.268	-1.333
	D_{50} (ϕ):	2.643	1.822	-0.127
	D_{90} (ϕ):	3.770	3.752	1.842
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	2.461	-2.959	-1.381
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	2.238	5.020	3.175
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	1.667	4.657	-1.926
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	1.193	2.287	1.287
	% GRAVEL:	0.0%	13.4%	21.4%
	% SAND:	100.0%	86.6%	78.6%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.0%	0.7%	0.2%
	% FINE GRAVEL:	0.0%	6.5%	4.6%
	% V FINE GRAVEL:	0.0%	6.2%	16.6%
	% V COARSE SAND:	0.3%	8.5%	38.8%
	% COARSE SAND:	7.5%	11.8%	21.2%
	% MEDIUM SAND:	29.7%	25.2%	12.5%
	% FINE SAND:	39.0%	19.4%	3.6%
	% V FINE SAND:	23.5%	21.8%	2.5%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%

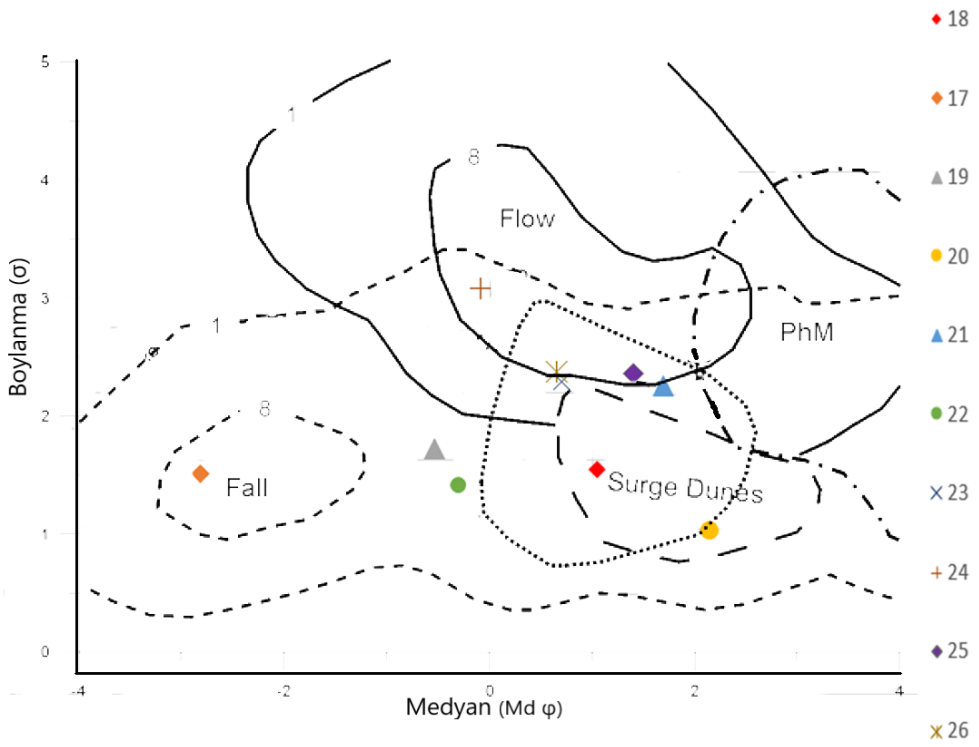
Çizelge 3. 3. C20-23, C20-24, C20-25, C20-26 örneklerine ait gradistat çıktıları

		C20-23	C20-24	C20-25	C-20-026
	ANALYST AND DATE:				,
	SIEVING ERROR:				
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravelly Sand	Sandy Gravel	Gravelly Sand	Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Very Coarse Sand	Sandy Medium Gravel	Very Fine Gravelly Very Fine Sand	Very Fine Gravelly Medium Sand
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	1166.8	3967.9	1011.6	1556.6
	SORTING (σ_a):	1829.4	5577.7	1575.7	2583.2
	SKEWNESS (Sk_a):	3.820	1.561	2.944	3.299
	KURTOSIS (K_a):	21.08	4.331	12.73	16.60
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	524.6	1086.4	404.5	602.0
	SORTING (σ_g):	3.603	5.963	3.876	3.945
	SKEWNESS (Sk_g):	0.056	0.065	0.298	0.246
	KURTOSIS (K_g):	2.287	1.732	2.012	2.296
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	0.931	-0.120	1.306	0.732
	SORTING (σ_ϕ):	1.849	2.576	1.955	1.980
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.056	-0.065	-0.298	-0.246
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.287	1.732	2.012	2.296
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	474.2	1133.5	376.7	581.2
	SORTING (σ_G):	4.150	6.557	4.258	4.135
	SKEWNESS (Sk_G):	-0.110	0.027	0.177	0.047
	KURTOSIS (K_G):	0.867	0.716	0.776	1.129
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	1.076	-0.181	1.409	0.783
	SORTING (σ_I):	2.053	2.713	2.090	2.048
	SKEWNESS (Sk_I):	0.110	-0.027	-0.177	-0.047
	KURTOSIS (K_G):	0.867	0.716	0.776	1.129
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand	Very Coarse Sand	Medium Sand	Coarse Sand
	SORTING:	Very Poorly Sorted	Very Poorly Sorted	Very Poorly Sorted	Very Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Symmetrical	Coarse Skewed	Symmetrical
	KURTOSIS:	Platykurtic	Platykurtic	Platykurtic	Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	1200.0	302.5	76.50	1200.0
	MODE 2 (μm):	605.0	1200.0	1200.0	302.5
	MODE 3 (μm):	76.50	76.50	302.5	605.0
	MODE 1 (ϕ):	-0.243	1.747	3.731	-0.243
	MODE 2 (ϕ):	0.747	-0.243	-0.243	1.747
	MODE 3 (ϕ):	3.731	3.731	1.747	0.747
	D_{10} (μm):	77.87	83.83	72.86	82.98
	D_{50} (μm):	589.4	1075.2	335.1	582.7
	D_{90} (μm):	2491.1	12872.5	2480.8	4506.1
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	31.99	153.6	34.05	54.30
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	2413.2	12788.6	2407.9	4423.1
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	7.309	22.97	9.357	5.348
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	1075.3	5878.4	1058.2	1097.6
	D_{10} (ϕ):	-1.317	-3.686	-1.311	-2.172
	D_{50} (ϕ):	0.763	-0.105	1.577	0.779
	D_{90} (ϕ):	3.683	3.576	3.779	3.591
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-2.797	-0.970	-2.883	-1.653
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	4.999	7.263	5.089	5.763
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	-8.053	-0.726	-12.184	-4.587
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	2.870	4.522	3.226	2.419
	% GRAVEL:	16.7%	40.1%	16.1%	23.0%
	% SAND:	83.3%	59.9%	83.9%	77.0%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	6.5%	0.0%	0.5%
	% MEDIUM GRAVEL:	1.7%	13.5%	0.8%	3.7%
	% FINE GRAVEL:	4.8%	11.9%	5.8%	7.1%
	% V FINE GRAVEL:	10.2%	8.2%	9.5%	11.7%
	% V COARSE SAND:	24.0%	12.6%	18.0%	18.5%
	% COARSE SAND:	17.6%	11.5%	13.6%	15.0%
	% MEDIUM SAND:	15.3%	13.3%	14.5%	19.0%
	% FINE SAND:	9.6%	9.9%	13.4%	11.5%
	% V FINE SAND:	16.8%	12.5%	24.5%	12.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

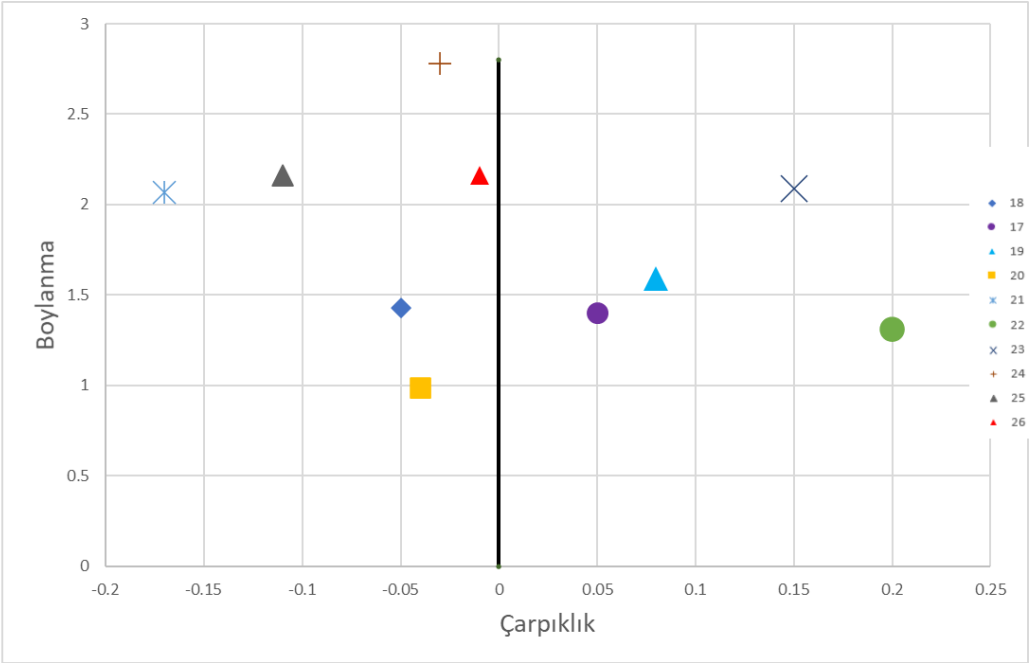
3.1.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

En uygun polinom eğrisi üzerinde her bir örnek için alt populasyonlar belirlenmiştir. Kaba ve ince taneler için iki ayrı grup alt populasyon belirlenmiştir. 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar kaba taneleri, 3 ve 4 numaralı alt populasyonlar ince taneleri temsil etmektedir. Bu yöntem Sheridan ve Wohletz (1983), Wohletz (1983) ve Wohletz ve ark., (1995) tarafından laboratuvar ve arazi çalışmaları ile desteklenmiştir. Meke gölü-Karapınar ve Acıgöl-Karapınar örnekleri boylanmaya karşı medyan diyagramına göre Şekil 3.18'da sınıflanmıştır (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007).

Parçalanma faktörü, alt populasyonların karakterize edilmesi için kullanılmaktadır. Parçalanma faktörü Medyan çap (Median diameter (v)) / Dağılım (dispersion (γ)) olarak ifade edilir ve mod değerlerine karşı parçalanma faktörü grafikleri kullanıldığında magmatik ve freatomagmatik parçalanma ile oluşmuş piroklastlar ayrılmıştır (Wohletz ve ark., 1995).



Şekil 3. 18. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007)



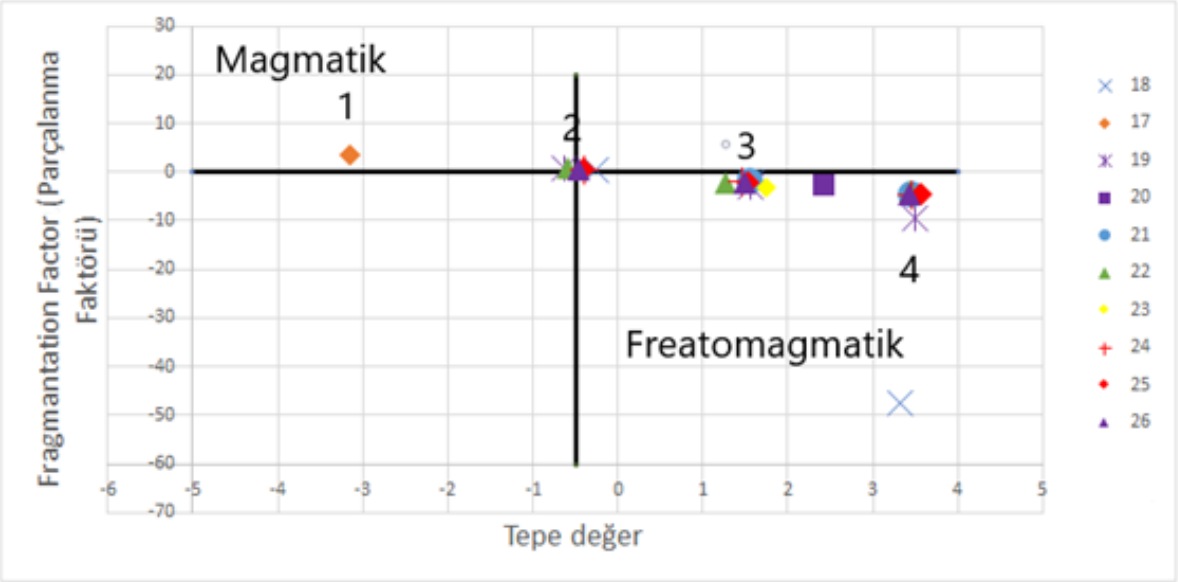
Şekil 3. 19. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı

C-20-17 örneğinde sadece 1 numaralı magmatik kökeni temsil eden alt populasyon saptanmıştır. Örnek genel olarak kaba tanelerden oluşmaktadır. C-20-18 ince kül örneğinde 2 numaralı kaba taneleri temsil eden, 3 ve 4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyonlara sahiptir. Bunun üzerinde bulunan C-20-19 taban yayılımı ürünleri ile ardalanmalı olarak bulunan geri düşme örneklerinde 2 numaralı kaba taneleri (magmatik kökeni) temsil eden alt populasyon ve 3,4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyonları belirlenmiştir. Seviyenin üzerini örten C-20-20 ince kül örneğinde sadece 4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyon gözlemlenmiştir. Bu seviyenin üzerinde daha kaba taneli küller olan C-20-21 örneğinde 3 ve 4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyonlar belirlenmiştir. C-20-22 cüruf örneklerinde 2 numaralı kaba taneyi (magmatik) ve 3-4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyonlar belirlenmiştir. C-20-23 örnek toprak olup 2 numaralı kaba taneli ve 3-4 numaralı ince taneleri temsil eden alt populasyonlar belirlenmiştir. C-20-24 ve bunu üzerleyen C-20-25 örnekler için 2 numaralı kaba taneyi (magmatik) alt populasyon ve 3-4 numaralı freatomagmatik kökeni temsil eden alt populasyonlar belirlenmiştir.

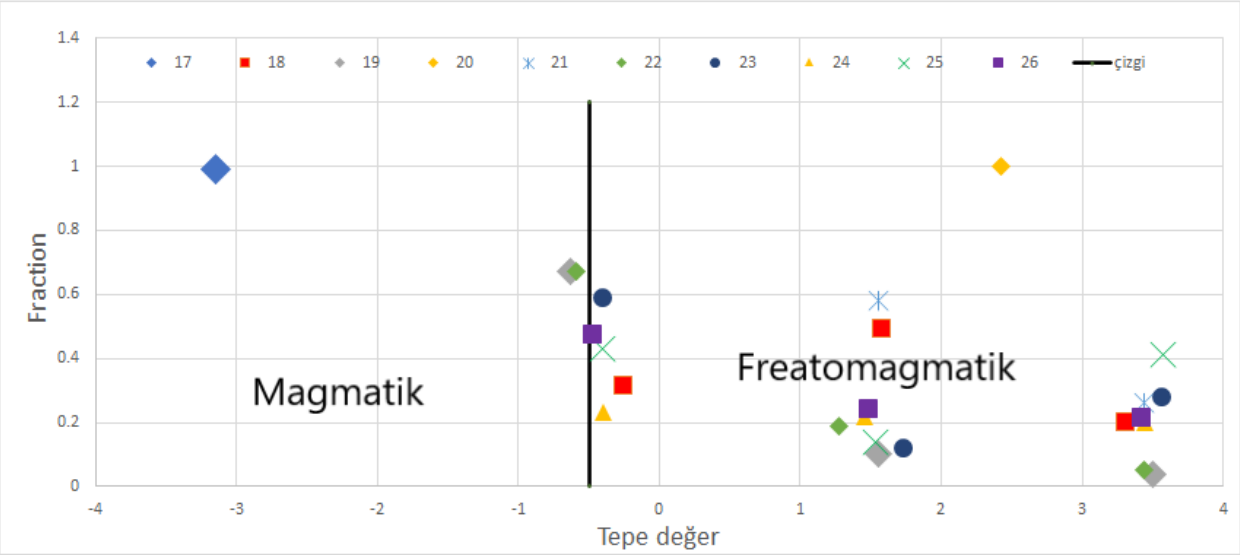
C-20-26 Acıgöl örneğinde 2 numaralı kaba taneleri temsil eden alt populasyon ve 3-4 numaralı ince taneler ile ilişkili alt popülasyonlar belirlenmiştir. Parçalanma faktörü ($\varphi m/\gamma$), kaba tanelere temsil eden alt populasyonlarda pozitif değer alırken daha ince taneleri

temsil eden alt populasyonlarda negatif değerler almaktadır (Şekil 3.20). Magmatik ve freatomagmatik sınırının tepe değeri (φm) -0.5 φ olarak alınmıştır (Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2019)

Meke gölünden alınan örneklerin %5'ini birinci alt popülasyonu, %27'sini ikinci alt populasyonu, %32'sini üçüncü alt popülasyonu ve %36'sını dördüncü alt popülasyonu temsil etmektedir. Acıgöl örneğinin %51'ini ikinci alt populasyonu, %26'sını üçüncü alt popülasyonu ve %23'ünü dördüncü alt popülasyonu temsil etmektedir (Şekil 3.21; Şekil 3.22).

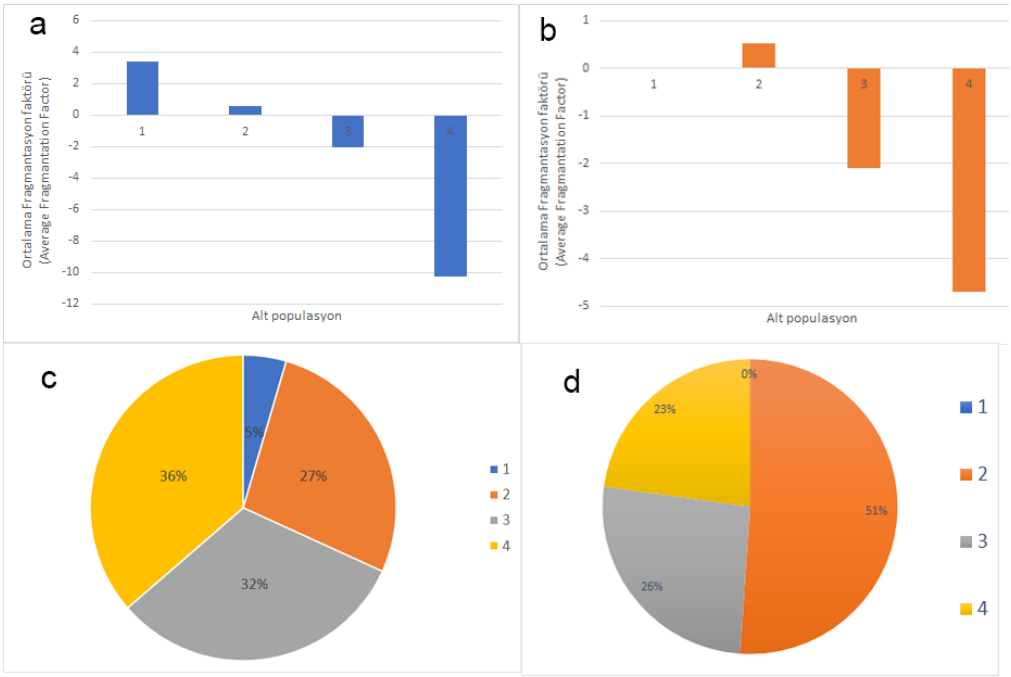


Şekil 3. 20. Parçalanma faktörü (Fragmentation Factor) (φ/γ)'ne karşılık Tepe değer diyagramı.



Şekil 3. 21. Fraksiyon (Fraction)-Tepe değer grafiği.

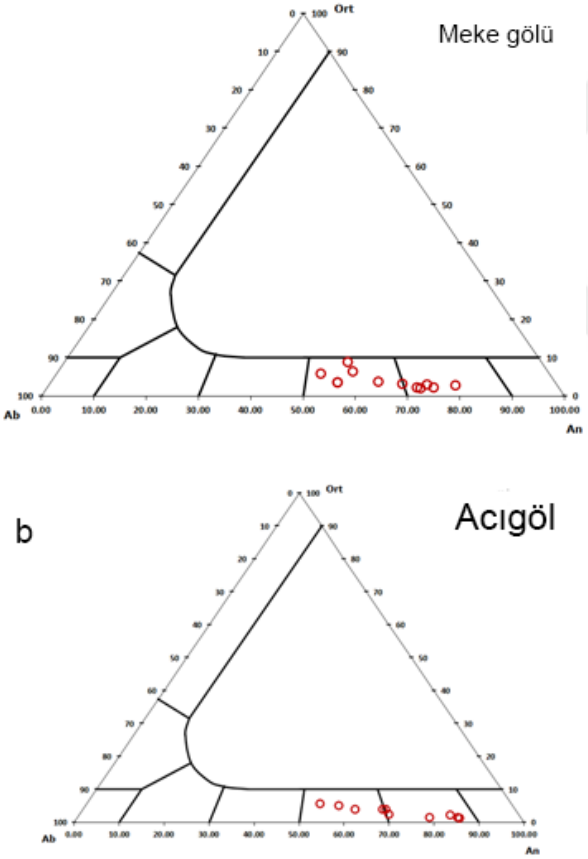
Meke gölü örneklerinde geri düşme ürünleri kaba taneli tepe değerleri ile yani 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar ile karakterize edilirken, taban yayılımı ürünleri daha ince taneleri ifade eden (3-4 alt populasyonlar) tepe değerleri ile tanımlanmıştır.



Şekil 3. 22. (a)Meke gölü örneklerine ait alt populasyonların dağılımını, (b) Acıgöl örneğine ait alt popülasyonların dağılımı, c) Meke gölüne ait magmatik ve freatomagmatik tanelerin yüzdesi (1 ve 2 numaralı alt popülasyonlar magmatik, 3-4 numaralı alt popülasyonlar freatomagmatik patlamaları göstermektedir), (d) Acıgöl örneğine ait fraksiyon değerlerinin yüzdece ifadesi.

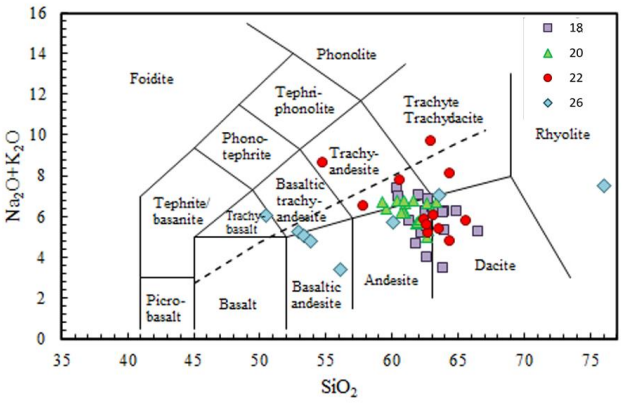
3.1.3. Mineral ve Cam Kimyasal Analizleri

Kimyasal analizler Meke gölü örnekleri arasından C-20-18 numaralı ince kül örneği, C-20-20 numaralı kül örneği, C-20-22 numaralı cüruf örneklerinden; Acıgöl örneği olan C-20-26'dan alınmıştır. Kimyasal analizler SEM-EDS cihazı kullanılarak major oksitlerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Volkanik camların içinde mikro ve kriptokristaller gözlemlenmiştir. Camın içinde bulunan plajiyoklaz kristalleri Meke gölü örneklerinde labrador ve bitovnit olarak belirlenmiştir. Acıgöl örneğinde ise bitovnit ve labrador gözlemlenmektedir (Şekil 3.23).



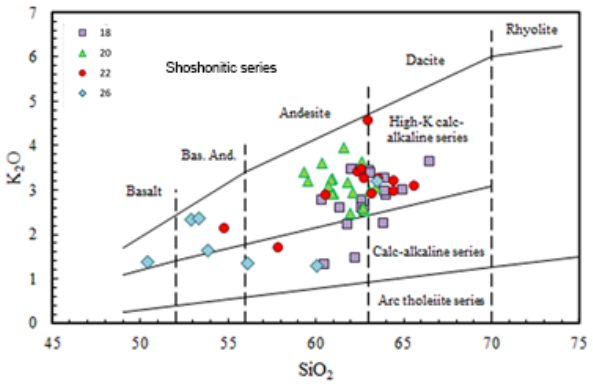
Şekil 3. 23. Cüruflarda camın içinde bulunan plajiyoklaz mineralleri, (a) Meke gölü örneklerinde bulunan plajiyoklaz mineralleri, (b) Acıgöl örneğinde bulunan plajiyoklaz mineralleri

Le Bas ve ark., (1986)'ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na_2O+K_2O) – silis (% SiO_2) (TAS) diyagramı ile değerlendirilmiştir. TAS diyagramına göre Meke gölü cam analizleri andezit- trakiandezit- dasit alanına düşerken, Acıgöl camlarının Bazalt- Bazaltik trakiandezit ve bazaltik andezit bileşimde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3. 24. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait TAS diyagramı (Le Bas ve ark., 1986)

Volkanik camlarda Potasyum (K) içeriğini belirlemek ve magmanın kimyasal karakteristiğin belirlemek amacıyla Peccerillo ve Taylor, (1976) tarafından geliştirilmiş silise karşı K_2O diyagramı kullanılmıştır. Meke gölü ve Acıgöl'den alınan cam analizlerinin yüksek-K- kalkalkalin ve kalkalkalin karakterde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3. 25. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait SiO_2- K_2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor, 1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

3.1.4. Morfolojik Analizler

Volkanik küller iki boyutlu ve üç boyutlu morfolojik analizler ile değerlendirilmiştir. Bu kapsamda iki boyutlu analizlerde biçim katsayısı (FF), Eksenel oran, Dışbükeylik ve sağlamlık parametreleri Liu ve ark., (2015) tarafından geliştiren komut dizisi ile hesaplanmıştır. Dikdörtgensellik, sıkılık, uzama ve daireselik parametreleri hesaplanmıştır. Üç boyutlu analizlerde; fraktal boyut (DSA), yüzey pürüzlülüğü (Ra), yüzey alanı (SA), hacim (V) ve projeksiyon alanı (PA) hesaplamaları yapılmıştır.

3.1.4.1. İki Boyutlu Analizler

İki boyutlu analizler 125-250, 63-125 ve 38-63 µm tane boyu aralıkları arasında yapılmıştır. Tanelerin dış konturları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Meke gölü-Karapınar ve Acıgöl-Karapınar örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçları, ilgili tane boylarının alt başlıkları altında verilmiştir. Her tane boyunda ortak nokta gözenekliliği yüksek tanelerin düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alırken, dairesellik x dikdörtgensellik değerlerinin yüksek olmasıdır. Daha büyük tane boyu olan 125-250 mikrometre ve 63-125 mikrometre tane boylarında C-20-17 cüruf örneği yüksek gözenekliliğe sahip taneler bulundurmaktadır ve bu taneler dikdörtgensellik x dairesellik' e karşı Uzama x sıkılık grafiğinde magmatik alana düşmektedir (Şekil 3.29), bununla beraber 125-250 mikrometre (Şekil 3.26) ve 63-125 mikrometre (Şekil 3.30) tane boylarında sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı parametreleri düşük değerler almaktadır. Bloksu ve düşük gözenekliliğe sahip taneler genellikle 125-250 mikrometre ve 63-125 mikrometre tane boyutunda yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır. Bloksu ve düşük gözenekli taneler C-20-18, C-20-21, C-20-24,C-20-25 ve C-20-26 örneklerinde yaygın olarak gözlemlenmiştir. Bloksu taneler, yüksek sağlamlık, dışbükeylik (Şekil 3.26; Şekil 3.30; Şekil 3.34) ve biçim katsayısı (Şekil 3.27; Şekil 3.31; Şekil 3.35) değerleri almaktadır. Tane boyu azaldıkça tanelerdeki alterasyon artmaktadır (Şekil 3.38)

- 125- 250 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizleri

C-20-17 Meke-Karapınar örneğinin analiz sonuçları Çizelge 3.4'de verilmektedir. Gözenekliliği düşük partiküllerde sağlamlık ve dışbükeylik parametresinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. (Şekil 3.26). C-20-18 Meke- Karapınar örneğinde; Sağlamlık parametresi bloksu gözeneksiz partiküllerde daha yüksektir. Parametreler gözenekli tanelerde göreceli olarak daha düşük değere sahiptir. Dışbükeylik bloksu

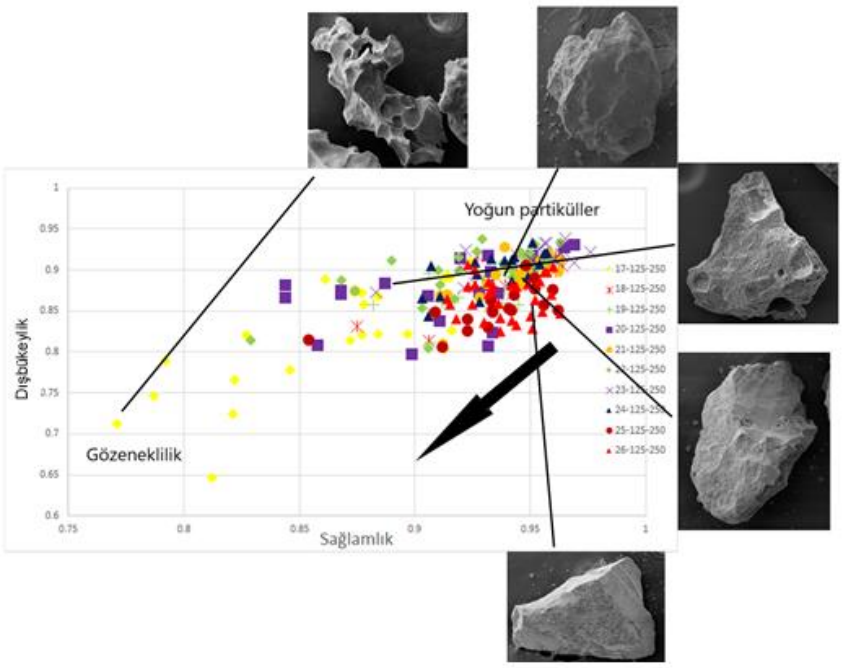
tanelerde daha yüksektir (Şekil 3.26). Biçim katsayısı gözenekli tanelerde daha düşük değerlere sahiptir. (Şekil 3.27)

Çizelge 3. 4. C-20-17, C-20-18 ,C-20-19 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
17-1	0.877	0.872	0.578	0.762	0.859678011	0.544093196	1.915089767	1.315192755	0.578	1.041987311	1.130642293
17-2	0.915	0.891	0.627	0.632	0.92068091	0.67955227	2.357330774	1.263375216	0.627	1.601929478	1.163165444
17-3	0.861	0.889	0.518	0.621	0.897692934	0.554057453	2.752059966	1.389395653	0.518	1.524799335	1.24725066
17-4	0.914	0.894	0.66	0.677	0.862375718	0.626733989	1.913133008	1.23078376	0.66	1.199025481	1.061398028
17-5	0.924	0.91	0.667	0.617	0.884123793	0.69524563	2.237984651	1.224146717	0.667	1.555949049	1.082297238
17-6	0.792	0.789	0.423	0.609	0.979528098	0.541116987	2.838434872	1.536645675	0.423	1.535925326	1.505187615
17-7	0.955	0.903	0.712	0.768	0.848521699	0.653357742	1.910718688	1.185134308	0.712	1.248382848	1.005612177
17-8	0.943	0.895	0.697	0.71	0.932618628	0.796599604	1.872278446	1.197653104	0.697	1.491456269	1.116953596
17-9	0.821	0.724	0.359	0.795	1.128316024	0.58170759	2.280931793	1.669407582	0.359	1.326835337	1.883619326
17-10	0.878	0.858	0.574	0.73	0.895115018	0.585653627	2.070808361	1.320468701	0.574	1.212776426	1.181971365
17-11	0.812	0.647	0.286	0.564	1.213974248	0.539305635	2.505282618	1.871034439	0.286	1.351113032	2.271387627
17-12	0.897	0.822	0.531	0.719	0.980626246	0.666478983	2.169026685	1.371793304	0.531	1.445610699	1.345216517
17-13	0.771	0.712	0.313	0.416	1.076741096	0.463284641	3.442195309	1.787376037	0.313	1.594716217	1.924541232
17-14	0.787	0.746	0.378	0.615	1.03867609	0.541519453	2.806701203	1.627079594	0.378	1.519883301	1.69000867
17-15	0.884	0.868	0.539	0.521	0.96260158	0.688706533	2.557818824	1.361540431	0.539	1.761586533	1.31062097
17-16	0.913	0.803	0.553	0.781	0.979341147	0.682073966	1.863185205	1.344603963	0.553	1.270830123	1.316825988
17-17	0.872	0.814	0.502	0.669	0.956755378	0.585769072	2.328151765	1.410714552	0.502	1.363759298	1.349708735
17-18	0.827	0.821	0.481	0.51	0.979179492	0.597353582	2.661243899	1.441340247	0.481	1.589703575	1.411330811
17-19	0.884	0.822	0.534	0.637	0.966244543	0.650692067	2.165064345	1.367904543	0.534	1.408790195	1.321730299
17-20	0.846	0.778	0.443	0.558	0.995836046	0.57638383	2.609688939	1.502978486	0.443	1.504182505	1.496720153
17-21	0.913	0.89	0.635	0.751	0.856751513	0.599809859	2.186687134	1.254641447	0.635	1.311596502	1.074915958
17-22	0.877	0.821	0.523	0.728	0.934125466	0.581849856	2.066184179	1.382544695	0.523	1.202208967	1.291470207
17-23	0.822	0.766	0.404	0.563	1.022878755	0.541592407	2.499619659	1.573187078	0.404	1.353775028	1.609179641
17-24	0.916	0.826	0.575	0.779	0.915897303	0.620515307	1.973968445	1.318189945	0.575	1.224877637	1.207326614
18-1	0.875	0.831	0.519	0.509	0.932248474	0.574183332	2.658722161	1.388662429	0.519	1.52659395	1.29457843
18-2	0.927	0.917	0.632	0.775	0.872801792	0.614667207	2.152260425	1.258090515	0.632	1.322923904	1.098063656
18-3	0.908	0.847	0.555	0.56	0.944955686	0.639430068	2.549937626	1.342720548	0.555	1.630506789	1.268811416
18-4	0.941	0.882	0.684	0.803	0.88524331	0.693748457	1.859626111	1.208887592	0.684	1.290112746	1.070159653
18-5	0.933	0.858	0.594	0.529	0.92625115	0.66095771	2.393740363	1.297840325	0.594	1.582161148	1.202126093
18-6	0.948	0.881	0.676	0.761	0.883656611	0.67274249	1.888202598	1.216106562	0.676	1.270274116	1.074620603
18-7	0.944	0.883	0.685	0.86	0.89641082	0.700507314	1.616418038	1.208682413	0.685	1.132312658	1.083475993
18-8	0.961	0.917	0.739	0.717	0.86818939	0.724153688	1.992250183	1.163232438	0.739	1.442695318	1.00990606
18-9	0.95	0.881	0.667	0.658	0.860284981	0.636163917	1.98822976	1.224834552	0.667	1.264840033	1.05370677
18-10	0.939	0.88	0.685	0.819	0.86955303	0.659377466	1.653684859	1.208399926	0.685	1.090402532	1.050767816
18-11	0.961	0.899	0.719	0.854	0.91516113	0.768668256	1.6768035	1.179348147	0.719	1.288905621	1.079293583
18-12	0.944	0.898	0.622	0.475	0.875133417	0.635691076	2.67294393	1.267514703	0.622	1.699166604	1.109244473
18-13	0.932	0.883	0.675	0.834	0.875386667	0.660449463	1.676480603	1.216949305	0.675	1.107230713	1.065301197
18-14	0.941	0.905	0.692	0.656	0.851196621	0.643139556	2.043358504	1.202189642	0.692	1.31416468	1.023299762
18-15	0.964	0.905	0.745	0.779	0.880126106	0.737617366	1.812605418	1.158290253	0.745	1.337009234	1.01944149
18-16	0.944	0.919	0.608	0.47	0.826057579	0.533634661	2.751666069	1.282786349	0.608	1.468384391	1.059655386
18-17	0.95	0.901	0.675	0.575	0.885079765	0.69038503	2.295541896	1.217284286	0.675	1.58480776	1.07739369
18-18	0.942	0.871	0.68	0.771	0.912273839	0.726552598	1.670244309	1.21245485	0.68	1.213520342	1.10609084
18-19	0.906	0.814	0.543	0.688	0.959149916	0.648061278	2.059773689	1.357665548	0.543	1.33485957	1.302204796
19-1	0.945	0.857	0.646	0.733	0.931936988	0.735025954	1.908893366	1.243877429	0.646	1.403086168	1.159215384
19-2	0.953	0.886	0.676	0.682	0.915052474	0.743170501	1.972537576	1.215959207	0.676	1.465931738	1.11266648
19-3	0.939	0.897	0.663	0.624	0.849156508	0.608620499	2.219118749	1.228343809	0.663	1.35060116	1.043056139
19-4	0.938	0.86	0.639	0.854	0.93366008	0.714058377	1.737514749	1.250981057	0.639	1.240686961	1.167991074
19-5	0.919	0.866	0.599	0.576	0.929558176	0.698533089	2.392035066	1.292248429	0.599	1.670915643	1.201220093
19-6	0.912	0.86	0.617	0.802	0.911497245	0.664071935	1.967174367	1.272977477	0.617	1.306345287	1.160315463
19-7	0.907	0.811	0.511	0.595	0.972835727	0.617179284	2.444608075	1.398526666	0.511	1.50876146	1.360536705
19-8	0.957	0.905	0.733	0.813	0.93022439	0.81489061	1.720759217	1.167765991	0.733	1.402230529	1.086284406
19-9	0.956	0.914	0.72	0.657	0.848965086	0.662405084	1.931468299	1.178680654	0.72	1.27941442	1.000658723
19-10	0.929	0.893	0.633	0.56	0.843824887	0.575459467	2.323834567	1.2573645	0.633	1.337272602	1.060995457
19-11	0.963	0.922	0.761	0.85	0.861303208	0.721538687	1.780203129	1.146382445	0.761	1.284485428	0.987382878
19-12	0.964	0.925	0.663	0.448	0.834711982	0.59853746	2.671498554	1.228450047	0.663	1.598991959	1.025401974
19-13	0.933	0.849	0.604	0.637	0.908081988	0.658244411	2.26485054	1.286703253	0.604	1.49082521	1.168432048
19-14	0.93	0.891	0.629	0.572	0.865735762	0.614743539	2.358689626	1.260610886	0.629	1.449989208	1.091355926
19-15	0.93	0.891	0.629	0.572	0.865735762	0.614743539	2.358689626	1.260610886	0.712	1.449989208	1.091355926
19-16	0.882	0.857	0.56	0.938	0.908848154	0.589255924	1.846046106	1.335978893	0.56	1.087793604	1.21420195
19-17	0.954	0.878	0.684	0.729	0.919829933	0.745597081	1.945823892	1.20917721	0.684	1.450800614	1.112237392
19-18	0.966	0.93	0.713	0.608	0.873018777	0.699792773	2.430363131	1.184416035	0.713	1.700750553	1.034017438
19-19	0.906	0.896	0.625	0.643	0.907666129	0.65545902	2.416497339	1.265176503	0.625	1.583914978	1.148357858
19-20	0.939	0.876	0.615	0.632	0.890408775	0.623804612	2.353960259	1.275632064	0.615	1.468411266	1.135833983

C-20-20 Meke-Karapınar örneğinde; gözenekliliğin daha düşük olduğu bloksu tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik parametreleri daha düşük değerler almıştır (Şekil 3.26). C-20-21 Meke-Karapınar örneğinde; taneler genellikle bloksudur. Tanelerin sağlamlık değerleri 0.9 civarındadır (Çizelge 3.5). C-20-22 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; sağlamlık ve dışbükeylik gözenekli tanelerde düşüktür fakat bazı gözenekli olmayan tanelerde de düşük olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.28c). C-20-23 numaralı Meke -Karapınar örneğinde; partiküllerdeki volkanik camlar gözenekli

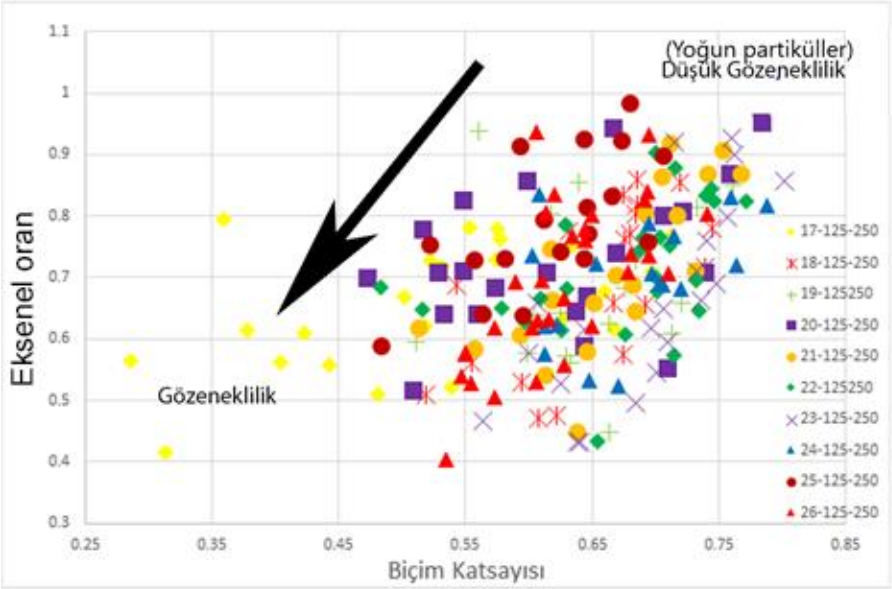
değildir. Tanelerdeki sağlamlık ve dışbükeylik parametreleri yüksek değerler almaktadır (Çizelge 3.6). C-20-24 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; gözenekli olmayan tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik değerleri yüksektir (Şekil 3.28b). Düşük gözenekli tanelerde parametreler düşük değerlere sahiptir (Şekil 3.28a). C-20-25 numaralı Meke- Karapınar örneğinde; gözeneksiz bloksu cam parçaları hakimdir ve volkanik camların sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı genel olarak yüksektir. (Çizelge 3.6). Acıgöl örneğinin analiz sonuçları Çizelge 3.7'de verilmektedir.



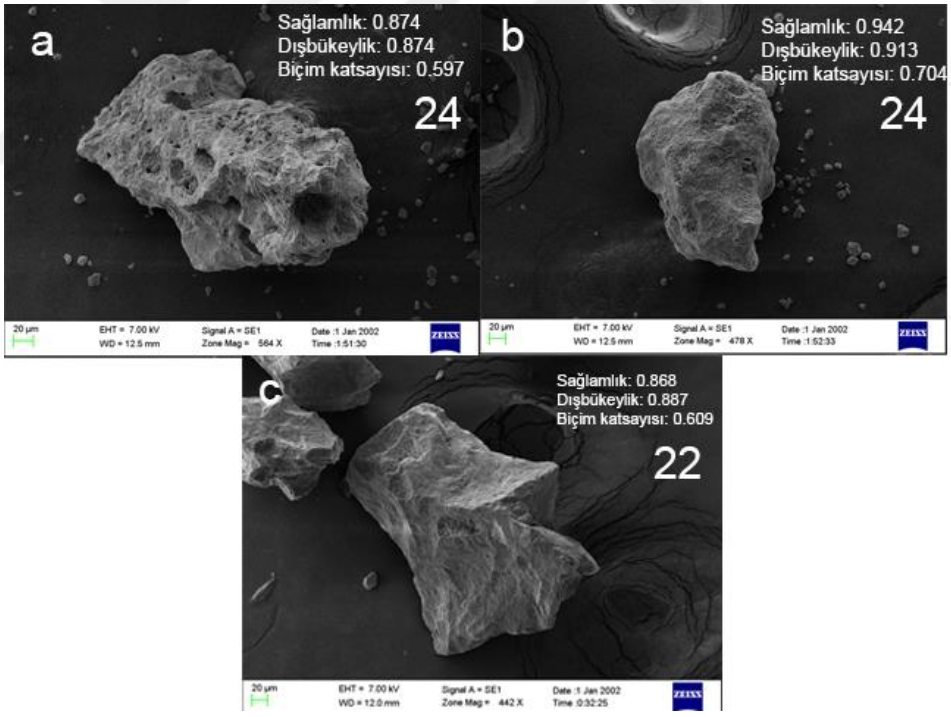
Şekil 3. 26. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 μm tane boyundaki sağlamlık parametresine karşılık dışbükeylik parametresinin diyagramı

Çizelge 3. 5. C-20-20, C-20-21, C-20-22 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
20-1	0.934	0.872	0.667	0.941	0.905933088	0.698184894	1.670351298	1.224257802	0.667	1.166214044	1.109095651
20-2	0.844	0.881	0.549	0.71	0.974385691	0.663838237	2.612745936	1.349901251	0.549	1.734440657	1.315324462
20-3	0.887	0.883	0.599	0.856	0.883172938	0.595608621	1.956815377	1.291734416	0.599	1.165496107	1.140824879
20-4	0.932	0.917	0.644	0.586	0.880188595	0.656222939	2.726668145	1.246110686	0.644	1.789302185	1.096812414
20-5	0.934	0.823	0.56	0.639	1.002078201	0.742241271	2.001003303	1.33665229	0.56	1.485227235	1.339430122
20-6	0.936	0.871	0.669	0.739	0.920942236	0.738334233	1.82741042	1.222806679	0.669	1.34923967	1.126134317
20-7	0.928	0.872	0.647	0.668	0.945223982	0.763335202	1.961429136	1.243405952	0.647	1.497227906	1.175297125
20-8	0.868	0.874	0.549	0.825	0.903123544	0.570345276	2.264257275	1.349388376	0.549	1.291408441	1.218664412
20-9	0.952	0.909	0.759	0.868	0.853300261	0.705001124	1.591454839	1.147764405	0.759	1.12197745	0.979387667
20-10	0.933	0.897	0.722	0.805	0.89334189	0.739358823	1.645282469	1.177153576	0.722	1.21645411	1.051600601
20-11	0.932	0.806	0.534	0.638	1.022633376	0.735329029	2.002962265	1.368264582	0.534	1.472836297	1.399233029
20-12	0.858	0.808	0.473	0.697	1.014057495	0.631395844	2.448146377	1.454639363	0.473	1.545749448	1.475087949
20-13	0.844	0.866	0.529	0.706	1.001528656	0.676211935	2.62800014	1.374495114	0.529	1.777085059	1.376596245
20-14	0.965	0.927	0.785	0.951	0.810939643	0.657890769	1.584475578	1.128381991	0.785	1.042411857	0.915049689
20-15	0.911	0.837	0.51	0.515	0.959866084	0.60453029	2.925896853	1.400775084	0.51	1.768793272	1.344556494
20-16	0.899	0.797	0.517	0.776	0.965967003	0.616130054	2.015909593	1.391286206	0.517	1.242062486	1.343936567
20-17	0.951	0.917	0.74	0.707	0.855386597	0.689765888	1.934645047	1.162226079	0.74	1.334452159	0.994152611
20-18	0.932	0.881	0.638	0.644	0.899517988	0.668962815	2.176339631	1.251648308	0.638	1.455890285	1.125880168
20-19	0.868	0.87	0.574	0.682	0.947794037	0.671708718	2.236324659	1.320223942	0.574	1.50215877	1.25130038
20-20	0.906	0.868	0.615	0.706	0.928157366	0.696399807	2.171370958	1.275604389	0.615	1.512142317	1.183961609
20-21	0.92	0.914	0.707	0.8	0.869776372	0.684595376	1.913449553	1.189417039	0.707	1.309938717	1.034526838
20-22	0.969	0.93	0.71	0.55	0.886021059	0.772473233	2.417651955	1.186659499	0.71	1.867571423	1.051405306
21-1	0.958	0.92	0.683	0.687	0.864162785	0.67428878	2.308282058	1.210453671	0.683	1.556448692	1.046029016
21-2	0.939	0.906	0.646	0.577	0.875764805	0.647480674	2.604633697	1.243870532	0.646	1.686449983	1.089338034
21-3	0.962	0.898	0.754	0.905	0.877958751	0.740905875	1.517269095	1.151358863	0.754	1.124153586	1.010845589
21-4	0.911	0.869	0.618	0.746	0.958470133	0.731682001	2.194389393	1.271942969	0.618	1.605595222	1.219119346
21-5	0.939	0.928	0.639	0.447	0.856379271	0.650282755	3.080698556	1.251244107	0.639	2.003325144	1.071539517
21-6	0.912	0.81	0.514	0.617	0.971411618	0.645252082	2.445083742	1.395449994	0.514	1.577695376	1.355556338
21-7	0.946	0.895	0.718	0.8	0.888321686	0.726919801	1.738819354	1.179812821	0.718	1.263982218	1.048053314
21-8	0.943	0.881	0.652	0.658	0.895121362	0.676891831	2.053573768	1.238865579	0.652	1.390047307	1.108935045
21-9	0.944	0.893	0.685	0.643	0.872284098	0.673692243	2.125336248	1.208402203	0.685	1.431822544	1.054070026
21-10	0.874	0.874	0.558	0.582	0.881126086	0.557319838	2.290797657	1.339200579	0.558	1.27670698	1.180004564
21-11	0.949	0.908	0.706	0.863	0.872607221	0.685501453	1.761870823	1.190103541	0.706	1.207765008	1.038492944
21-12	0.946	0.883	0.692	0.803	0.870400741	0.66960071	1.746046149	1.202051014	0.692	1.169153742	1.046266093
21-13	0.954	0.912	0.742	0.866	0.878699946	0.733195131	1.679961551	1.161132752	0.742	1.231739629	1.020287287
21-14	0.914	0.87	0.594	0.605	0.921851979	0.679875222	2.375596558	1.297445067	0.594	1.615109237	1.196052303
21-15	0.958	0.905	0.732	0.708	0.903960371	0.779050651	1.816693792	1.169010316	0.732	1.415296481	1.056738998
21-16	0.931	0.883	0.614	0.539	0.919031003	0.703419152	2.488836302	1.275935705	0.614	1.750695121	1.172624471
21-17	0.928	0.867	0.619	0.661	0.904070052	0.648833151	2.168661243	1.271419611	0.619	1.407099308	1.149452393
21-18	0.963	0.913	0.768	0.866	0.847930965	0.703249093	1.616090863	1.141446517	0.768	1.136514433	0.967867846
21-19	0.935	0.894	0.669	0.702	0.885371705	0.681382617	1.994479177	1.222532095	0.669	1.359003441	1.082395326
21-20	0.95	0.898	0.712	0.917	0.897739929	0.730624243	1.688716176	1.185285242	0.712	1.233816977	1.06407789
22-1	0.927	0.923	0.7	0.701	0.865906946	0.677848548	1.882702944	1.195402958	0.7	1.276187458	1.035107724
22-2	0.942	0.891	0.7	0.904	0.929132405	0.770155387	1.664091482	1.194961755	0.7	1.28160902	1.110277689
22-3	0.919	0.916	0.704	0.766	0.837580588	0.63007499	1.74256872	1.191941218	0.704	1.097948968	0.998346826
22-4	0.903	0.854	0.579	0.65	0.91234515	0.622980367	2.057850074	1.314039577	0.579	1.282000194	1.198857634
22-5	0.942	0.902	0.676	0.607	0.845394508	0.620591907	2.200708955	1.216255289	0.676	1.365742167	1.028215542
22-6	0.938	0.908	0.701	0.678	0.870632102	0.687934633	1.980428588	1.194247584	0.701	1.362405414	1.039750284
22-7	0.929	0.938	0.654	0.433	0.809824179	0.546265539	2.798322137	1.236372135	0.654	1.528626949	1.00124405
22-8	0.906	0.804	0.516	0.648	0.998386453	0.657306962	2.307768274	1.39185372	0.516	1.516912154	1.389607899
22-9	0.829	0.814	0.483	0.684	1.030706217	0.653649981	2.438600915	1.438901036	0.483	1.593991441	1.483084243
22-10	0.952	0.931	0.715	0.574	0.805242901	0.599301039	2.354951903	1.182984743	0.715	1.411325122	0.952590067
22-11	0.956	0.909	0.74	0.832	0.904789345	0.772785859	1.750252868	1.162676597	0.74	1.352570666	1.051977396
22-12	0.91	0.9	0.69	0.766	0.882941209	0.685347242	1.758433388	1.203647108	0.69	1.205137472	1.062749633
22-13	0.868	0.887	0.609	0.667	0.856654313	0.56864963	2.030529187	1.28185813	0.609	1.154659671	1.098109295
22-14	0.958	0.915	0.744	0.844	0.847225361	0.681894003	1.625719252	1.159206599	0.744	1.108568209	0.982109229
22-15	0.952	0.9	0.716	0.879	0.87911955	0.707410427	1.703560779	1.18149511	0.716	1.205116658	1.03867545
22-16	0.911	0.882	0.63	0.682	0.945007535	0.726001836	2.288538272	1.259570283	0.63	1.661482987	1.190303408
22-17	0.874	0.874	0.597	0.628	0.856274653	0.559104708	2.230022897	1.293778233	0.597	1.246816301	1.107829508
22-18	0.948	0.916	0.732	0.696	0.887158966	0.753320285	1.870745018	1.169009604	0.732	1.40927017	1.037097351
22-19	0.95	0.918	0.746	0.824	0.854116844	0.697828426	1.765249903	1.1580762	0.746	1.231841561	0.989132389
22-20	0.963	0.934	0.734	0.645	0.812243399	0.630152647	2.216435425	1.166908431	0.734	1.396692651	0.947813671
22-21	0.917	0.865	0.629	0.785	0.933597545	0.701075517	1.874648359	1.261246594	0.629	1.314270068	1.177496724
22-22	0.919	0.9	0.687	0.743	0.858994837	0.65259574	1.921983401	1.206147641	0.687	1.254278179	1.036074597
22-23	0.89	0.912	0.626	0.613	0.836753669	0.561630042	2.355183446	1.263948126	0.626	1.322741779	1.057613232
22-24	0.946	0.921	0.711	0.752	0.872583249	0.696308938	1.811844342	1.185729903	0.711	1.261603409	1.034648051
22-25	0.95	0.92	0.771	0.823	0.870390951	0.744555519	1.732555416	1.138821599	0.771	1.289983696	0.991220014



Şekil 3. 27. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki biçim katsayısı-eksenel oran grafiği



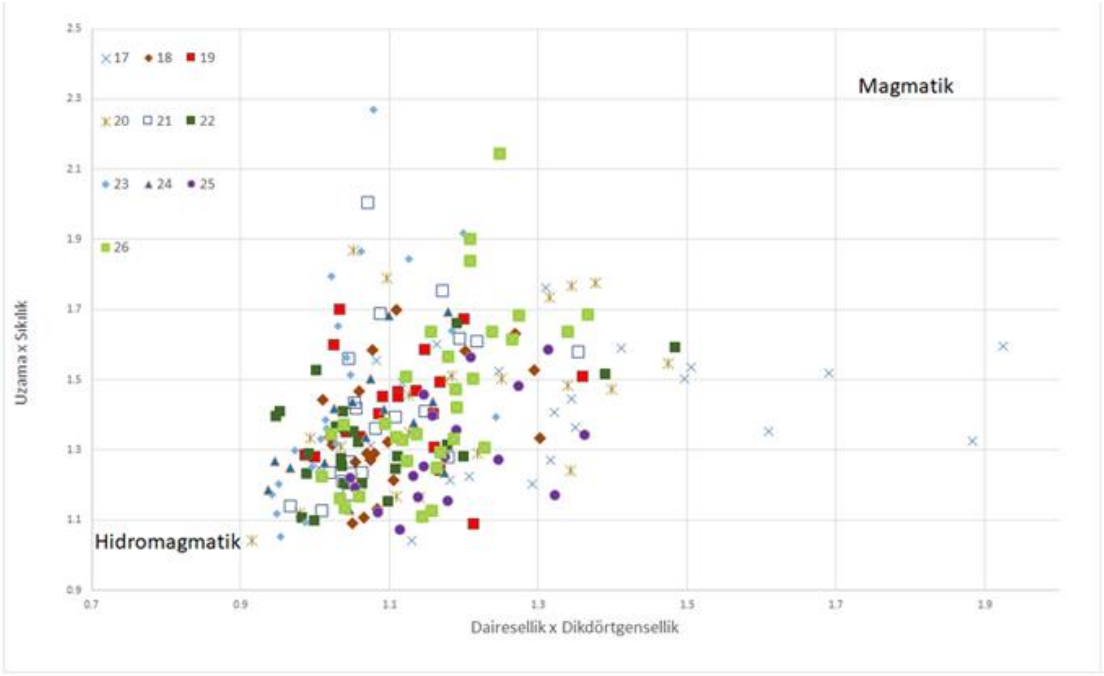
Şekil 3. 28. (a) C-20-24 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli taneler, (b) C-20-24 örneğinde yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan piroklast,(c) C-20-22 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözeneksiz tane.

Çizelge 3. 6. C-20-23, C-20-24,C-20-25 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
23-1	0.883	0.873	0.607	0.659	0.968452154	0.741491065	1.881602617	1.283504057	0.607	1.395191528	1.243012268
23-2	0.954	0.907	0.706	0.65	0.876373582	0.706561851	2.210790648	1.189770808	0.706	1.562060332	1.042683705
23-3	0.922	0.924	0.644	0.616	0.825545416	0.562906593	2.342353273	1.245754913	0.644	1.3185261	1.028427258
23-4	0.965	0.938	0.638	0.433	0.86111875	0.708904279	3.201073048	1.252214313	0.638	2.269254383	1.078305224
23-5	0.956	0.933	0.71	0.596	0.801259655	0.582076132	2.066823687	1.186996269	0.71	1.203048736	0.951092222
23-6	0.953	0.923	0.736	0.662	0.83480003	0.65283577	1.988679167	1.165837828	0.736	1.298280895	0.973241454
23-7	0.962	0.91	0.76	0.926	0.831500124	0.669516139	1.573061814	1.146722445	0.76	1.053190272	0.953499856
23-8	0.95	0.913	0.74	0.76	0.856755239	0.697109074	1.795153901	1.162522838	0.74	1.251418074	0.995997532
23-9	0.976	0.922	0.802	0.856	0.843552513	0.731195464	1.605328692	1.116449772	0.802	1.173809059	0.94178401
23-10	0.96	0.912	0.748	0.689	0.878808304	0.751798291	1.81158191	1.156353953	0.748	1.361944184	1.016213457
23-11	0.954	0.925	0.733	0.711	0.896871203	0.758287169	1.998223916	1.16824168	0.733	1.515227556	1.04776232
23-12	0.951	0.911	0.696	0.617	0.846544407	0.646074617	2.145626863	1.198564406	0.696	1.386235054	1.014637994
23-13	0.92	0.903	0.625	0.527	0.890458318	0.67552008	2.731631261	1.265180957	0.625	1.845271769	1.126590907
23-14	0.926	0.884	0.564	0.466	0.900651803	0.646316561	2.966105515	1.331344645	0.564	1.917043116	1.199077955
23-15	0.969	0.909	0.762	0.9	0.827914734	0.666255536	1.680447134	1.145862661	0.762	1.119607206	0.94867658
23-16	0.963	0.92	0.757	0.798	0.87682734	0.744541229	1.787634532	1.149209301	0.757	1.330967612	1.007658135
23-17	0.952	0.899	0.715	0.92	0.834802226	0.635349333	1.723173309	1.182958957	0.715	1.094817012	0.987536772
23-18	0.957	0.933	0.684	0.496	0.852707183	0.665081677	2.48428668	1.209021029	0.684	1.652253552	1.030940915
23-19	0.921	0.878	0.6	0.577	0.91765469	0.64459362	2.542042096	1.290767636	0.6	1.638584117	1.184478975
23-20	0.964	0.924	0.64	0.432	0.848906613	0.62015049	3.010489046	1.25022349	0.64	1.866956258	1.061322988
23-21	0.964	0.931	0.701	0.545	0.855074583	0.700865795	2.560237388	1.19478184	0.701	1.794382813	1.021627584
24-1	0.943	0.916	0.706	0.688	0.856385571	0.664629355	2.025983512	1.19005958	0.706	1.346528114	1.019149853
24-2	0.951	0.934	0.788	0.818	0.83212359	0.695873604	1.705021724	1.126166746	0.788	1.186479612	0.937109916
24-3	0.956	0.92	0.759	0.83	0.841600142	0.685723736	1.820177461	1.148205318	0.759	1.248138889	0.966329759
24-4	0.903	0.866	0.603	0.737	0.923481883	0.655296721	2.077134358	1.287280687	0.603	1.361139334	1.188780393
24-5	0.933	0.914	0.714	0.767	0.856359451	0.66751664	1.890689148	1.183550963	0.714	1.262066468	1.013545053
24-6	0.949	0.892	0.697	0.707	0.891397866	0.715062391	1.870727728	1.197888421	0.697	1.337687042	1.067795183
24-7	0.957	0.922	0.764	0.721	0.826332003	0.667198419	1.90287252	1.144315847	0.764	1.269593537	0.945584805
24-8	0.954	0.907	0.72	0.681	0.911823652	0.779257472	1.927650094	1.178885095	0.72	1.502135739	1.074935313
24-9	0.942	0.913	0.704	0.691	0.880923297	0.715461903	2.009314527	1.192154653	0.704	1.437587995	1.050196807
24-10	0.942	0.886	0.695	0.787	0.871719371	0.673136842	1.676515554	1.199824941	0.695	1.128524386	1.045910642
24-11	0.911	0.868	0.612	0.621	0.885554154	0.623496004	2.209347035	1.278255642	0.612	1.377519048	1.131964593
24-12	0.926	0.909	0.648	0.532	0.884613464	0.677547978	2.484694061	1.24253342	0.648	1.683499438	1.099161792
24-13	0.906	0.844	0.608	0.835	0.915988829	0.657171515	1.879213007	1.282076194	0.608	1.234965259	1.174367471
24-14	0.907	0.905	0.653	0.722	0.883149251	0.648409593	2.183912663	1.237599118	0.653	1.416069922	1.092984734
24-15	0.928	0.861	0.612	0.576	0.905801825	0.639147438	2.247214493	1.27847559	0.612	1.436301387	1.158045522
24-16	0.939	0.912	0.671	0.523	0.840148081	0.60409011	2.346517658	1.220632853	0.671	1.417508109	1.025512349
24-17	0.927	0.895	0.622	0.622	0.929661281	0.690170305	2.455945637	1.267615531	0.622	1.695020749	1.178453078
25-1	0.943	0.869	0.674	0.921	0.964042124	0.800423658	1.598782656	1.218229	0.674	1.279703462	1.174424073
25-2	0.948	0.905	0.707	0.897	0.886537713	0.709475128	1.678449452	1.189588716	0.707	1.19081814	1.05461526
25-3	0.854	0.814	0.484	0.588	0.948028759	0.55408095	2.423498206	1.43715839	0.484	1.342814188	1.362467485
25-4	0.96	0.876	0.695	0.756	0.873611533	0.67720742	1.800815533	1.199696184	0.695	1.219525641	1.048068422
25-5	0.912	0.805	0.523	0.751	0.956715973	0.609480178	1.921503552	1.383218258	0.523	1.171118328	1.323347001
25-6	0.934	0.85	0.626	0.74	0.901043073	0.649603951	1.791385206	1.263948983	0.626	1.163690908	1.138872476
25-7	0.933	0.862	0.648	0.77	0.932507932	0.728319672	1.918515589	1.241788299	0.648	1.397292644	1.157977439
25-8	0.923	0.839	0.582	0.73	0.908601196	0.622284799	2.177873887	1.310744995	0.582	1.355257814	1.19094447
25-9	0.932	0.829	0.594	0.913	0.96137681	0.699605123	1.816939807	1.297356524	0.594	1.271140397	1.247248477
25-10	0.941	0.853	0.596	0.637	0.933661822	0.663359492	2.357034731	1.295544112	0.596	1.563561361	1.209600076
25-11	0.962	0.85	0.647	0.813	0.911125966	0.684153182	1.78821317	1.243039437	0.647	1.22341173	1.132565508
25-12	0.956	0.857	0.681	0.983	0.919354547	0.732937279	1.463913161	1.212228227	0.681	1.072956529	1.114467533
25-13	0.952	0.877	0.666	0.83	0.884950437	0.666048604	1.681858485	1.225502982	0.666	1.120199496	1.0845094
25-14	0.934	0.848	0.613	0.792	0.897853904	0.636452746	1.965568924	1.277261281	0.613	1.250991739	1.146794028
25-15	0.923	0.825	0.564	0.64	0.956225146	0.67513084	2.195500753	1.331923112	0.564	1.482250267	1.273618372
25-16	0.942	0.85	0.644	0.924	0.94573302	0.733065881	1.574821073	1.246388019	0.644	1.154447597	1.178750306
25-17	0.909	0.848	0.558	0.726	0.981189626	0.690534324	2.295549736	1.339102254	0.558	1.585155886	1.313913239
25-18	0.952	0.89	0.644	0.73	0.920710305	0.703429214	2.071889344	1.246167415	0.644	1.457427493	1.14735918

Çizelge 3. 7. C-20-26 örneğine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
26-1	0.942	0.838	0.606	0.937	0.89103057	0.613276265	1.807980222	1.28467035	0.606	1.108791358	1.144680554
26-2	0.955	0.849	0.603	0.618	0.941326395	0.701682701	2.142528267	1.287293936	0.603	1.50337502	1.211763761
26-3	0.93	0.836	0.55	0.577	1.012931559	0.762844856	2.209074418	1.348795473	0.55	1.685181056	1.366237502
26-4	0.937	0.842	0.61	0.696	0.912714216	0.656289985	1.968549532	1.280269253	0.61	1.291939344	1.168519947
26-5	0.918	0.841	0.62	0.835	0.967172555	0.739677446	1.766658431	1.269499625	0.62	1.306757396	1.227825196
26-6	0.95	0.844	0.644	0.78	0.933560462	0.718597989	1.736779372	1.246312726	0.644	1.248046164	1.163508284
26-7	0.937	0.825	0.55	0.576	0.993908813	0.733352677	2.232027819	1.348436666	0.55	1.636863576	1.340223086
26-8	0.951	0.828	0.614	0.807	0.906719063	0.64359618	1.748499051	1.276141306	0.614	1.125327309	1.15710165
26-9	0.952	0.863	0.606	0.53	0.940770572	0.746268431	2.46404579	1.284367548	0.606	1.838839586	1.208295193
26-10	0.925	0.858	0.573	0.618	0.899026363	0.591855964	2.24678051	1.32054096	0.573	1.329770444	1.187201136
26-11	0.944	0.833	0.547	0.54	0.942523185	0.634669425	2.651810697	1.35176638	0.547	1.68302317	1.274071154
26-12	0.954	0.886	0.694	0.84	0.866195266	0.662550992	1.711499493	1.200776879	0.694	1.133955687	1.040107248
26-13	0.959	0.87	0.681	0.739	0.915854108	0.735992608	1.815264615	1.211437734	0.681	1.336021339	1.109500225
26-14	0.963	0.847	0.616	0.633	0.993046578	0.806050082	2.002456293	1.273712744	0.616	1.614080059	1.264856081
26-15	0.923	0.906	0.695	0.933	0.861915311	0.657878068	1.767059908	1.199500123	0.695	1.162509958	1.033867522
26-16	0.914	0.865	0.59	0.693	0.91422879	0.647719624	2.195403974	1.301679085	0.59	1.422006237	1.190032495
26-17	0.915	0.858	0.555	0.528	0.922195145	0.619616808	2.640167198	1.341790472	0.555	1.63589197	1.237392659
26-18	0.936	0.859	0.65	0.801	0.906186785	0.686296597	1.847491717	1.240069853	0.65	1.267927279	1.123734913
26-19	0.944	0.88	0.65	0.621	0.881726457	0.643376746	2.136058284	1.240478819	0.65	1.374290227	1.093762995
26-20	0.957	0.897	0.741	0.804	0.868600034	0.718854182	1.705401348	1.161788649	0.741	1.225934891	1.00912966
26-21	0.949	0.883	0.628	0.558	0.916266646	0.685681015	2.388418574	1.26173478	0.628	1.637693273	1.156085495
26-22	0.96	0.904	0.695	0.735	0.852230592	0.655358277	2.050575053	1.19945335	0.695	1.343861333	1.022210838
26-23	0.932	0.871	0.628	0.666	0.885544401	0.627460151	2.118791359	1.261896443	0.628	1.329457146	1.11746533
26-24	0.956	0.897	0.71	0.706	0.87495469	0.70128352	1.958264096	1.187019016	0.71	1.373298338	1.038587855
26-25	0.934	0.881	0.678	0.71	0.924861721	0.746590458	2.020740002	1.214043219	0.678	1.508665203	1.1228221
26-26	0.933	0.876	0.644	0.761	0.945818986	0.738379558	2.119154612	1.246002805	0.644	1.564740446	1.17849311
26-27	0.926	0.901	0.607	0.631	0.927178199	0.684226475	2.153471022	1.283189705	0.607	1.473461886	1.189745519
26-28	0.923	0.88	0.573	0.506	0.915213813	0.662799697	2.870131814	1.320704051	0.573	1.902322498	1.20872659
26-29	0.942	0.882	0.691	0.827	0.880781895	0.685448941	1.702487831	1.203081335	0.691	1.166968481	1.059652258
26-30	0.932	0.885	0.635	0.768	0.905460803	0.662646795	2.029363683	1.255215971	0.635	1.34475134	1.136548861
26-31	0.926	0.882	0.535	0.404	0.912652828	0.645205573	3.324156345	1.367314509	0.535	2.144764201	1.247883453

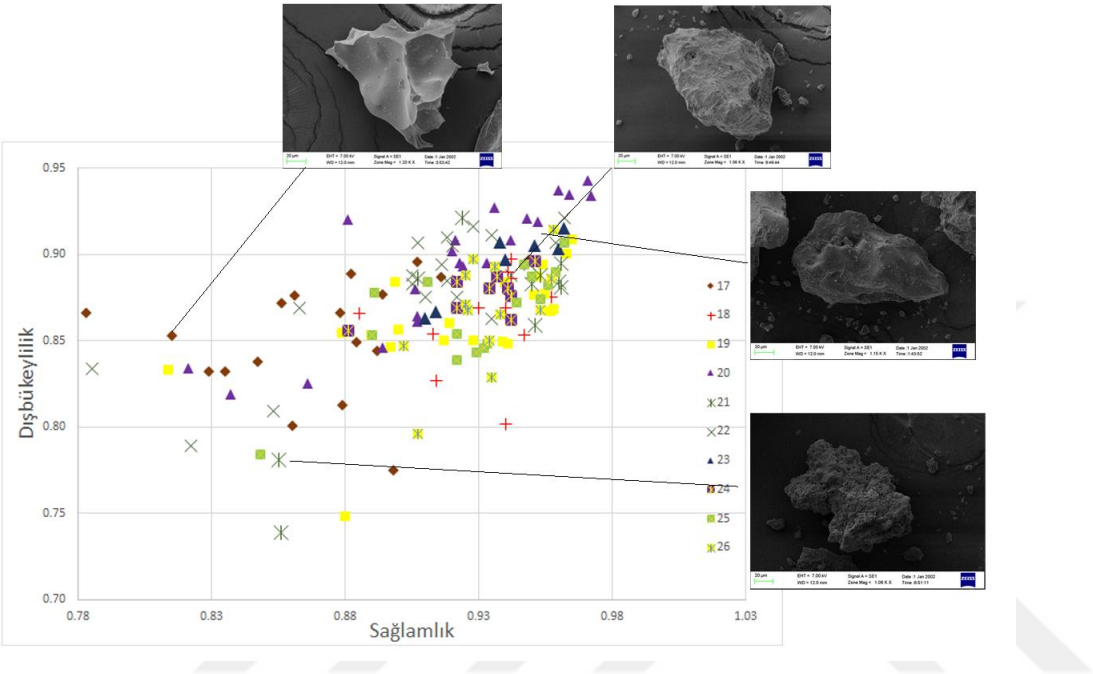


Şekil 3. 29. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği

- 63-125 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizleri

C-20-17 örneğine ait analiz sonuçları Çizelge 3.8'de verilmiştir. C-20-18 Meke-Karapınar örneğinde; yüksek gözenekli tanelere rastlanmamıştır. C-20-19 Meke-Karapınar örneğinde; gözenekliliği yüksek partiküller ve cam kıymıkları daha düşük sağlamlık, dışbukeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 3.33a). C-20-20 Meke-Karapınar örneğinde; gözenekliliği yüksek partiküller düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 3.33c). C-20-21 Meke-Karapınar örneğinde; volkanik agregalarda ve altere partiküllerde sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri daha düşüktür (Şekil 3.30; Şekil 3.31). C-20-22 Meke-Karapınar örneğinde; 125-250 µm boyutundaki tanelere göre gözeneklilik azalmıştır. Düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan taneler gözenekli tanelerin parçalarıdır (Şekil 3.30; Şekil 3.33b). C-20-23 Meke-Karapınar örneğinde; taneler gözeneksizdir. Sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı parametreleri yüksek değerler göstermektedir (Çizelge 3.9). C-20-24 Meke-Karapınar örneğinde; tanelerin yüzeyleri tozludur. Sağlamlık değerleri genellikle yüksektir, dışbükeylik değerleri göreceli olarak yüksek değerler almaktadır (Çizelge 3.9). C-20-25 Meke-Karapınar

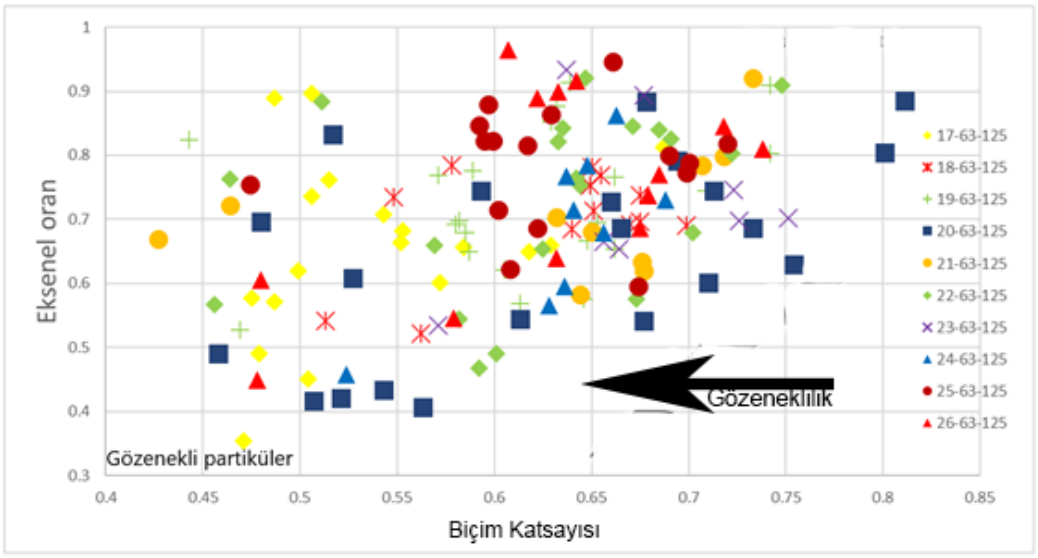
örneğinde; yüzeyleri tozlu olan örneklerde gözenekli cam parçalarında? sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri düşüktür (Şekil 3.33d). C-20-26 Acıgöl-Karapınar örneğinde; Bloksu ve gözenekliliğe sahip olmayan taneler bulunmaktadır ve sağlamlık değerleri yüksektir (Çizelge 3.9). Dikdörtgensellik x dairesellik değerleri gözenekli tanelerde yüksektir (Şekil 3.32).



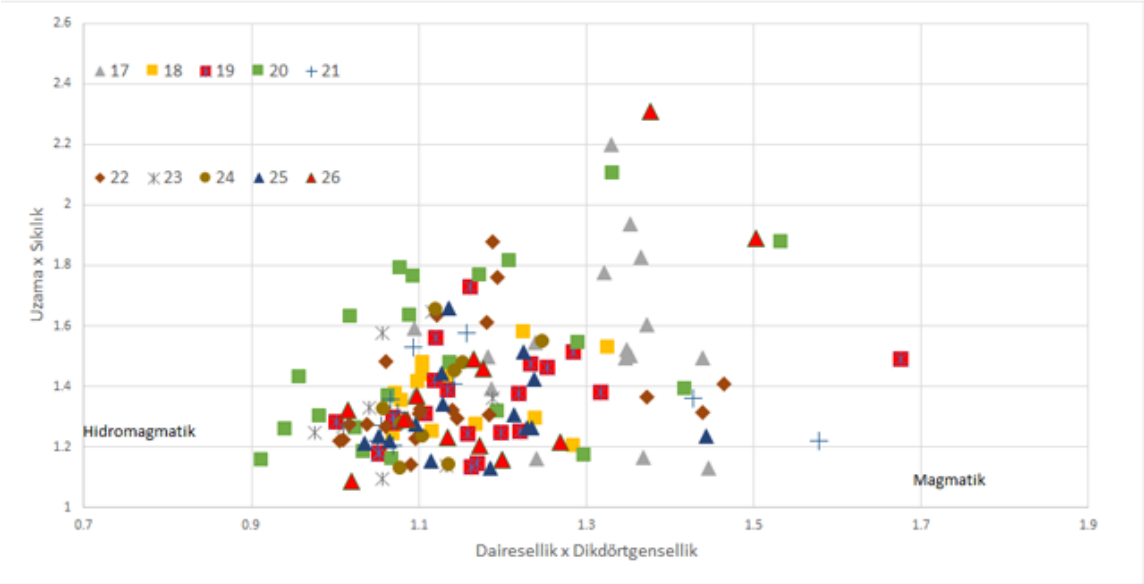
Şekil 3. 30. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki sağlamlık-dışbükeylik grafiği

Çizelge 3. 8. C-20-17, C-20-18 , C-20-19, C-20-20, C-20-21 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
17-1	0.882	0.889	0.584	0.656	0.947821891	0.693343577	2.226150031	1.308234606	0.584	1.543486824	1.239973398
17-2	0.856	0.872	0.504	0.45	0.960981868	0.655830073	2.95438143	1.407923786	0.504	1.937572188	1.35298923
17-3	0.907	0.896	0.629	0.659	0.868193313	0.606513763	2.254669773	1.26056062	0.629	1.367488249	1.094410301
17-4	0.783	0.866	0.475	0.577	0.928702864	0.540023789	2.820835769	1.451679119	0.475	1.52331842	1.348178555
17-5	0.879	0.813	0.479	0.49	0.936526617	0.538656244	2.789461785	1.445196521	0.475	1.502561007	1.353465008
17-6	0.835	0.832	0.487	0.89	0.955067809	0.565520598	2.063165199	1.433330727	0.487	1.166762417	1.368928037
17-7	0.861	0.876	0.471	0.354	0.912997688	0.578180972	3.802547177	1.456820688	0.471	2.198560421	1.33007392
17-8	0.829	0.832	0.515	0.761	0.967125624	0.62217533	2.401625473	1.393453421	0.515	1.494232121	1.34764451
17-9	0.878	0.866	0.552	0.664	0.882522529	0.561997925	2.479466033	1.345418551	0.552	1.393454766	1.187362182
17-10	0.892	0.844	0.553	0.682	0.982409596	0.685548116	2.590138517	1.345062629	0.553	1.775664579	1.321402434
17-11	0.847	0.838	0.506	0.736	0.883249603	0.505612176	2.295566976	1.405312818	0.506	1.160666613	1.241241989
17-12	0.916	0.887	0.618	0.65	0.861211386	0.606797225	2.623030012	1.271825557	0.618	1.591647333	1.095310651
17-13	0.898	0.775	0.506	0.896	1.0286607	0.681998385	1.656523104	1.405547276	0.506	1.129746082	1.445831246
17-14	0.815	0.853	0.487	0.571	0.958604756	0.575674557	2.785646336	1.432417762	0.487	1.603625721	1.373122479
17-15	0.86	0.801	0.499	0.619	1.017348994	0.680909126	2.195965643	1.415511099	0.499	1.495253046	1.440068792
17-16	0.949	0.897	0.687	0.812	0.947805352	0.793879083	1.852742407	1.206123974	0.687	1.470853443	1.143170757
17-17	0.884	0.849	0.543	0.708	1.006286437	0.712501059	2.561830166	1.357463651	0.543	1.825306707	1.365997261
17-18	0.894	0.877	0.572	0.601	0.894608839	0.605419886	2.471357447	1.322434565	0.572	1.496208945	1.183061651
18-1	0.942	0.897	0.699	0.691	0.896275534	0.718416663	1.913815789	1.196316679	0.699	1.374917154	1.07222937
18-2	0.942	0.886	0.67	0.692	0.904236918	0.697397372	2.121840867	1.222017204	0.67	1.479766244	1.10499307
18-3	0.938	0.885	0.655	0.768	0.865853478	0.630153411	1.976271256	1.235193709	0.655	1.245354073	1.069496768
18-4	0.94	0.802	0.578	0.784	0.976789638	0.702081422	1.714544746	1.315433965	0.578	1.203750013	1.284902266
18-5	0.94	0.869	0.64	0.685	0.907114617	0.670409918	2.136891095	1.250188757	0.64	1.432592983	1.134064496
18-6	0.885	0.866	0.548	0.735	0.917451993	0.59531784	2.173030172	1.351197262	0.548	1.293643628	1.239658621
18-7	0.913	0.854	0.562	0.522	0.918084603	0.604686313	2.61568299	1.334388054	0.562	1.581667702	1.225081127
18-8	0.957	0.875	0.675	0.696	0.886305357	0.682916894	1.984064693	1.216983327	0.675	1.354951298	1.078618843
18-9	0.941	0.89	0.675	0.738	0.902732006	0.700679482	2.023518748	1.217435918	0.675	1.417838069	1.099018369
18-10	0.947	0.853	0.65	0.781	0.942365114	0.738808215	1.723856902	1.240074556	0.65	1.27359964	1.168603001
18-11	0.95	0.886	0.651	0.713	0.891628997	0.676718086	2.124892045	1.239773026	0.651	1.437952879	1.10541758
18-12	0.93	0.869	0.649	0.753	0.898516448	0.674610615	1.85490493	1.241737343	0.649	1.251338555	1.115721427
18-13	0.914	0.827	0.513	0.542	0.949755378	0.603274845	2.532355712	1.395671679	0.513	1.527706501	1.325546683
19-1	0.89	0.853	0.582	0.698	0.9416051	0.67069537	2.199676192	1.310699501	0.582	1.475312638	1.234161335
19-2	0.917	0.85	0.571	0.769	0.923099475	0.622164426	2.00880472	1.322991018	0.571	1.249806835	1.221252314
19-3	0.814	0.833	0.469	0.527	0.902495851	0.4961872	2.782536998	1.459846791	0.469	1.380659242	1.317505672
19-4	0.88	0.748	0.443	0.824	1.115291163	0.7016976	2.126613897	1.502416966	0.443	1.492239868	1.675632365
19-5	0.957	0.867	0.648	0.667	0.89183913	0.667853924	1.962603025	1.242591941	0.648	1.310732132	1.108192116
19-6	0.963	0.9	0.742	0.909	0.906910582	0.776764216	1.519296677	1.161114166	0.742	1.180135292	1.053026724
19-7	0.965	0.908	0.742	0.803	0.862819897	0.710439109	1.806933711	1.160785655	0.742	1.283716376	1.00154896
19-8	0.952	0.887	0.646	0.576	0.900567732	0.693732778	2.248916929	1.243807157	0.646	1.56014739	1.120132591
19-9	0.919	0.86	0.639	0.914	0.958384456	0.747453795	1.669572314	1.250842546	0.639	1.247928162	1.198788053
19-10	0.879	0.854	0.589	0.776	0.898012948	0.607198975	1.885741443	1.302822852	0.589	1.145020271	1.16995179
19-11	0.958	0.868	0.653	0.695	0.91631797	0.701707664	1.980213309	1.237421203	0.653	1.389530854	1.133871284
19-12	0.955	0.877	0.662	0.766	0.869755348	0.646993598	2.004631091	1.228798323	0.662	1.296983481	1.068753913
19-13	0.939	0.849	0.632	0.877	0.923998507	0.68716672	1.651663564	1.258048395	0.632	1.134968233	1.162434839
19-14	0.94	0.884	0.613	0.569	0.909840075	0.688386347	2.513516114	1.276781379	0.613	1.730270177	1.161666866
19-15	0.941	0.848	0.585	0.679	0.932983272	0.648966142	2.124388578	1.30721208	0.585	1.37865626	1.219607003
19-16	0.899	0.884	0.605	0.621	0.870628081	0.587494101	2.420107617	1.28584359	0.605	1.421798948	1.119491537
19-17	0.9	0.856	0.587	0.649	0.983964577	0.747328343	2.024715995	1.305292381	0.587	1.513127649	1.284361466
19-18	0.897	0.846	0.58	0.692	0.955234375	0.674448915	2.170905712	1.31251735	0.58	1.464165003	1.253761691
19-19	0.954	0.894	0.709	0.744	0.902072391	0.744281865	1.719899537	1.187489654	0.709	1.280090035	1.071201632
19-20	0.951	0.876	0.662	0.653	0.856338934	0.618408026	1.904313554	1.229025234	0.662	1.177642785	1.052462158
19-21	0.928	0.85	0.629	0.852	0.919337705	0.677711158	1.833288297	1.260920284	0.629	1.242439935	1.159211559
20-1	0.821	0.834	0.48	0.696	0.983025923	0.591472817	2.351788819	1.442994865	0.48	1.391019157	1.418501359
20-2	0.907	0.864	0.507	0.417	0.948459275	0.644048024	3.266265506	1.403761956	0.507	2.103631846	1.331411047
20-3	0.907	0.861	0.593	0.744	0.919314818	0.63759241	2.064268721	1.299125395	0.593	1.316162069	1.194305225
20-4	0.972	0.934	0.754	0.63	0.831338664	0.665988076	2.1479692	1.151934236	0.754	1.430521875	0.957647469
20-5	0.942	0.908	0.713	0.745	0.863998348	0.682760859	1.852281648	1.184639138	0.713	1.264665409	1.023526259
20-6	0.921	0.908	0.678	0.883	0.879074632	0.66703072	1.743983797	1.214551271	0.678	1.163290768	1.067681212
20-7	0.837	0.819	0.458	0.491	1.036776963	0.682729141	2.749154516	1.478255562	0.458	1.876927901	1.532621311
20-8	0.948	0.921	0.677	0.542	0.886212116	0.731920128	2.449607087	1.215744909	0.677	1.792916734	1.077407868
20-9	0.952	0.919	0.71	0.601	0.826742376	0.623885586	2.086661959	1.186968039	0.71	1.301838319	0.981316777
20-10	0.906	0.88	0.543	0.433	0.890775824	0.549461018	3.302537928	1.357089144	0.543	1.81461585	1.208862201
20-11	0.923	0.895	0.66	0.727	0.864506357	0.639900617	2.138875701	1.230833419	0.66	1.36866788	1.064063315
20-12	0.866	0.825	0.517	0.832	0.933192326	0.574259183	2.040241401	1.390608191	0.517	1.171627361	1.297704892
20-13	0.96	0.937	0.733	0.686	0.871427066	0.708678061	2.299926321	1.168165338	0.733	1.629907324	1.017970894
20-14	0.881	0.92	0.521	0.421	0.846344042	0.481641352	3.667792498	1.385313702	0.521	1.766560539	1.172451998
20-15	0.936	0.927	0.563	0.407	0.819874058	0.495985158	3.55671888	1.33292494	0.563	1.764079776	1.09283058
20-16	0.964	0.935	0.801	0.804	0.841498122	0.727946229	1.731363518	1.117017327	0.801	1.260339545	0.939967984
20-17	0.971	0.943	0.811	0.885	0.822002881	0.699771579	1.652357683	1.110237787	0.811	1.156272944	0.91261866
20-18	0.924	0.893	0.694	0.791	0.860531089	0.656025505	1.808496343	1.200746939	0.694	1.186419726	1.033280071
20-19	0.933	0.895	0.613	0.544	0.852763627	0.591740322	2.762131038	1.277306088	0.613	1.634464311	1.089240173
20-20	0.894	0.846	0.527	0.608	0.936905053	0.588565627	2.624922329	1.37804585	0.527	1.544939057	1.29109812
20-21	0.92	0.902	0.665	0.686	0.927308974	0.752823313	1.961644064	1.226525104	0.665	1.476771384	1.137367736
21-1	0.953	0.888	0.644	0.582	0.928458714	0.738979662	2.132549693	1.245894528	0.644	1.575910851	1.156761631
21-2	0.951	0.859	0.65	0.68	0.920797798	0.72148299	1.953511255	1.239901673	0.65	1.409425141	1.141698731
21-3	0.855	0.781	0.464	0.722	0.972731353	0.571429805	2.380966961	1.468444373	0.464	1.360555486	1.428401882
21-4	0.96	0.884	0.718	0.798	0.890763111	0.731076117	1.669957155	1.180192551	0.718	1.220865792	1.051271988
21-5	0.961	0.895	0.733	0.92	0.915584193	0.782790445	1.538465465	1.167702014	0.733	1.204296065	1.069129507
21-6	0.856	0.739	0.427	0.669	1.031794896	0.581244329	2.098516669	1.530182831	0.427	1.219750912	1.578834834
21-7	0.95	0.883	0.707	0.784	0.886871206	0.717494158	1.769839204	1.189444614	0.707	1.269849289	1.054884179
21-8	0.907	0.886	0.632	0.704	0.854007448	0.597424429	2.19847923	1.258087772	0.632	1.313425198	1.074416327
21-9	0.961	0.881	0.676	0.634	0.877345656	0.665271662	2.041352261	1.216377955	0.676	1.358053811	1.067183915
21-10	0.924	0.921	0.677	0.619	0.900164319	0.729034585	2.096613161	1.215260984	0.677	1.528503506	1.093934577



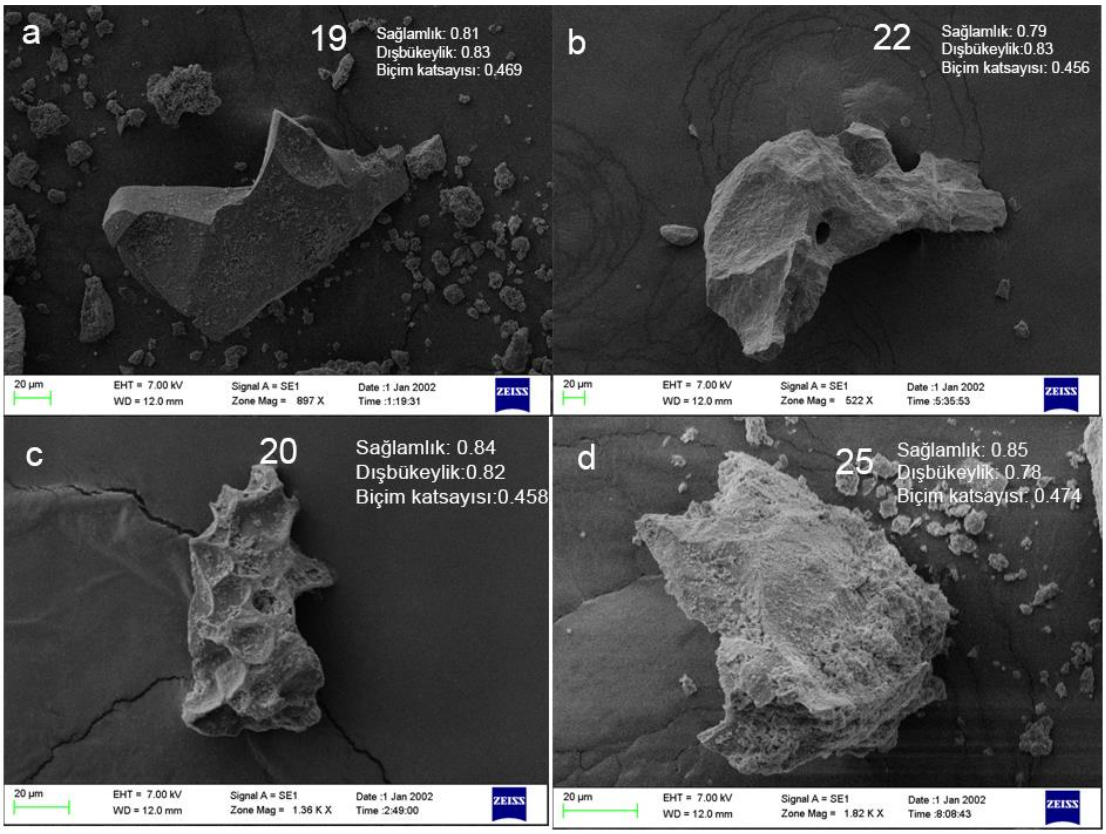
Şekil 3. 31. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki biçim katsayısı-eksenel oran grafiği



Şekil 3. 32. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği. Grafik hidromagmatik-magmatik taneleri ayırt etmektedir.

Çizelge 3. 9. C-20-22, C-20-23, C-20-24, C-20-25,C-20-26 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

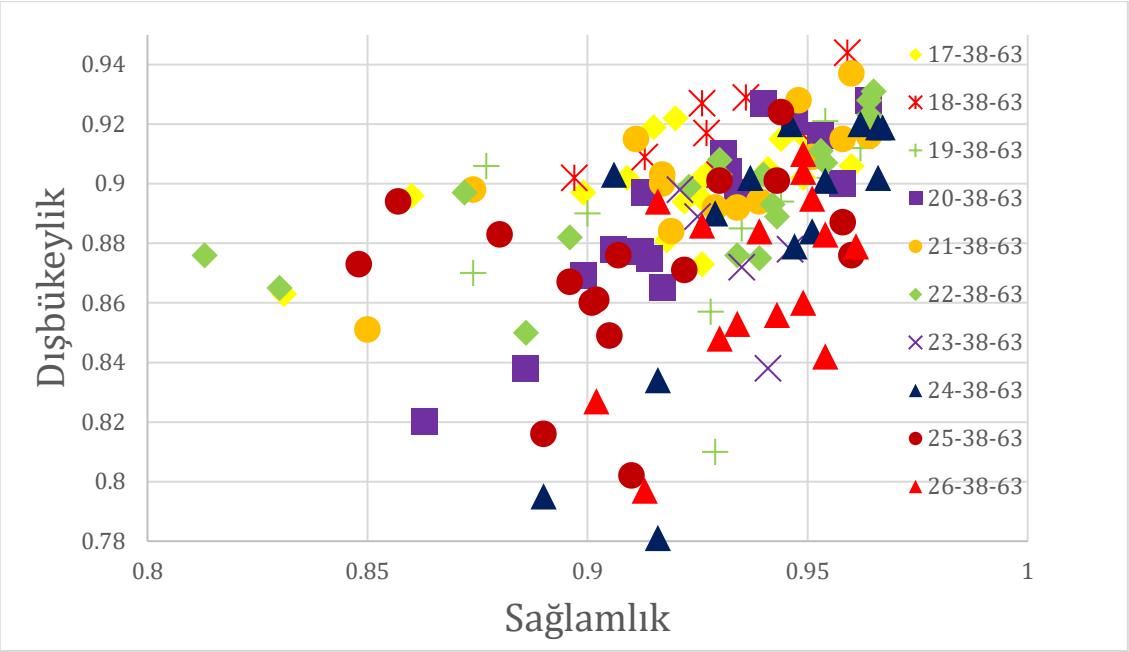
Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
22-1	0.942	0.888	0.691	0.826	0.910973089	0.736008482	1.665846575	1.202801183	0.691	1.226077209	1.095719508
22-2	0.928	0.916	0.702	0.679	0.889370237	0.723785278	2.050714934	1.193207037	0.702	1.484277278	1.061202825
22-3	0.92	0.905	0.592	0.467	0.914057762	0.682117967	2.755855311	1.299565056	0.592	1.879818423	1.187877527
22-4	0.918	0.91	0.671	0.846	0.850611135	0.620177501	2.053884385	1.220833778	0.671	1.273772884	1.038454805
22-5	0.91	0.875	0.647	0.921	0.876886164	0.635847363	1.793270761	1.243374142	0.647	1.140246484	1.090297581
22-6	0.905	0.888	0.633	0.821	0.907443514	0.670833583	1.968636551	1.25665505	0.633	1.320627511	1.140343474
22-7	0.962	0.921	0.748	0.909	0.872858865	0.726142345	1.687485405	1.156306868	0.748	1.22535461	1.0092927
22-8	0.907	0.907	0.601	0.491	0.869263166	0.612594585	2.6667616	1.289908457	0.601	1.633643716	1.121269908
22-9	0.863	0.869	0.569	0.659	0.89312725	0.57902964	2.253786077	1.325662533	0.569	1.305008942	1.183985333
22-10	0.853	0.809	0.511	0.883	1.029192901	0.690877735	1.899591692	1.398493636	0.511	1.312385606	1.439319722
22-11	0.905	0.883	0.642	0.764	0.882266978	0.637003848	2.056827316	1.247572817	0.642	1.310206914	1.1006923
22-12	0.959	0.907	0.722	0.803	0.863977831	0.687192282	1.855249345	1.176902883	0.722	1.27491303	1.016818001
22-13	0.922	0.875	0.644	0.753	0.884021693	0.652683811	2.031106931	1.246327568	0.644	1.325670611	1.101780607
22-14	0.935	0.911	0.673	0.575	0.825530193	0.585548716	2.080842486	1.218518397	0.673	1.218434646	1.005923727
22-15	0.935	0.863	0.582	0.544	0.911778719	0.661482654	2.661452404	1.310370973	0.582	1.760504599	1.194768367
22-16	0.949	0.894	0.685	0.84	0.877458838	0.672089655	1.886169311	1.208237954	0.685	1.267674881	1.060179071
22-17	0.916	0.894	0.635	0.842	0.91380122	0.678810305	1.905713735	1.254499488	0.635	1.293618122	1.146363163
22-18	0.918	0.885	0.625	0.653	0.933778977	0.698803133	2.306480891	1.265121681	0.625	1.611776072	1.181344028
22-19	0.785	0.834	0.456	0.567	0.926897697	0.50559698	2.703559111	1.481314725	0.456	1.366911321	1.373027207
22-20	0.822	0.789	0.464	0.763	0.997585626	0.588412235	2.390675386	1.468785529	0.464	1.406702648	1.465239332
23-1	0.96	0.903	0.723	0.746	0.885227746	0.734576827	1.812704557	1.175956721	0.723	1.331570761	1.040989517
23-2	0.91	0.863	0.571	0.534	0.89829555	0.600055757	2.26731519	1.322949903	0.571	1.360515533	1.188400011
23-3	0.962	0.915	0.751	0.702	0.845865569	0.685919484	1.821460789	1.153665435	0.751	1.249375445	0.975845869
23-4	0.938	0.907	0.664	0.653	0.861303723	0.637910584	2.4729426	1.227185482	0.664	1.577516259	1.056979424
23-5	0.942	0.88	0.677	0.893	0.869415551	0.651864754	1.68155695	1.215310385	0.677	1.096147708	1.056609747
23-6	0.914	0.867	0.637	0.934	0.904433214	0.663781241	1.716428337	1.253047004	0.637	1.139332932	1.133297329
23-7	0.951	0.905	0.726	0.698	0.86018731	0.686314191	1.848861759	1.173818807	0.726	1.268900063	1.009704042
23-8	0.94	0.897	0.656	0.665	0.904072341	0.692850131	2.37593289	1.234811151	0.656	1.646165413	1.116358607
24-1	0.937	0.887	0.628	0.566	0.887461042	0.670302073	2.471065254	1.262148076	0.628	1.656360161	1.120107246
24-2	0.922	0.869	0.648	0.785	0.914538434	0.693343708	1.646359321	1.241821292	0.648	1.141492876	1.1356933
24-3	0.942	0.862	0.663	0.863	0.878129004	0.652807432	1.731104263	1.228008777	0.663	1.130077729	1.078350124
24-4	0.951	0.896	0.688	0.731	0.876981647	0.674228131	1.967722884	1.206022684	0.688	1.326694123	1.05765976
24-5	0.922	0.884	0.637	0.767	0.882457122	0.632209487	1.955819776	1.252729768	0.637	1.236487818	1.105480306
24-6	0.881	0.856	0.524	0.458	0.903218953	0.549661325	2.819362553	1.381753111	0.524	1.549694557	1.248025599
24-7	0.941	0.88	0.656	0.679	0.925700339	0.734407738	1.975309987	1.234352662	0.656	1.450682939	1.142640678
24-8	0.942	0.876	0.641	0.714	0.923543466	0.697655855	2.117855311	1.24899312	0.641	1.477534158	1.153499435
24-9	0.934	0.88	0.636	0.596	0.860238507	0.599368564	2.132055901	1.254016158	0.636	1.277887284	1.078752987
25-1	0.932	0.846	0.595	0.823	0.953608306	0.694361237	1.816650683	1.295864427	0.595	1.261411815	1.235747081
25-2	0.95	0.887	0.72	0.819	0.904134875	0.750988753	1.625055618	1.178432814	0.72	1.220398492	1.065462205
25-3	0.929	0.843	0.629	0.864	0.962130974	0.743083175	1.756934358	1.261175951	0.629	1.305548361	1.213416447
25-4	0.944	0.872	0.622	0.686	0.889282292	0.641227647	2.250959157	1.268088274	0.622	1.443377243	1.127688447
25-5	0.956	0.882	0.7	0.788	0.916973888	0.759909452	1.678621584	1.194856023	0.7	1.275600409	1.095651773
25-6	0.911	0.884	0.608	0.623	0.880546023	0.609969412	2.198950278	1.282726884	0.608	1.341292409	1.129500056
25-7	0.922	0.854	0.602	0.715	0.950792601	0.703376093	2.15292248	1.289169379	0.602	1.514314203	1.225732707
25-8	0.89	0.853	0.597	0.88	0.926242119	0.654578157	1.775709365	1.294566584	0.597	1.162340563	1.199082097
25-9	0.947	0.894	0.699	0.773	0.879297331	0.68874266	1.792898898	1.196146317	0.699	1.234845956	1.051768265
25-10	0.891	0.878	0.592	0.847	0.952923427	0.685397267	2.076804095	1.29959791	0.592	1.423435851	1.238417294
25-11	0.953	0.874	0.661	0.946	0.906505453	0.692752381	1.662803815	1.229791418	0.661	1.151911301	1.114812627
25-12	0.962	0.907	0.69	0.8	0.859620974	0.650680252	1.861287764	1.204061807	0.69	1.211103191	1.035036783
25-13	0.848	0.784	0.474	0.754	0.993676503	0.596120186	2.071653562	1.452263328	0.474	1.234954507	1.443079946
25-14	0.933	0.848	0.599	0.823	0.951882348	0.695650548	1.813491539	1.292319777	0.599	1.261556383	1.230136384
25-15	0.922	0.839	0.617	0.815	0.93128209	0.681296848	1.660066219	1.273240624	0.617	1.130997883	1.18574619
25-16	0.959	0.89	0.674	0.596	0.932365948	0.794717649	2.088786723	1.217873726	0.674	1.659995674	1.135503991
26-1	0.925	0.888	0.579	0.546	0.88692169	0.59991779	2.48629211	1.314628724	0.579	1.491570867	1.16597273
26-2	0.953	0.868	0.685	0.77	0.898675229	0.709200412	1.819284776	1.208645831	0.685	1.290237513	1.086180069
26-3	0.902	0.847	0.478	0.449	0.952365693	0.650229656	3.551245601	1.446583741	0.478	2.309125207	1.377676727
26-4	0.926	0.868	0.632	0.64	0.93567153	0.728327878	2.005220235	1.258021497	0.632	1.4604578	1.177094898
26-5	0.925	0.871	0.633	0.9	0.902209732	0.657134386	1.87492712	1.257386198	0.633	1.232079081	1.134426064
26-6	0.936	0.893	0.679	0.738	0.891661783	0.692545486	1.862436903	1.213244815	0.679	1.289822271	1.081804035
26-7	0.958	0.914	0.738	0.81	0.872215716	0.7161843	1.843539337	1.16383164	0.738	1.32031393	1.015112248
26-8	0.928	0.897	0.718	0.846	0.863783399	0.682859309	1.589337451	1.179851654	0.718	1.085293873	1.019136272
26-9	0.935	0.829	0.607	0.964	0.988058669	0.754136935	1.611087115	1.283925092	0.607	1.214980299	1.268593318
26-10	0.957	0.886	0.675	0.686	0.901409527	0.703516447	1.943311383	1.217403196	0.675	1.367151521	1.097378839
26-11	0.934	0.85	0.622	0.889	0.945934826	0.709401221	1.632856936	1.267979128	0.622	1.158350704	1.199425616
26-12	0.907	0.796	0.48	0.606	1.041921263	0.70482762	2.679351597	1.442926382	0.48	1.888481008	1.503415679
26-13	0.938	0.865	0.642	0.916	0.939135765	0.720765666	1.673131506	1.248218105	0.642	1.205935743	1.172246265



Şekil 3. 33. (a) C-20-19 örneğindeki düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan cam kıymığı, (b) C-20-22 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan partiküller, (c) C-20-20 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan taneler, (d) C-20-25 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli cam parçaları

- 38-63 μm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizleri

C-20-17 Meke-Karapınar örneğinde; cüruf parçalarında ve cüruflarda sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı parametreleri daha düşüktür (Şekil 3.37a). Dikdörtgenselik x dairesellik göreceli olarak daha yüksektir (Çizelge 3.10). C-20-18 Meke-Karapınar örneğinde; taneler genellikle bloksu morfoloji sergilemektedir. Sağlamlık, dışbükeylik parametreleri yüksek değerler almaktadır (Çizelge 3.10; Şekil 3.34). Biçim katsayısı ve dikdörtgensellikx dairesellik değerlerinde belirgin bir ayrım yoktur (Şekil 3.35; Şekil 3.36). C-20-19 Meke-Karapınar örneğinde; gözenekli (cam kıymığı) partiküllerde göreceli olarak sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri düşük değerler almaktadır (Şekil 3.37b).

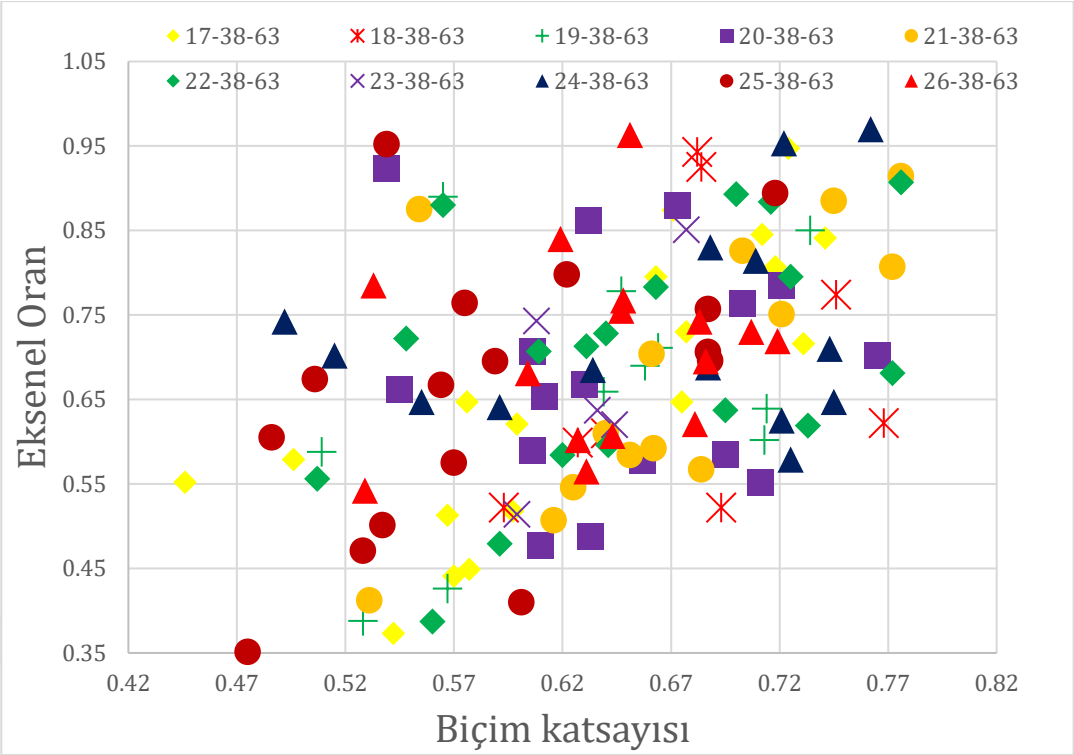


Şekil 3. 34. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki sağlamlık-dışbükeylik grafiği

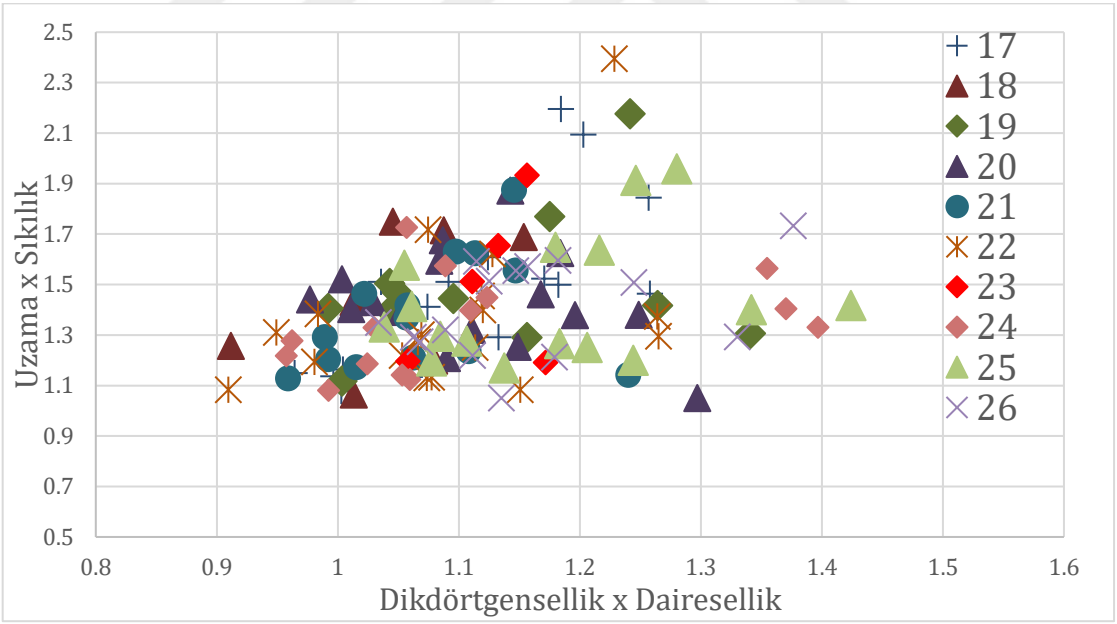
C-20-20 Meke-Karapınar örneğinde; gözenekli tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik değerleri düşüktür (Şekil 3.37c). C-20-21 Meke-Karapınar örneğinde; cüruf parçasına ait? (cam kıymığı) partikülde sağlamlık ve dışbükeylik parametresi düşük değerlere sahiptir (Şekil 3.37e). C-20-22 Meke-Karapınar örneğinde; cam kıymıkları ve altere partiküllerde sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı parametreleri daha düşük değere sahiptir (Şekil 3.37g), bloksu bazı taneler ise yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 3.37f). C-20-23 Meke-Karapınar örneğinde; taneler genelllikle bloksu ve düşük gözeneklilik göstermektedir. C-20-24 Meke-Karapınar örneğinde; bazı sideromelan parçalarında sağlamlık ve dışbükeylik parametrelerinin değerleri daha düşük değere sahiptir (Şekil 3.37h). C-20-25 Meke-Karapınar örneğinde; yüzeyleri altere olan tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik değerleri daha düşük değere sahiptir (Şekil 3.37ı). C-20-26 Acıgöl-Karapınar örneğinde; taneler bloksudur. Sağlamlık parametresi yüksek değerlerdedir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3. 10. C-20-17, C-20-18 ,C-20-19, C-20-20, C-20-21 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015))	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
17-1	0.927	0.903	0.577	0.449	0.899635567	0.678636614	3.234475	1.316482006	0.577	2.195033314	1.184354036
17-2	0.926	0.895	0.677	0.73	0.884029873	0.693150219	2.035573	1.215138484	0.677	1.410957713	1.07421872
17-3	0.918	0.881	0.599	0.621	0.906149464	0.637815072	2.388147	1.291972492	0.599	1.523196044	1.170720181
17-4	0.941	0.905	0.718	0.807	0.851106541	0.665783833	1.746841	1.179996638	0.718	1.163018263	1.004302858
17-5	0.831	0.863	0.496	0.579	0.885778581	0.49743232	2.941633	1.420187688	0.496	1.463263554	1.257971834
17-6	0.899	0.897	0.663	0.795	0.922754466	0.721384745	1.789255	1.227710344	0.663	1.290740904	1.132875203
17-7	0.949	0.916	0.724	0.947	0.853488616	0.671597159	1.605024	1.175171856	0.724	1.077929392	1.002995801
17-8	0.735	0.842	0.446	0.552	0.895198602	0.461714397	2.923595	1.498064144	0.446	1.349866098	1.341064928
17-9	0.926	0.902	0.675	0.647	0.896598792	0.717773394	2.103431	1.217360788	0.675	1.509786471	1.091484213
17-10	0.944	0.915	0.671	0.874	0.868352338	0.645908736	1.754314	1.220379135	0.671	1.133126687	1.059719075
17-11	0.86	0.896	0.576	0.647	0.897176952	0.594069136	2.523472	1.317815857	0.576	1.499116874	1.182314014
17-12	0.909	0.902	0.57	0.441	0.908466077	0.68207626	3.069829	1.324226905	0.57	2.093857629	1.203015221
17-13	0.92	0.922	0.712	0.845	0.813960165	0.601808319	1.908129	1.18471057	0.712	1.148327773	0.96430721
17-14	0.922	0.894	0.597	0.518	0.86865947	0.598233041	2.688744	1.294247888	0.597	1.60849552	1.124260684
17-15	0.926	0.873	0.567	0.513	0.946626796	0.705479097	2.614508	1.327755959	0.567	1.84448107	1.25688937
17-16	0.96	0.906	0.731	0.716	0.885711197	0.753187451	2.004468	1.169513725	0.731	1.509740179	1.035851401
17-17	0.915	0.919	0.542	0.373	0.903390516	0.690915407	3.629215	1.358147017	0.542	2.507480299	1.226937135
17-18	0.949	0.902	0.741	0.841	0.857506127	0.693653081	1.638562	1.161958614	0.741	1.136593475	0.99638663
18-1	0.93	0.903	0.64	0.61	0.84175839	0.597521523	2.459202	1.250316763	0.64	1.469426212	1.052464625
18-2	0.926	0.927	0.593	0.522	0.837516902	0.538961662	3.181484	1.298594579	0.593	1.714697779	1.087594909
18-3	0.927	0.917	0.682	0.943	0.837047712	0.608894904	1.746204	1.21066027	0.682	1.063254859	1.013380409
18-4	0.913	0.909	0.684	0.925	0.893226423	0.695767599	1.722143	1.208734859	0.684	1.198211412	1.079673914
18-5	0.959	0.944	0.768	0.622	0.798980335	0.624353666	2.013775	1.141078891	0.768	1.257307769	0.911699595
18-6	0.936	0.929	0.693	0.522	0.870452249	0.719212031	2.430907	1.20119288	0.693	1.748337744	1.045581044
18-7	0.952	0.912	0.746	0.774	0.875211264	0.730860066	1.957134	1.157439646	0.746	1.430390838	1.013004216
18-8	0.897	0.902	0.627	0.599	0.913539476	0.668985841	2.52323	1.26283174	0.627	1.688005328	1.153646646
19-1	0.944	0.894	0.664	0.711	0.850382095	0.619567503	2.251169	1.227103216	0.664	1.394751254	1.043506603
19-2	0.877	0.906	0.528	0.388	0.854018285	0.4905526	3.606265	1.376142438	0.528	1.769062724	1.175250804
19-3	0.935	0.885	0.567	0.426	0.935000501	0.728527712	2.986746	1.327960244	0.567	2.175927156	1.241643493
19-4	0.9	0.89	0.639	0.659	0.875820882	0.639678297	2.25826	1.250856156	0.639	1.444560161	1.095525942
19-5	0.962	0.912	0.714	0.639	0.881219697	0.735055502	2.046827	1.183399928	0.714	1.504531276	1.042835326
19-6	0.933	0.899	0.658	0.69	0.850946439	0.628269133	2.335562	1.233049535	0.658	1.467361617	1.049259111
19-7	0.955	0.902	0.734	0.85	0.859484224	0.691934127	1.614464	1.167556319	0.734	1.117103004	1.003496236
19-8	0.928	0.857	0.647	0.778	0.929968567	0.712581466	1.810018	1.243404405	0.647	1.289785598	1.156327013
19-9	0.874	0.87	0.509	0.588	0.901778783	0.536675398	2.640069	1.402067441	0.509	1.416859963	1.26435467
19-10	0.954	0.921	0.713	0.602	0.837876474	0.637440195	2.204219	1.18426856	0.713	1.405057802	0.992270766
19-11	0.929	0.81	0.565	0.89	1.008334008	0.731873714	1.783934	1.32998362	0.565	1.305614707	1.341067714
20-1	0.863	0.82	0.539	0.923	0.952625476	0.623366895	1.683521	1.361735962	0.539	1.049451495	1.297224368
20-2	0.899	0.869	0.632	0.862	0.913335962	0.6774484	1.848569	1.257620921	0.632	1.252310014	1.148630414
20-3	0.953	0.916	0.695	0.584	0.905819506	0.766964911	2.183881	1.199733151	0.695	1.674959751	1.08674169
20-4	0.906	0.878	0.612	0.653	0.91365116	0.656808631	2.224791	1.278252955	0.612	1.461261747	1.167877296
20-5	0.913	0.897	0.61	0.477	0.892320213	0.678197011	2.760075	1.280587133	0.61	1.871874651	1.142693783
20-6	0.931	0.91	0.633	0.487	0.818863732	0.54090203	2.644491	1.256464237	0.633	1.430410538	1.028872994
20-7	0.886	0.838	0.545	0.661	0.921717932	0.604368075	2.283436	1.354883943	0.545	1.380035896	1.248820827
20-8	0.958	0.9	0.721	0.785	0.894168902	0.740877665	1.878165	1.177602145	0.721	1.391490577	1.052975217
20-9	0.912	0.877	0.63	0.667	0.881625675	0.628983757	2.098495	1.260068866	0.63	1.31991918	1.110909065
20-10	0.917	0.865	0.606	0.707	0.931010337	0.682455896	2.020466	1.28460637	0.606	1.378879089	1.195981809
20-11	0.934	0.897	0.673	0.879	0.894583911	0.687620136	1.757406	1.218694722	0.673	1.208427618	1.09022469
20-12	0.947	0.921	0.703	0.763	0.848055465	0.653730498	2.145906	1.192500651	0.703	1.402844302	1.011306694
20-13	0.964	0.928	0.765	0.702	0.854882898	0.712245128	2.022918	1.143016417	0.765	1.440813819	0.977145186
20-14	0.914	0.875	0.606	0.59	0.921483278	0.68975745	2.35559	1.284761724	0.606	1.624785531	1.183886445
20-15	0.932	0.904	0.657	0.578	0.878495675	0.657790483	2.422422	1.233712895	0.657	1.593446458	1.083811443
20-16	0.94	0.927	0.711	0.551	0.846463163	0.649229727	2.341424	1.185560468	0.711	1.520122107	1.003533264
21-1	0.917	0.9	0.651	0.584	0.885604714	0.651995265	2.499163	1.239609009	0.651	1.629442516	1.097803582
21-2	0.917	0.903	0.662	0.592	0.860085432	0.625812531	2.186334	1.228982474	0.662	1.36823518	1.057029922
21-3	0.85	0.851	0.554	0.875	0.923346025	0.601861486	1.896994	1.343356917	0.554	1.141727376	1.24038327
21-4	0.929	0.892	0.64	0.61	0.891269273	0.686093618	2.36558	1.249528878	0.64	1.623009639	1.113666696
21-5	0.911	0.915	0.625	0.546	0.836346076	0.556907809	2.544445	1.264731305	0.625	1.417021043	1.057753065
21-6	0.919	0.884	0.661	0.704	0.901323299	0.690456767	1.789065	1.229742607	0.661	1.235272098	1.108395664
21-7	0.958	0.915	0.776	0.914	0.874276224	0.75659335	1.590528	1.13492956	0.776	1.203382532	0.99224193
21-8	0.948	0.928	0.684	0.567	0.845567899	0.62914983	2.323291	1.208785045	0.684	1.461698026	1.022109832
21-9	0.934	0.892	0.703	0.826	0.890652092	0.709757041	1.703705	1.192978166	0.703	1.209216358	1.0625285
21-10	0.96	0.937	0.721	0.751	0.840365311	0.648793098	1.989289	1.177473312	0.721	1.290636823	0.989507727
21-11	0.874	0.898	0.531	0.412	0.835855992	0.474893388	3.272993	1.372515402	0.531	1.554322964	1.147225223
21-12	0.951	0.909	0.745	0.885	0.876597431	0.731537039	1.602123	1.15848289	0.745	1.172012121	1.015523125
21-13	0.939	0.894	0.616	0.507	0.899538957	0.680183848	2.755585	1.273807482	0.616	1.874304279	1.145839454
21-14	0.964	0.916	0.772	0.807	0.842582903	0.698116301	1.613992	1.138184881	0.772	1.126754366	0.959015121



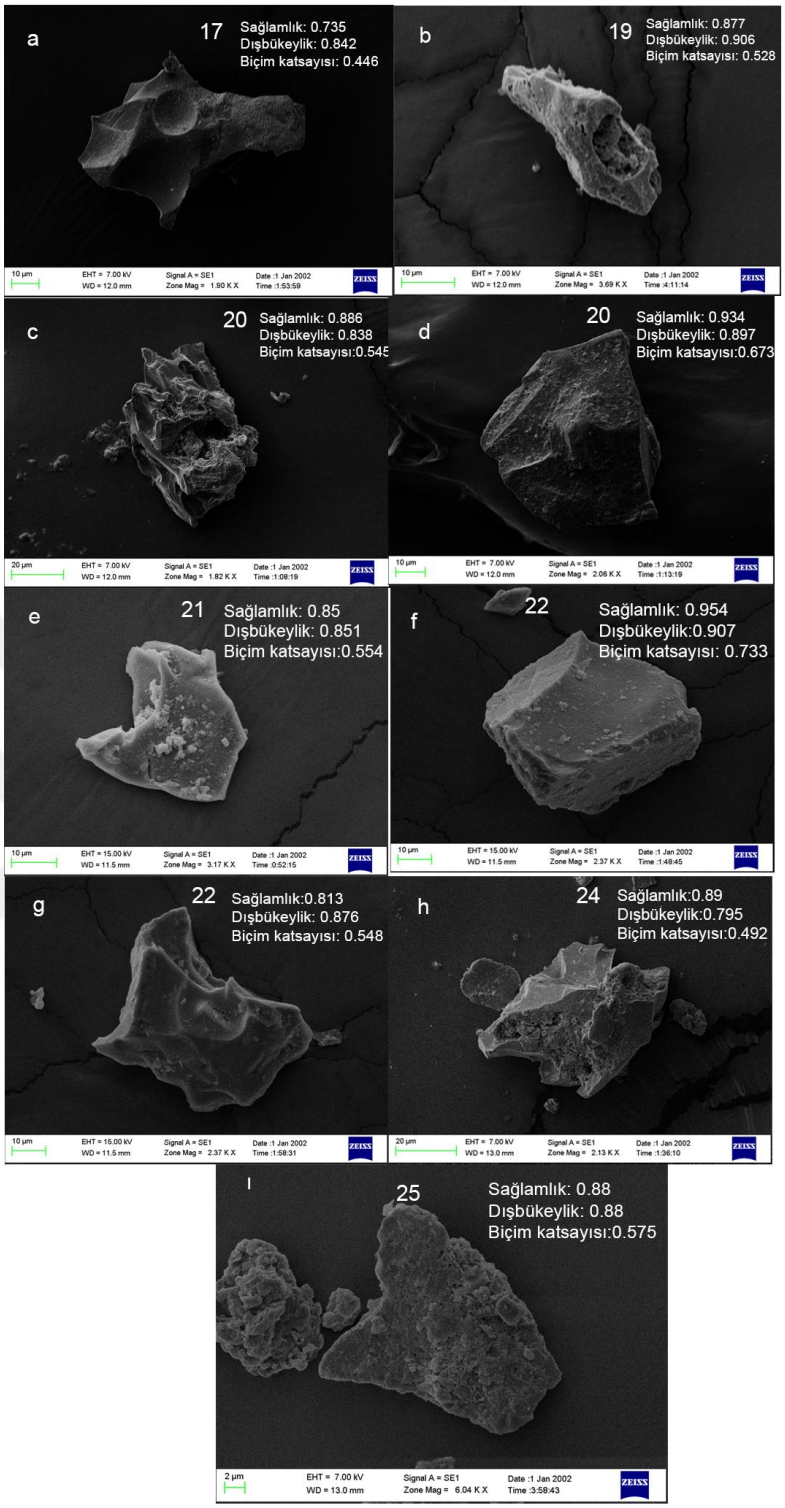
Şekil 3. 35. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki biçim katsayısına karşı eksenel oran grafiği



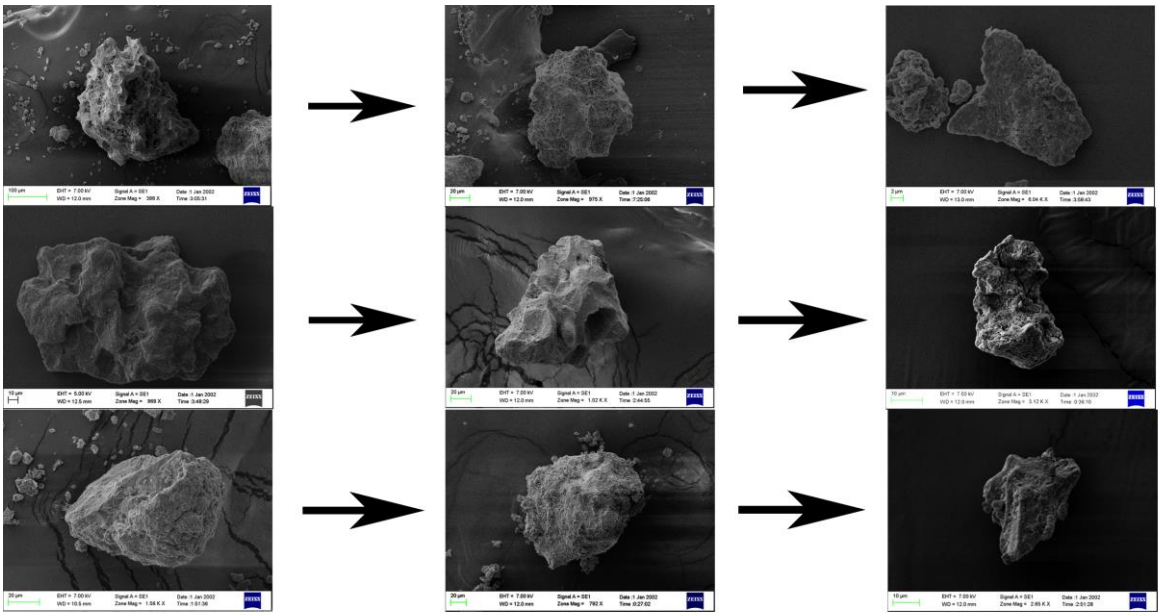
Şekil 3. 36. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki dikdörgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği

Çizelge 3. 11. C-20-22, C-20-23, C-20-24, C-20-25,C-20-26 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
22-1	0.94	0.903	0.716	0.884	0.891021355	0.726298227	1.677578	1.182184067	0.716	1.21842208	1.053351249
22-2	0.83	0.865	0.507	0.556	0.900259722	0.524943673	2.61732	1.404105831	0.507	1.373945804	1.264059925
22-3	0.965	0.931	0.776	0.907	0.801496489	0.635203983	1.705086	1.134929119	0.776	1.083077138	0.909641705
22-4	0.934	0.876	0.663	0.783	0.877197083	0.649289897	1.744511	1.22839332	0.663	1.1326936	1.077543037
22-5	0.953	0.911	0.695	0.637	0.896288277	0.729581991	2.353132	1.199120008	0.695	1.716803087	1.074757206
22-6	0.939	0.875	0.641	0.596	0.895808821	0.673378162	2.160592	1.248948348	0.641	1.454895405	1.118818947
22-7	0.93	0.908	0.631	0.713	0.849148471	0.588265789	2.211224	1.258957605	0.631	1.300787624	1.069041925
22-8	0.896	0.882	0.64	0.728	0.891033899	0.648585344	1.927088	1.24967426	0.64	1.249881192	1.113502128
22-9	0.954	0.907	0.725	0.795	0.834878074	0.647838759	1.842641	1.174729746	0.725	1.193734067	0.980756108
22-10	0.964	0.923	0.733	0.619	0.84196284	0.66136876	2.091745	1.168257667	0.733	1.383414848	0.983629543
22-11	0.923	0.899	0.62	0.584	0.839772845	0.557109185	2.284159	1.269717419	0.62	1.27252582	1.066274209
22-12	0.93	0.903	0.56	0.387	0.919230802	0.723915557	3.306701	1.336655606	0.56	2.393772238	1.228695004
22-13	0.942	0.893	0.7	0.893	0.898049242	0.718416408	1.571998	1.195548197	0.7	1.129349002	1.073661152
22-14	0.813	0.876	0.548	0.722	0.852200699	0.507734185	2.132779	1.350524529	0.548	1.082884981	1.150917947
22-15	0.943	0.889	0.591	0.479	0.86712675	0.585195977	2.768493	1.300547923	0.591	1.6201112	1.127739893
22-16	0.964	0.928	0.772	0.681	0.834095852	0.688575916	1.902108	1.138155375	0.772	1.309746083	0.949330678
22-17	0.886	0.85	0.565	0.88	0.950728415	0.653368925	1.98093	1.33081433	0.565	1.294277916	1.265242998
22-18	0.872	0.897	0.609	0.707	0.873756064	0.600842715	2.326952	1.281607929	0.609	1.398132409	1.1198127
23-1	0.941	0.838	0.608	0.743	0.913793273	0.646705376	1.840345	1.282409422	0.608	1.190160763	1.171857103
23-2	0.935	0.872	0.644	0.62	0.891534965	0.676124718	2.235423	1.246487586	0.644	1.511424641	1.111287266
23-3	0.925	0.889	0.677	0.851	0.870374298	0.657373822	1.818624	1.215672236	0.677	1.195515997	1.058089869
23-4	0.946	0.878	0.636	0.637	0.90346985	0.696465374	2.374735	1.253535214	0.636	1.653920533	1.132531271
23-5	0.921	0.898	0.599	0.514	0.895077939	0.676407575	2.857963	1.292052048	0.599	1.9331475	1.156487284
24-1	0.947	0.879	0.688	0.83	0.873534215	0.670458767	1.70243	1.205606793	0.688	1.141408807	1.053138784
24-2	0.916	0.834	0.555	0.647	1.009139006	0.739273556	2.115496	1.342384326	0.555	1.563930118	1.354652383
24-3	0.966	0.902	0.762	0.97	0.866196284	0.727636245	1.484892	1.145818798	0.762	1.080461398	0.992503985
24-4	0.89	0.795	0.492	0.742	0.961657249	0.586790848	2.392684	1.425042574	0.492	1.404005343	1.370402521
24-5	0.946	0.92	0.721	0.625	0.816748805	0.6125835	2.084172	1.178077906	0.721	1.276729613	0.962193721
24-6	0.951	0.884	0.722	0.953	0.900114746	0.744545152	1.50929	1.177092744	0.722	1.123734771	1.059518536
24-7	0.906	0.903	0.591	0.641	0.863578992	0.56145767	2.580132	1.30075014	0.591	1.448634676	1.123300494
24-8	0.937	0.902	0.709	0.814	0.862271598	0.674662769	1.757915	1.188017642	0.709	1.185999636	1.024393871
24-9	0.967	0.919	0.725	0.579	0.900136537	0.804206822	2.14552	1.174336282	0.725	1.725442148	1.057062994
24-10	0.916	0.781	0.515	0.702	1.002146465	0.658538049	2.019815	1.393851636	0.515	1.330125012	1.396843489
24-11	0.966	0.919	0.743	0.71	0.887797616	0.759240583	1.74969	1.160216854	0.743	1.328435795	1.030037757
24-12	0.929	0.89	0.634	0.685	0.883726362	0.64287826	2.174024	1.255802098	0.634	1.397633066	1.109785419
24-13	0.954	0.901	0.687	0.688	0.90226558	0.712133624	2.210368	1.206884733	0.687	1.574077041	1.088930554
24-14	0.962	0.92	0.745	0.647	0.826406008	0.648778979	1.876574	1.158645643	0.745	1.217481467	0.957511721
25-1	0.857	0.894	0.475	0.351	0.859078892	0.478730253	3.993588	1.450885661	0.475	1.911851429	1.246425246
25-2	0.93	0.901	0.687	0.706	0.860955648	0.660874272	2.015597	1.206121229	0.687	1.332055985	1.038416884
25-3	0.958	0.887	0.718	0.894	0.937501517	0.804797811	1.585018	1.18050305	0.718	1.275619163	1.1067234
25-4	0.902	0.861	0.528	0.471	0.930587046	0.645191109	3.035296	1.375666227	0.528	1.958346306	1.28017717
25-5	0.848	0.873	0.539	0.952	0.913766178	0.573418877	2.092615	1.361640667	0.539	1.199945014	1.244221188
25-6	0.89	0.816	0.506	0.674	0.954495006	0.597471254	2.34389	1.405762745	0.506	1.400406984	1.341793519
25-7	0.943	0.901	0.688	0.696	0.880090735	0.695592379	2.030515	1.20569232	0.688	1.412410623	1.061118641
25-8	0.901	0.86	0.589	0.695	0.908399068	0.623423188	2.029449	1.302582345	0.589	1.265205806	1.183264589
25-9	0.922	0.871	0.57	0.575	0.890646882	0.607528233	2.711933	1.324759816	0.57	1.647576135	1.179893199
25-10	0.907	0.876	0.622	0.798	0.85005492	0.576743789	2.075588	1.267787683	0.622	1.197082588	1.077689157
25-11	0.88	0.883	0.575	0.764	0.862656971	0.545269526	2.144323	1.318665858	0.575	1.16923397	1.137556296
25-12	0.905	0.849	0.564	0.667	0.905976818	0.591734272	2.113701	1.331234933	0.564	1.2507491	1.206067988
25-13	0.896	0.867	0.537	0.501	0.891285943	0.566478694	2.88682	1.364642382	0.537	1.63532193	1.216286573
25-14	0.96	0.876	0.687	0.757	0.898797636	0.70676901	1.832022	1.206908246	0.687	1.294816393	1.084766279
25-15	0.91	0.802	0.486	0.605	0.992279899	0.613668793	2.30782	1.435112869	0.486	1.41623733	1.424033652
25-16	0.944	0.924	0.601	0.41	0.817707086	0.51356066	3.068424	1.290375668	0.601	1.575821694	1.055149328
26-1	0.954	0.842	0.651	0.963	0.916224985	0.696325516	1.507675	1.239162698	0.651	1.049832866	1.135351824
26-2	0.934	0.853	0.604	0.681	0.966964022	0.747302432	2.0182	1.2872002	0.604	1.508206063	1.244676283
26-3	0.926	0.886	0.643	0.607	0.919552156	0.712413771	2.181565	1.247446178	0.643	1.554177247	1.147091823
26-4	0.949	0.86	0.647	0.755	0.875526291	0.642427351	2.054025	1.243676428	0.622	1.319561765	1.088871411
26-5	0.954	0.883	0.683	0.742	0.882678339	0.683678438	1.862067	1.210092123	0.683	1.27305496	1.068122105
26-6	0.902	0.827	0.529	0.542	1.000849557	0.724724718	2.390482	1.375419085	0.529	1.732441309	1.376587581
26-7	0.949	0.91	0.681	0.621	0.920043086	0.770742201	2.064954	1.211523761	0.681	1.591547251	1.114654059
26-8	0.951	0.895	0.707	0.73	0.893659077	0.725122038	1.779538	1.189072422	0.707	1.290382188	1.062625362
26-9	0.939	0.884	0.631	0.565	0.919176222	0.70129074	2.240531	1.258527572	0.631	1.57126381	1.156808619
26-10	0.949	0.904	0.719	0.719	0.876234544	0.716987995	1.881119	1.179662016	0.719	1.348739944	1.033660609
26-11	0.916	0.894	0.627	0.602	0.935923999	0.708647018	2.250521	1.262855415	0.627	1.59482517	1.181936689
26-12	0.93	0.848	0.619	0.84	0.927423544	0.681112127	1.780665	1.271350379	0.619	1.212832206	1.179080274
26-13	0.943	0.856	0.648	0.767	0.894400277	0.66075211	1.843909	1.24270818	0.648	1.218367092	1.11147854
26-14	0.961	0.879	0.686	0.695	0.932153177	0.769885359	1.965869	1.20709415	0.686	1.513493435	1.125196647
26-15	0.913	0.797	0.533	0.785	0.971182764	0.648286832	1.992514	1.369565489	0.533	1.291720763	1.330098397



Şekil 3. 37. (a) C-20-17 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane,(b) C-20-19 örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (c) C-20-20 örneğinde düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenenkli cam parçası, (d) C-20-20 örneğinde yüksek sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan bloksu cam parçası, (e) C-20-21 örneğine ait piroklast, (f) C-20-22 örneğine ait gözeneksiz piroklast, (g) C-20-22 örneğine ait volkanik cam parçası, (h) C-20-24 örneğine ait düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan gözenekli cam parçası, (ı) C-20-25 örneğine ait altere piroklast.



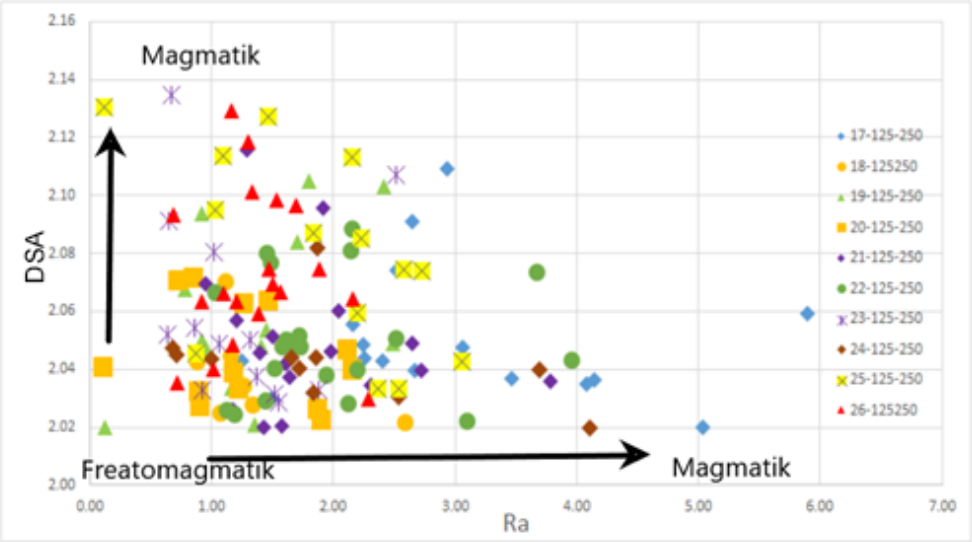
Şekil 3. 38. Farklı tane boylarındaki volkanik kül partiküllerinin morfolojik değişimleri

3.1.4.2. Üç Boyutlu Analizler

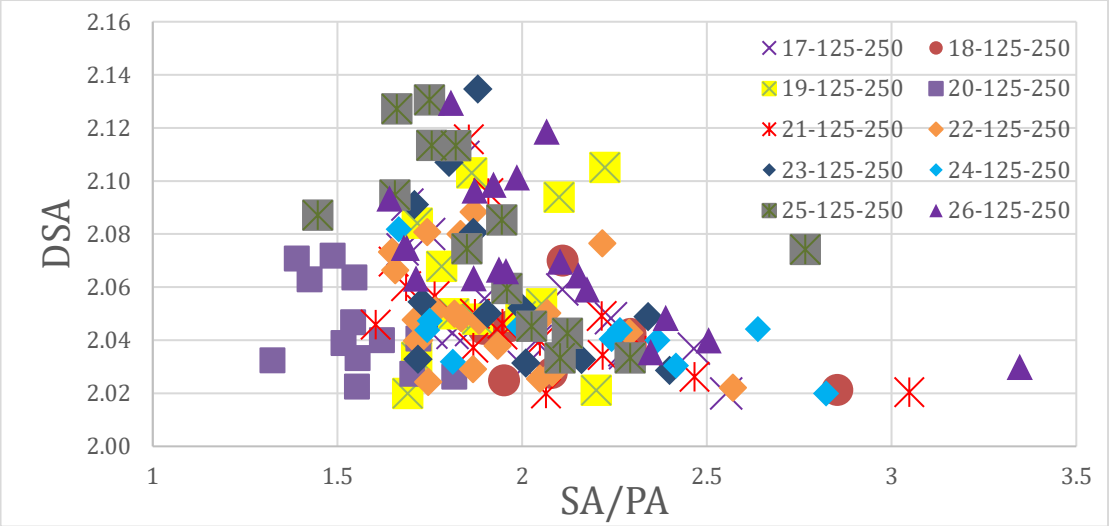
Üç boyutlu analizler 125-250, 63-125 ve 38-63 µm tane boyu aralıkları arasında yapılmıştır. Pürüzlülük (Ra); Fraktal boyut (DSA); SA/V; SA/PA değerleri hesaplanmıştır. 125-250 mikrometre boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları Çizelge 3.12 ve Çizelge 3.13'te, 63-125 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlar Çizelge 3.14 ve Çizelge 3.15'te ve 38-63 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlar Çizelge 3.16 ve Çizelge 3.17'de verilmiştir. Yüksek gözenekliliğe sahip taneler genellikle yüksek pürüzlülük ve DSA değerleri almaktadır (Şekil 3.52a), Yüksek gözeneklilik gösteren taneler C-20-17 (cüruf) örneğinde baskın olarak gözlemlenmektedir. Bununla beraber surge çökelleri olan C-20-18, C-20-20, C-20-21 bloksu taneler bakımından zengindir, bu örneklerin Ra ve DSA değerleri genellikle düşüktür (Şekil 3.52b ve Şekil 3.39). 38-63 mikrometre tane boyutunda yüksek alterasyon gözlemlenen tanelerin pürüzlülük değerleri yüksektir.

- 125-250 µm tane boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu analizleri

SA/PA değerleri 125-250 mikrometre tane boyutundaki C-20-17 (cüruf) gibi magmatik kökenli tanelerde yüksek, C-20-20 taban yayılımı örneği gibi freatomagmatik kökenli tanelerde düşük değerler almaktadır (Şekil 3.40). C-20-17 numaralı Meke Karapınar örneğinde, cüruf parçalarında Ra, DSA, parametrelerinde belirgin bir artış gözükmektedir. (Şekil 3.42a). C-20-18 Meke-Karapınar örneğinde köşeli, bloksu partiküllerde DSA, Ra parametreleri düşük değerler almaktadır (Şekil 3.42c). C-20-20 numaralı Karapınar-Meke örneğinde; sideromelan yüksek gözenekliliğe sahip tanelerde DSA değeri düşük olmasına rağmen pürüzlülük değerleri yüksektir (Şekil 3.42d). C-20-21 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; DSA parametresi üzeri tozlu düşük gözenekli tanelerde yüksek değerler göstermektedir (Şekil 3.42e). C-20-22 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; düşük gözenekli, bloksu bazı tanelerde Ra değeri artış göstermektedir (Şekil 3.52). C-20-23 numaralı Meke-Karapınar tanelerin yüzeyleri tozludur. SA/V değerlerinde belirgin bir ayrım gözlenmemiştir (Şekil 3.41)



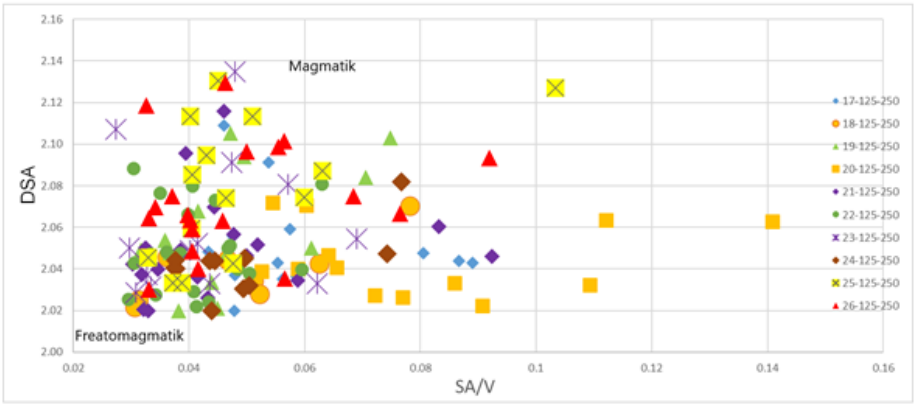
Şekil 3. 39. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm boyundaki fraktal boyut (DSA)- pürüzlülük (Ra) grafiği



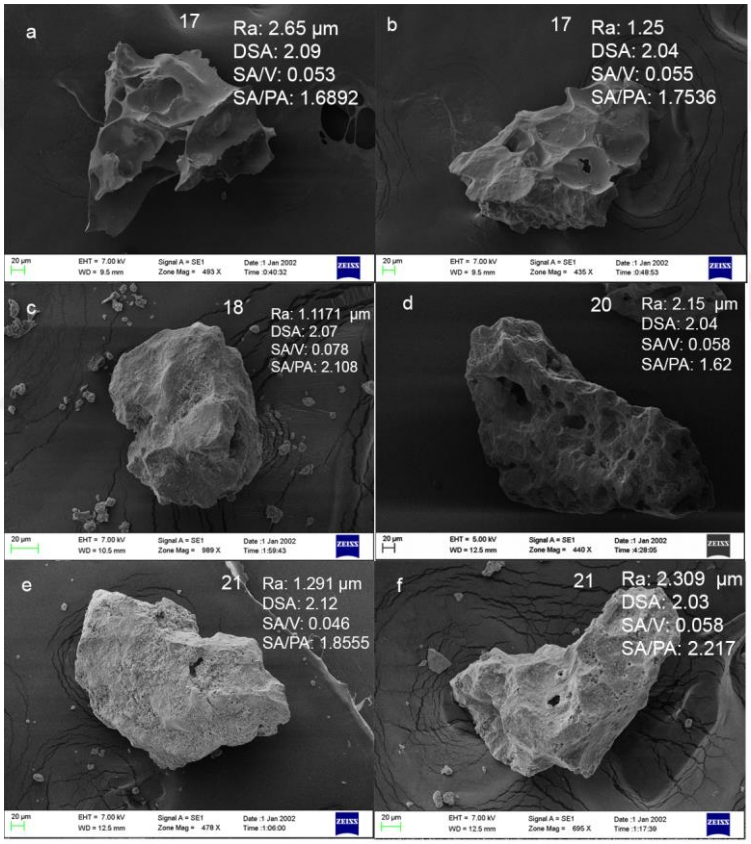
Şekil 3. 40. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm boyundaki SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği

Çizelge 3. 12. C-20-17, C-20-18, C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
17-1	132315.4	0.04528	2.0742	1.676	2.5211
17-2	100847.5	0.043325	2.0483	2.2396	2.2404
17-3	78731.7	0.086667	2.0439	1.8613	2.26
17-4	104237.7	0.056265	2.0352	2.2779	4.0749
17-5	114658.4	0.053724	2.0911	1.6892	2.646
17-6	178540	0.057489	2.0592	2.1079	5.8954
17-7	84922.3	0.080562	2.0477	1.7726	3.0656
17-8	57447.8	0.050931	2.03	2.0046	1.4952
17-9	125328.7	0.047827	2.02	2.5518	5.0342
17-10	111833.8	0.088967	2.0428	1.8109	2.4033
17-11	124674.5	0.059056	2.0397	2.0361	2.6738
17-12	94763.3	0.047982	2.0369	2.4639	3.4681
17-13	148395.7	0.046045	2.1091	1.8408	2.9389
17-14	98785.3	0.055339	2.0429	1.7536	1.2506
17-15	97309.5	0.058546	2.0363	2.2762	4.1439
17-16	116584	0.047578	2.0557	1.8978	2.1633
17-17	80164.9	0.072038	2.08	1.7477	2.6
18-1	128317.2	0.031425	2.0249	1.9501	1.0785
18-2	36122.4	0.062634	2.0424	2.2931	0.88364
18-3	83749.5	0.036355	2.0453	1.9659	0.90819
18-4	59540.3	0.051323	2.0339	2.1121	1.2654
18-5	123627.4	0.030677	2.0213	2.8523	2.5952
18-6	63189.4	0.052312	2.0277	2.0796	1.3392
18-7	50866.1	0.046697	2.0443	1.8954	1.1608
18-8	22619.4	0.078277	2.07	2.1088	1.1171
19-1	107369.2	0.03588	2.0537	2.0518	1.4441
19-2	57421.4	0.046663	2.0476	2.0201	0.95398
19-3	147557.4	0.031686	2.0492	1.9964	2.4868
19-4	84814	0.074781	2.1031	1.8626	2.4121
19-5	143788.9	0.047128	2.1051	2.2233	1.7966
19-6	48834.8	0.049496	2.0939	2.0991	0.9213
19-7	68639.9	0.04387	2.0336	1.7143	1.1671
19-8	81737	0.041609	2.0678	1.7818	0.77871
19-9	84738.3	0.036785	2.0479	1.8786	1.4055
19-10	55178	0.070507	2.0841	1.7155	1.7062
19-11	53818.9	0.061202	2.05	1.8143	0.91985
19-12	85571.5	0.044891	2.0212	2.2001	1.3533
19-13	136032.1	0.038248	2.02	1.6894	0.1199
20-1	42075	0.072071	2.0273	1.7025	0.90256
20-2	52617	0.112091	2.0636	1.5457	1.4694
20-3	37054.6	0.085844	2.0332	1.5542	1.2178
20-4	70246.2	0.065575	2.0406	1.7189	0.1039
20-5	35870.5	0.090672	2.0225	1.5528	1.8974
20-6	54875	0.10922	2.0324	1.3244	0.88661
20-7	106690	0.064035	2.0468	1.5423	2.1111
20-8	64724.6	0.076949	2.0263	1.8159	1.8702
20-9	71845.2	0.054408	2.0718	1.487	0.85128
20-10	126612.3	0.05882	2.04	1.62	2.1592
20-11	39999.4	0.140834	2.0629	1.4245	1.2615
20-12	61528.3	0.052562	2.0389	1.5165	1.1817
20-13	63147.7	0.060252	2.0707	1.3895	0.71833
21-1	120026.9	0.032135	2.0205	3.0476	1.581
21-2	97428	0.038601	2.0492	2.2144	2.6468
21-3	114145.8	0.030298	2.0422	1.9461	1.6033
21-4	71300.8	0.0832	2.0604	1.6852	2.0462
21-5	120811.2	0.034676	2.0398	2.0476	2.7184
21-6	69464.7	0.04778	2.0567	1.7623	1.2058
21-7	64247.7	0.043268	2.0262	2.466	1.1724
21-8	124798.7	0.031788	2.0372	1.8677	1.6414
21-9	53852.7	0.058861	2.0344	2.2173	2.3091
21-10	82569.1	0.051897	2.0515	1.7282	1.5028
21-11	99630.2	0.050019	2.0463	1.9462	1.9826
21-12	104657.2	0.032929	2.02	2.0636	1.423
21-13	133902.2	0.03946	2.0955	1.9084	1.9176
21-14	123042.3	0.041415	2.0361	2.3336	3.7818
21-15	99352.2	0.046018	2.1157	1.8555	1.2915
21-16	73967.7	0.04434	2.0697	1.6512	0.95054
21-17	167219.4	0.032529	2.05	1.8719	1.6271
21-18	50851.1	0.092428	2.0459	1.6027	1.3967



Şekil 3. 41. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 125-250 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği



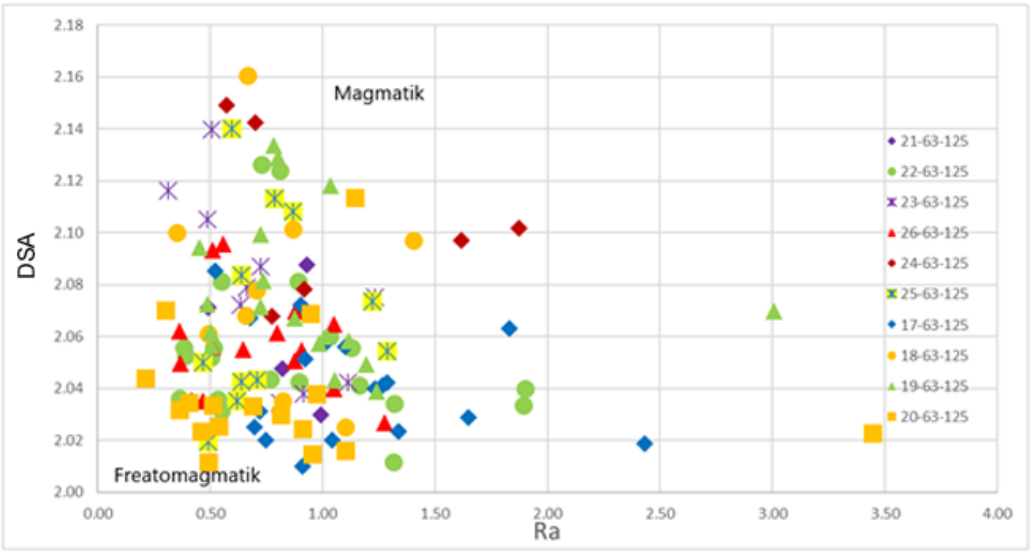
Şekil 3. 42. (a) C-20-17 örneğinde yüksek pürüzlülük ve DSA değerlerine sahip tane; (b) C-20-17 örneğinde yüksek pürüzlülük, düşük DSA değerlerine sahip olan tane, (c) C-20-18 örneğinde yüksek SA/PA, Ra ve DSA değerleri alan bloksu tane, (d) C-20-20 örneğinde bulunan yüksek gözeneklilik ve Ra değerine sahip tane; (e) C-20-21 örneğinde bulunan bloksu morfoloji sunan yüksek DSA ve Ra değerlerine sahip partikül; (f) C-20-21 örneğinde bulunan yüksek Ra ve SA/PA değerleri ve düşük DSA değerine sahip partikül

Çizelge 3. 13. C-20-22, C-20-23,C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
22-1	92391.5	0.035024	2.0766	2.2162	1.4912
22-2	128773.7	0.033275	2.0474	1.883	1.7337
22-3	79568.5	0.047095	2.0512	1.7643	1.7202
22-4	91109.8	0.046667	2.05	1.8159	1.6161
22-5	148161.6	0.044469	2.0733	1.6472	3.6716
22-6	177521.9	0.030502	2.0429	2.2894	3.9686
22-7	130851.7	0.034173	2.0278	2.0813	2.1266
22-8	63888.9	0.059439	2.0398	1.7146	2.2017
22-9	96814.9	0.062977	2.0808	1.7428	2.1505
22-10	172529	0.030353	2.0884	1.8682	2.1556
22-11	116677.5	0.0468	2.0503	2.0677	2.5173
22-12	87605	0.048401	2.04	1.7205	1.5228
22-13	85024.3	0.043392	2.0243	1.7448	1.1888
22-14	128579.3	0.038411	2.0477	1.7116	1.5884
22-15	87783.8	0.050386	2.0379	1.9328	1.9468
22-16	120668.9	0.039824	2.0664	1.6555	1.0319
22-17	85771.3	0.040775	2.0291	1.8663	1.4507
22-18	92970.3	0.040605	2.08	1.833	1.463
22-19	91219.6	0.041259	2.0221	2.5703	3.1022
22-20	138913.7	0.036036	2.0483	1.8342	1.6937
22-21	125540.8	0.029475	2.0255	2.0472	1.1321
23-1	139379.4	0.033359	2.0314	2.0092	1.5196
23-2	42030.1	0.047948	2.1347	1.8791	0.66754
23-3	161123.2	0.027348	2.1071	1.8018	2.513
23-4	92364.3	0.029707	2.0501	1.9057	1.3157
23-5	57113.8	0.047403	2.0912	1.7082	0.6448
23-6	92929.2	0.032743	2.0374	2.1202	1.3693
23-7	116774.9	0.030807	2.0287	2.3983	1.5486
23-8	59247.5	0.069007	2.0545	1.7288	0.85899
23-9	82356	0.057163	2.0806	1.8671	1.0184
23-10	57672.4	0.041474	2.0522	1.9988	0.63347
23-11	65303.5	0.040242	2.0489	2.3405	1.0567
23-12	96407.1	0.043559	2.0328	2.1606	0.927
23-13	32059	0.06216	2.0329	1.7176	1.8783
24-1	82406.2	0.037554	2.0405	2.2417	1.7236
24-2	57135.7	0.044443	2.0439	2.2642	1.8617
24-3	59133.9	0.050463	2.0319	1.8116	1.8358
24-4	54904.1	0.04958	2.0451	1.9912	0.70678
24-5	88488.9	0.04943	2.0305	2.4156	2.5322
24-6	29570.7	0.074223	2.0473	1.7491	0.67585
24-7	71963.6	0.076707	2.0818	1.665	1.8644
24-8	95959.5	0.037701	2.0442	2.638	1.6551
24-9	144749.3	0.037723	2.04	2.3657	3.6961
24-10	87459.5	0.043556	2.0438	1.7425	0.99788
24-11	88948.1	0.043872	2.02	2.8223	4.1077
25-1	104580.8	0.040439	2.0595	1.9582	2.1991
25-2	114369.7	0.046389	2.0742	2.7661	2.7264
25-3	84036.8	0.059889	2.0745	1.8497	2.5763
25-4	91319.5	0.032938	2.0453	2.0251	0.86785
25-5	120152.6	0.040227	2.1133	1.8197	2.1535
25-6	99054.5	0.043013	2.0948	1.6552	1.0255
25-7	103273.6	0.03881	2.0333	2.1022	2.3663
25-8	72444.6	0.047617	2.0427	2.1219	3.0526
25-9	87136.7	0.037215	2.0334	2.2919	2.5353
25-10	39431.2	0.103392	2.1272	1.66	1.4621
25-12	113683.2	0.063076	2.0872	1.4461	1.8404
25-13	61848.6	0.045026	2.1306	1.749	1.182
25-14	140587.1	0.04062	2.0853	1.9442	2.224
25-15	79364.1	0.05103	2.1135	1.7544	1.0913
26-1	128541.7	0.03262	2.1187	2.066	1.2956
26-2	144982.8	0.037102	2.0749	1.6875	1.8785
26-3	140527.6	0.034172	2.0697	2.1019	1.506
26-4	145181.1	0.033076	2.0645	2.1517	2.1544
26-5	113152.7	0.055459	2.0986	1.9218	1.5305
26-6	89449.3	0.046291	2.1295	1.8066	1.165
26-7	65184.6	0.056509	2.1014	1.9855	1.3359
26-8	37684.1	0.076486	2.0667	1.9366	1.5657
26-9	76460.1	0.068409	2.0749	1.6797	1.4674
26-10	72693	0.049966	2.0965	1.8705	1.6901
26-11	73937.3	0.040558	2.0484	2.3881	1.1709
26-12	64906.3	0.041533	2.04	2.504	1.0108
26-13	45596.3	0.091901	2.0934	1.6404	0.6831
26-14	74061.9	0.040546	2.0592	2.1749	1.3814
26-15	123557.2	0.033121	2.03	3.3464	2.2873
26-16	93098.2	0.040196	2.0634	1.8683	0.91797
26-17	91801.3	0.039795	2.0661	1.9558	1.0965
26-18	80968.2	0.045811	2.0633	1.7122	1.2072
26-19	59358.3	0.05652	2.0355	2.3472	0.71621

- 63-125 µm boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu analizlerinin sonuçları

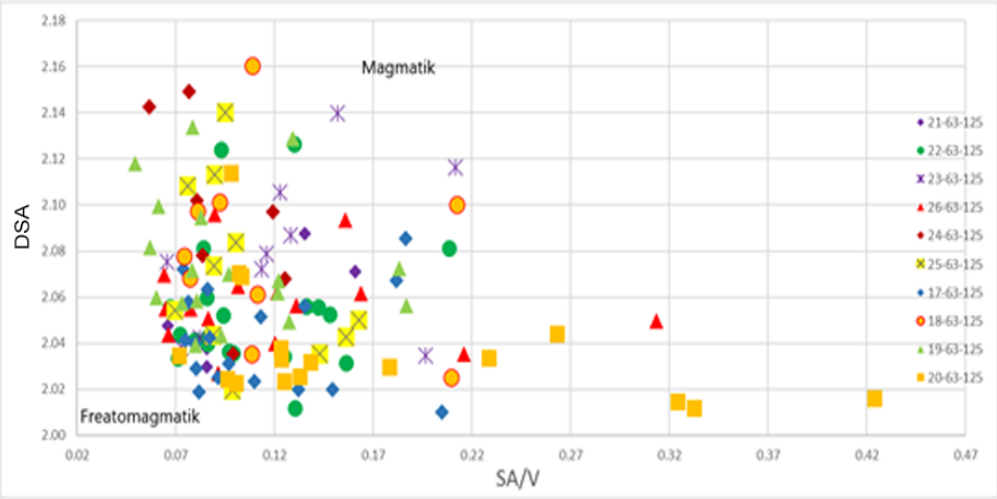
C-20-17 numaralı örnekte gözenekliliği yüksek tanelerde Ra değeri yüksektir ve DSA değeri düşüktür (Şekil 3.46a; Şekil 3.43). Bazı cam kıymıklarında ise DSA değerleri yüksektir fakat Ra değeri düşüktür (Şekil 3.46b). C-20-18 numaralı örnekte; bazı gözenekliliği düşük partiküllerde yüksek DSA, SA/PA değerleri gözlemlenirken, düşük Ra değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 3.46c). C-20-19 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; bazı bloksu taneler yüksek DSA değerleri, düşük Ra değerleri almaktadır (Şekil 3.46d). C-20-20 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; sideromelan parçası olan tanelerde DSA değeri düşük ve Ra değerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.47e). C-20-22 numaralı bazı bloksu tanelerde yüksek pürüzlülük ve DSA değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 3.46f). C-20-25 numaralı örnekte gözenekliliğe sahip tanelerde DSA ve Ra parametreleri yüksek değerlerdedir. Bloksu tanelerin bazılarında yüksek Ra ve DSA değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 3.46g). C-20-26 numaralı Acıgöl -Karapınar örneğinde, gözeneklilikleri düşük bazı tanelerin yüksek pürüzlülük değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.46h). SA/PA ve SA/V değerlerinde belirgin bir ayrım gözlenmemiştir (Şekil 3.44; Şekil 3.45)



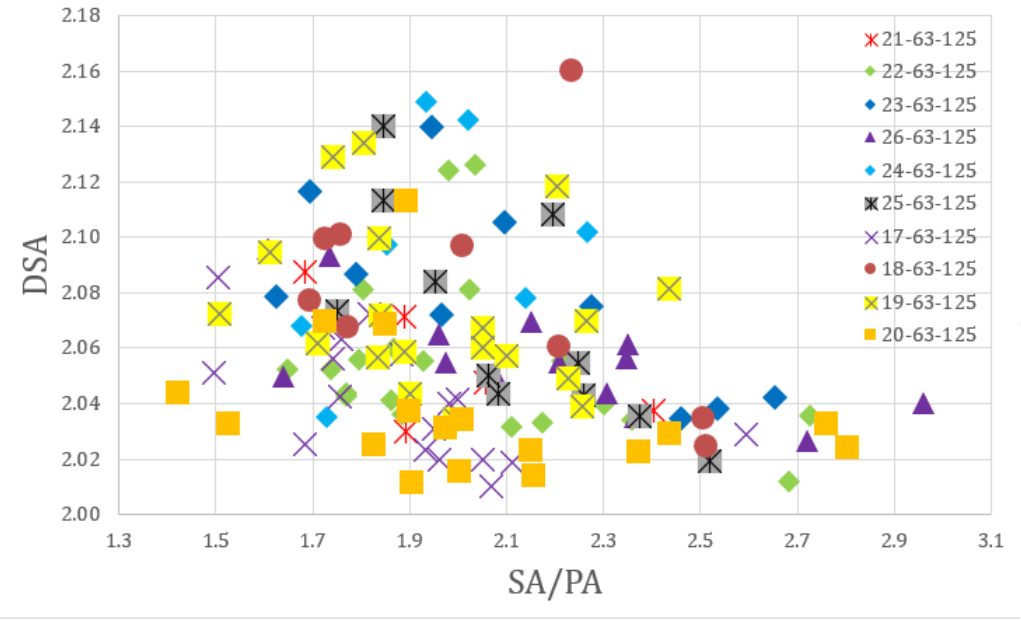
Şekil 3. 43. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

Çizelge 3. 14. C-20-17, C-20-18,C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
17-1	26346.5	0.080492	2.0289	2.5929	1.648
17-2	36621.1	0.086178	2.0633	1.7578	1.83
17-3	25444.7	0.113199	2.0513	1.4951	0.92218
17-4	17503.1	0.186302	2.0854	1.5049	0.52108
17-5	32660.6	0.087211	2.0424	1.7553	1.286
17-7	18083.9	0.132113	2.02	2.052	0.7492
17-8	20054.5	0.135398	2.0561	1.74	1.1
17-9	13159.3	0.149514	2.02	1.9599	1.041
17-10	23889.6	0.091342	2.0251	1.6848	0.69613
17-11	17216.7	0.109873	2.0235	1.9309	1.336
17-12	18687.8	0.09695	2.0311	1.9499	0.71915
17-13	30843.7	0.076547	2.0576	1.883	1.016
17-14	32792.7	0.074897	2.0413	1.9988	1.268
17-15	38053.3	0.079792	2.0398	1.9815	1.233
17-16	11075	0.181907	2.0672	1.7212	0.67767
17-17	32699.2	0.08176	2.0189	2.1116	2.433
17-18	27520.3	0.073961	2.0723	1.8171	0.90194
17-19	18743.9	0.204744	2.01	2.0681	0.91181
18-1	29600.4	0.074372	2.0778	1.6901	0.70569
18-2	4843.6	0.212386	2.1	1.7227	0.35141
18-3	30793	0.081173	2.0972	2.0063	1.402
18-4	33429	0.092069	2.1014	1.7544	0.86762
18-5	25467	0.077292	2.0681	1.7684	0.65689
18-6	11346.2	0.108471	2.0352	2.5019	0.82284
18-7	13227.8	0.108693	2.1605	2.2318	0.66585
18-8	9469	0.111292	2.0612	2.2066	0.49245
18-9	8674	0.209451	2.0252	2.5077	1.1
19-1	17498.9	0.127324	2.0493	2.226	1.193
19-2	3881.4	0.229077	2.0344	1.9925	0.38977
19-3	16966.1	0.121762	2.0619	1.71	0.50451
19-4	14713.4	0.183172	2.0725	1.5073	0.48721
19-5	34380.3	0.078621	2.1338	1.8042	0.78195
19-6	32712.6	0.057149	2.0816	2.4358	0.73749
19-7	36756.5	0.06114	2.0995	1.8356	0.72492
19-8	26205.6	0.080674	2.0585	1.89	1.116
19-9	16924.3	0.129115	2.1289	1.742	0.80114
19-10	49487.4	0.096821	2.07	2.265	3.006
19-11	48745.1	0.049296	2.1182	2.2043	1.036
19-12	25807.4	0.079823	2.0391	2.2547	1.242
19-13	20538.4	0.092898	2.0434	1.9015	1.055
19-14	17659.7	0.12201	2.0673	2.0499	0.87617
19-15	31934.6	0.073192	2.0573	2.1001	0.98586
19-16	12318.8	0.186941	2.0565	1.835	0.50716
19-17	34794.4	0.060317	2.06	2.0516	1.02
19-18	32688.8	0.082931	2.0945	1.6115	0.45243
19-19	31326.5	0.078367	2.0717	1.8408	0.72312
20-1	32424.7	0.100567	2.0228	2.3708	3.444
20-2	20237.2	0.123018	2.0378	1.8958	0.97357
20-3	10184.2	0.324373	2.0146	2.1525	0.95175
20-4	7499.6	0.228398	2.0334	1.5233	0.51029
20-5	7604	0.332638	2.0117	1.9025	0.49318
20-6	7118.3	0.423754	2.0161	2.0008	1.102
20-7	6572	0.178276	2.0298	2.4327	0.81329
20-8	3390.8	0.263001	2.0441	1.419	0.21118
20-9	35786.4	0.097999	2.1137	1.8903	1.142
20-10	6904.2	0.138197	2.0318	1.9712	0.36372
20-11	12012.4	0.132974	2.0256	1.8235	0.538
20-12	24705.9	0.096075	2.0246	2.7998	0.91079
20-13	9681.4	0.124845	2.0234	2.1487	0.46133
20-14	10941.5	0.102028	2.0702	1.7212	0.30237
20-15	18097.6	0.071765	2.0345	2.0064	0.40618
20-16	14891.4	0.103506	2.0689	1.8468	0.94687
20-17	10596.4	0.123464	2.0331	2.7577	0.69004
21-1	9259.1	0.160823	2.0711	1.8886	0.49315
21-2	18244.3	0.135485	2.0877	1.6828	0.92895
21-3	14586.7	0.085839	2.0377	2.4041	0.98889
21-4	30277.5	0.08558	2.0298	1.8908	0.99422
21-5	40674.2	0.065965	2.0476	2.056	0.82139



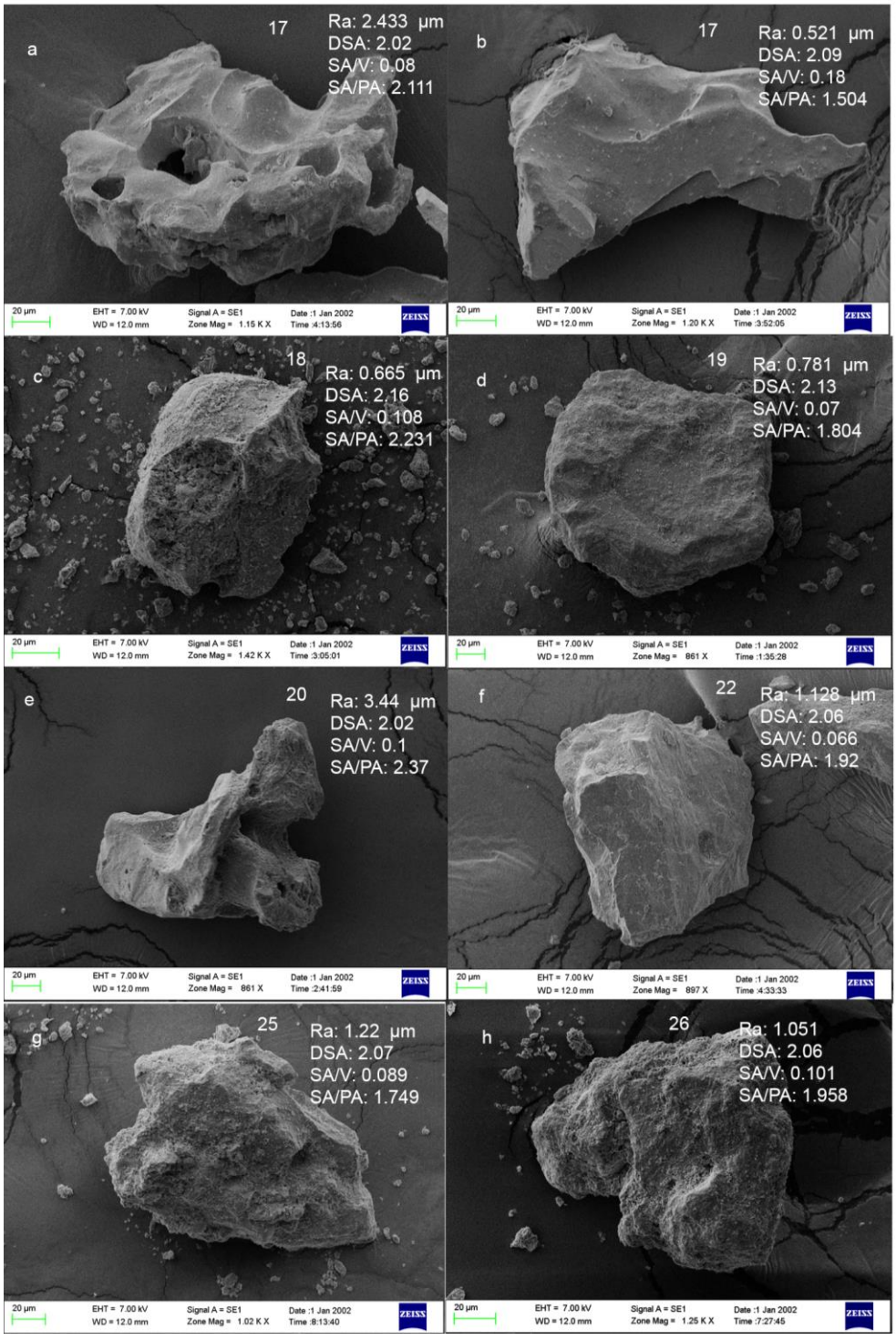
Şekil 3. 44. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği



Şekil 3. 45. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 63-125 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/PA grafiği

Çizelge 3. 15. C-20-22, C-20-23,C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

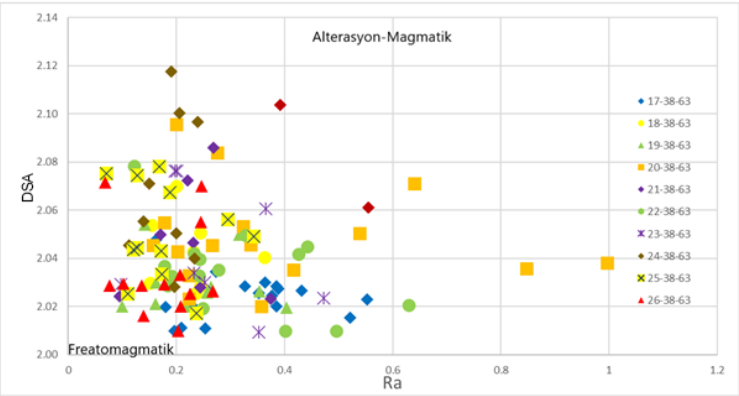
Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
22-1	28515.5	0.066943	2.0556	1.9273	1.128
22-2	7812	0.142232	2.0556	2.213	0.51688
22-3	8368.4	0.148081	2.0526	1.7365	0.3917
22-4	9639.7	0.129834	2.1264	2.0348	0.72694
22-5	10102.4	0.135934	2.0559	1.7954	0.38223
22-6	27005.7	0.093922	2.0522	1.6484	0.50485
22-7	7865.8	0.15631	2.0316	2.1108	0.54903
22-8	15119.4	0.096986	2.0362	1.8839	0.3628
22-9	14113.4	0.099195	2.0358	2.7261	0.53595
22-10	25503	0.093035	2.1239	1.9796	0.80955
22-11	22968	0.124798	2.0341	2.3576	1.318
22-12	7114.5	0.208494	2.0812	1.8036	0.54989
22-13	19338.7	0.085715	2.06	1.8662	1.032
22-14	47574.3	0.130181	2.0117	2.681	1.316
22-15	42432.5	0.083848	2.0813	2.0226	0.89019
22-16	40466.8	0.070947	2.0334	2.1725	1.893
22-17	31144.7	0.072134	2.0436	1.7675	0.76848
22-18	29808.4	0.086127	2.0428	1.7687	0.89586
22-19	54961.6	0.07968	2.0414	1.8619	1.162
22-20	33226.5	0.085997	2.0398	2.3019	1.902
23-1	19088.4	0.115884	2.0789	1.6255	0.66197
23-2	20103.6	0.082321	2.0422	2.6543	1.112
23-3	7138.3	0.152055	2.1399	1.9463	0.50718
23-4	10144.4	0.196533	2.0345	2.4608	0.81133
23-5	8184.3	0.12296	2.1053	2.0969	0.48779
23-6	7448	0.211804	2.1164	1.6925	0.31368
23-7	14076.9	0.113316	2.0722	1.9665	0.63358
23-8	10545.4	0.128028	2.0869	1.789	0.7265
23-9	37225.8	0.065666	2.0752	2.275	1.234
23-10	30180.9	0.072625	2.0381	2.5349	0.91615
24-1	15488.3	0.099151	2.0353	1.7292	0.41707
24-2	24805	0.076864	2.1491	1.9333	0.57318
24-3	38024	0.056585	2.1425	2.0208	0.70257
24-4	26219.1	0.083711	2.0782	2.1381	0.91738
24-5	19726.9	0.080781	2.1019	2.2648	1.875
24-6	20359.6	0.125325	2.0679	1.6754	0.77629
24-7	17302.9	0.119222	2.0971	1.8523	1.618
25-1	24530.7	0.089165	2.0433	2.0819	0.70715
25-2	17950.8	0.100382	2.0838	1.9517	0.63866
25-3	11770.8	0.098695	2.0195	2.5177	0.49352
25-4	18785.4	0.095218	2.14	1.846	0.59816
25-5	32324.5	0.069552	2.0544	2.2477	1.287
25-6	25576.8	0.076109	2.1081	2.195	0.87012
25-7	8731.8	0.156201	2.0428	2.2602	0.63797
25-8	9998.4	0.142868	2.0354	2.3737	0.61988
25-9	8567.5	0.162863	2.0501	2.0609	0.46766
25-10	22853.2	0.089752	2.1132	1.8445	0.78718
25-11	25657.2	0.089286	2.0735	1.749	1.22
26-1	7187	0.163944	2.0615	2.3486	0.79646
26-2	6296.5	0.313472	2.0497	1.6382	0.36911
26-3	14348	0.121433	2.062		0.36188
26-4	15644.5	0.091521	2.0268	2.7193	1.275
26-5	26334.7	0.064342	2.0697	2.149	0.87976
26-6	24739.4	0.06616	2.0439	2.3056	0.68111
26-7	30433.5	0.065037	2.0549	2.2071	0.90541
26-8	12207.2	0.120151	2.04	2.9606	1.049
26-9	9671	0.13097	2.0562	2.3483	0.51037
26-10	4676.8	0.215822	2.0354	2.3634	0.46678
26-11	26496.3	0.077544	2.0551	1.9753	0.64802
26-12	26573.1	0.089772	2.0959	1.6066	0.55718
26-13	19861.3	0.101724	2.0649	1.9582	1.051
26-14	20913.3	0.0863	2.0506	2.0741	0.8749
26-15	11699	0.155903	2.0935	1.7328	0.51268



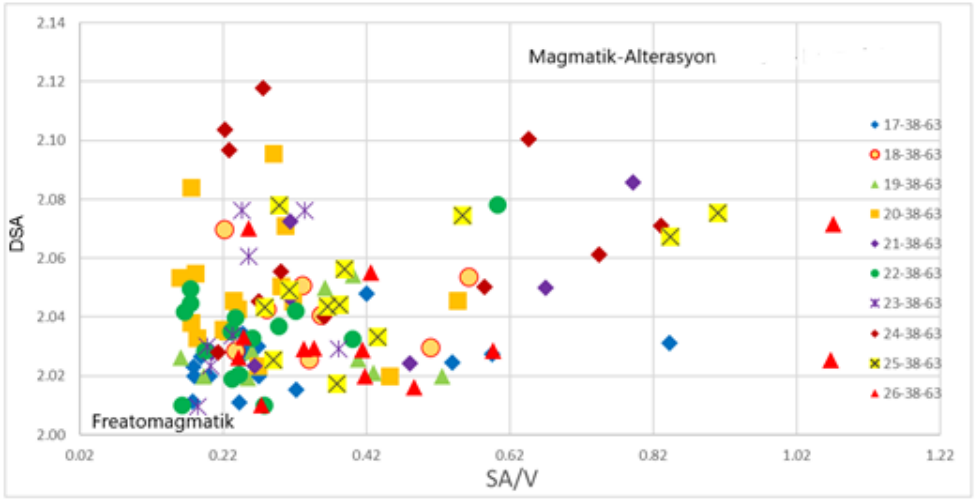
Şekil 3. 46. (a) C-20-17 (cüruf) örneğine ait gözenekliliği yüksek tane, yüksek Ra ve SA/PA değerleri, düşük DSA değeri almaktadır; (b) C-20-17 örneğinde düşük Ra ve yüksek DSA değerlerine sahip tane; (c) C-20-18 örneğinde yüzeyi tozlu yüksek DSA değeri alan kül partikülü; (d) C-20-19 örneğinde bulunan yüksek DSA ve Ra değerleri alan piroklast; (e) C-20-20 örneğinde bulunan yüksek pürüzlülük ve SA/PA, düşük DSA değerlerini alan tane, (f) C-20-22 örneğinde bulunan yüksek pürüzlülük değeri alan bloksu morfoloji sunan partikül; (g) C-20-25 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan bloksu tane; (h) C-20-26 örneğinde yüzeyi tozlu, gözeneksiz ve yüksek pürüzlülük değeri alan tane.

- 38-63 µm boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu analizleri

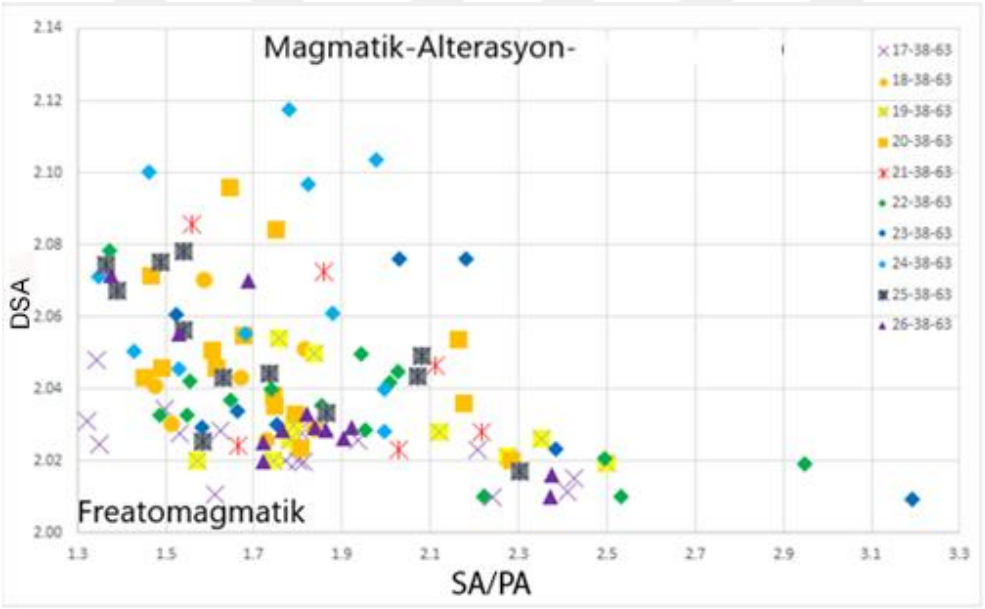
C-20-17 numaralı Meke-Karapınar örneğinde, yüzeyi göreceli olarak daha pürüzsüz piroklastların yüksek Ra ve DSA değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.50a). Yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tanelerin sayısı artmıştır (Şekil 3.50b). DSA parametresi düşük değerler almaktadır (Çizelge 3.16). C-20-18 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; gözenekliliği düşük tanelerden bazıları yüksek SA/V ve Ra değerler almaktadır (Şekil 3.50c). Partiküller genellikle düşük DSA değerleri almaktadır (Çizelge 3.16). C-20-19 numaralı Meke- Karapınar örneğinde, yüzeyinde yüksek miktarda alterasyon gözlemlenen taneler yüksek Ra ve SA/PA değerleri alırken düşük DSA değerleri almaktadır (Şekil 3.50d). DSA değerleri düşüktür (Çizelge 3.16). C-20-20 numaralı Meke- Karapınar örneğinde; düşük gözenekli-keskin açılarla yüzeyinde kırıklar olan piroklastlarda pürüzlülük ve göreceli olarak DSA değerleri artış göstermektedir (Şekil 3.50e). C-20-21 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; alterasyona sahip piroklastlarda SA/PA ve Ra değerleri yüksek, DSA değerleri düşüktür (Şekil 3.50f). C-20-22 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; gözeneksiz tanelerde yüksek Ra, SA/PA değerleri almaktadır (Şekil 3.50g). C-20-23 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; tanelerin yüzeyleri tozludur ve alteredir. Yüzeyleri düzlemsel morfoloji sunan bununla beraber tane (cam kıymığı) yüzeyine yapışık halde alterasyon bulunan partiküllerde yüksek Ra değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.50h). C-20-25 numaralı Meke-Karapınar örneğinde; pürüzlülük değerleri genellikle düşüktür (Çizelge 3.17). C-20-26 Numaralı Acıgöl Karapınar örneğinde; yüzeyinde toz bulunan tanelerde pürüzlülük ve DSA değerleri göreceli olarak daha yüksek değerlerdedir (Şekil 3.50). SA/V ve SA/PA değerlerinde belirgin bir ayrım gözlenmemiştir (Şekil 3.48; Şekil 3.49)



Şekil 3. 47. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 3. 48. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/V grafiği



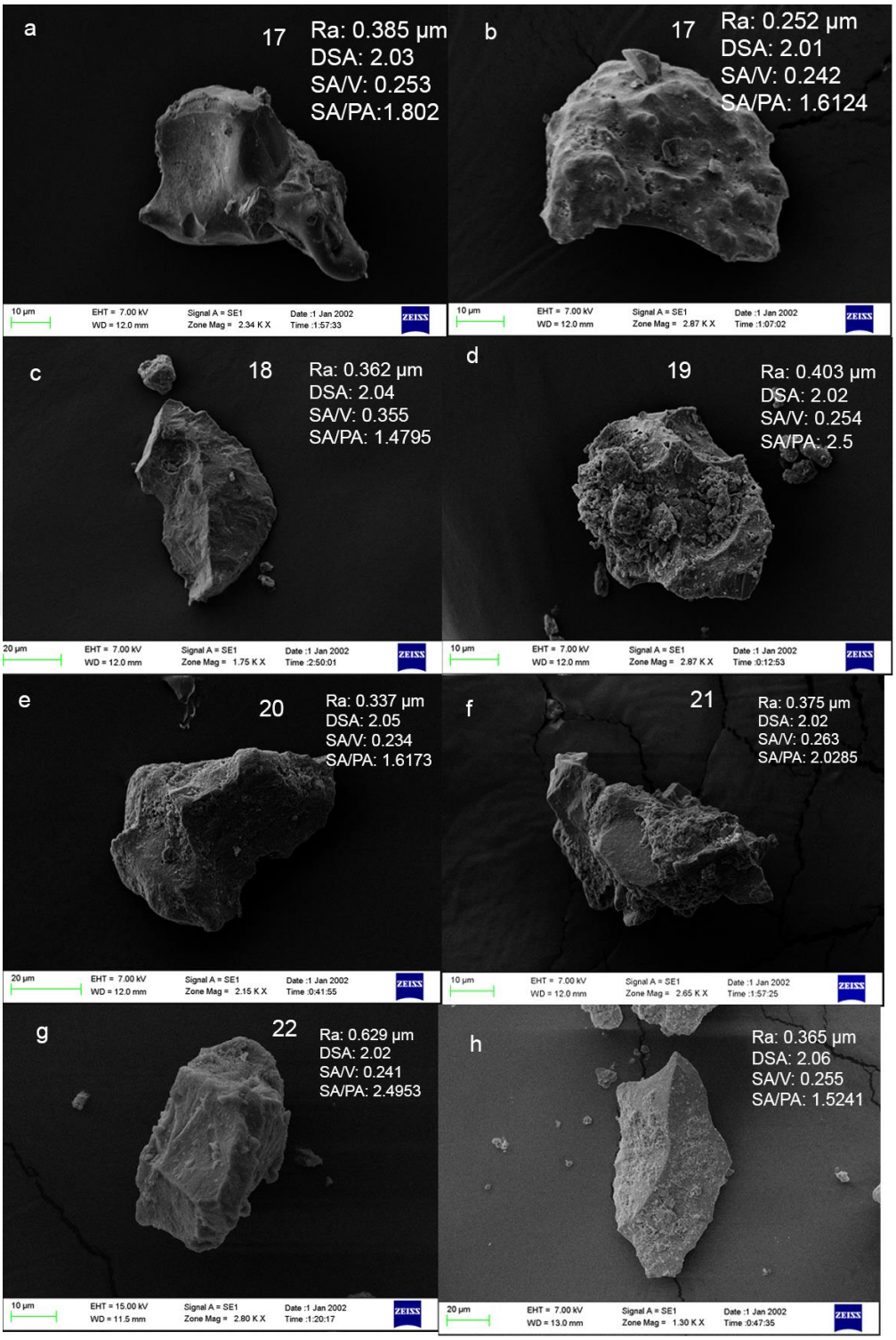
Şekil 3. 49. Meke gölü ve Acıgöl örneklerine ait 38-63 µm tane boyundaki Fraktal boyut (DSA)- SA/PA grafiği

Çizelge 3. 16. C-20-17, C-20-18, C-20-19,C-20-20, C-20-21 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	SA/PA	Ra	DSA
17-1	3708.1	0.00388	2.2398	0.19659	2.01
17-2	2668.4	0.420737	1.3437	0.16271	2.05
17-3	2719.1	0.594794	1.5317	0.38796	2.03
17-4	3489.1	0.177821	2.4119	0.20939	2.01
17-5	2834.3	0.322551	2.4272	0.52167	2.02
17-6	3564.4	0.269225	1.8596	0.36433	2.03
17-7	2939.6	0.270234	1.7732	0.23043	2.02
17-8	3375.8	0.179754	1.8133	0.18034	2.02
17-9	3203.6	0.539374	1.3506	0.37674	2.02
17-10	3426.3	0.247246	1.4973	0.273	2.03
17-11	2683.9	0.842368	1.3219	0.19137	2.03
17-12	3045	0.253617	1.8028	0.38536	2.03
17-13	3842.6	0.189542	1.8013	0.43108	2.03
17-14	2228.6	0.242852	1.6124	0.25292	2.01
17-15	4122.5	0.201424	1.7999	0.38546	2.02
17-16	4370.4	0.242618	1.9372	0.35273	2.03
17-17	3850.9	0.201609	1.6233	0.32653	2.03
17-18	3622.9	0.178616	2.2064	0.55215	2.02
18-1	2981.5	0.355844	1.4795	0.36287	2.04
18-2	1316.3	0.508839	1.5159	0.15065	2.03
18-3	1163.8	0.562135	1.2706	0.15484	2.05
18-4	2062.6	0.330294	1.8184	0.24382	2.05
18-5	1289.2	0.339262	1.7317	0.23545	2.03
18-6	2414.6	0.221265	1.5892	0.20045	2.07
18-7	2336.5	0.236551	1.8404	0.24435	2.03
18-8	2571.6	0.280845	1.6747	0.23133	2.04
19-1	4703.3	0.161387	2.3522	0.35306	2.03
19-2	970.31	0.429188	2.2736	0.16191	2.02
19-3	2054.8	0.260456	2.1215	0.26373	2.03
19-4	1384.9	0.011798	1.7904	0.16209	2.03
19-5	1783.6	0.407921	1.7804	0.25683	2.03
19-6	2929.1	0.193695	1.7453	0.21902	2.02
19-7	2086.7	0.361952	1.8373	0.31663	2.05
19-8	2553.1	0.254498	2.5	0.40388	2.02
19-9	954.11	0.525854	1.5717	0.1002	2.02
19-10	2075.4	0.401509	1.7574	0.14116	2.05
20-1	4325.8	0.45221	2.2868	0.35686	2.02
20-2	2027.4	0.290105	1.6465	0.19956	2.10
20-3	4866.5	0.181115	1.6789	0.17794	2.05
20-4	3626.7	0.234635	1.6173	0.33718	2.05
20-5	2868.8	0.31751	1.493	0.26655	2.05
20-6	2232	0.546547	1.207	0.15704	2.05
20-7	4840.6	0.220082	2.1767	0.84777	2.04
20-8	2746.8	0.26825	1.8078	0.22265	2.02
20-9	3217.3	0.301108	1.6063	0.53923	2.05
20-10	3794	0.225728	1.7497	0.41675	2.04
20-11	4087.3	0.241006	1.4522	0.20282	2.04
20-12	3213.6	0.183715	1.7958	0.22288	2.03
20-13	3947.8	0.174788	1.7528	0.27548	2.08
20-14	4957	0.306241	1.4674	0.63951	2.07
20-15	4801.1	0.17579	1.7462	0.99623	2.04
20-16	6376.1	0.160325	2.1659	0.32301	2.05
21-1	2516.3	0.26384	2.0285	0.37506	2.02
21-2	466.37	0.480017	1.6649	0.095539	2.02
21-3	3383.4	0.669465	1.278	0.17037	2.05
21-4	2382.9	0.20468	2.2175	0.24419	2.03
21-5	1662.6	0.313894	1.858	0.22104	2.07
21-6	1696.4	0.313295	2.1109	0.23112	2.05
21-7	1239.7	0.791377	1.5598	0.26847	2.09

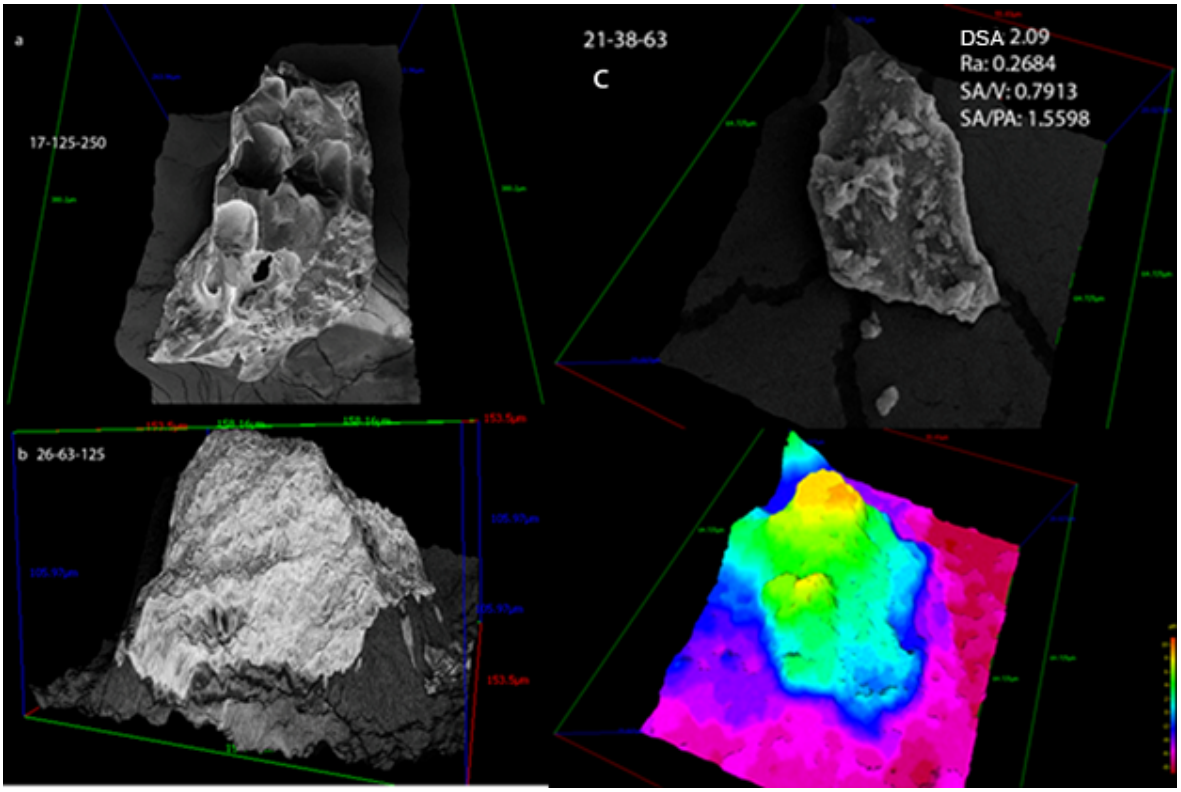
Çizelge 3. 17. C-20-22, C-20-23, C-20-24,C-20-25, C-20-26 örneklerine ait üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	SA/PA	Ra	DSA
22-1	1493.1	0.297375	1.6468	0.1781	2.04
22-2	2809.3	0.277524	2.2203	0.40116	2.01
22-3	2206	0.194711	1.9539	0.1831	2.03
22-4	1324.7	0.399934	1.4885	0.19153	2.03
22-5	3289.2	0.174633	1.9451	0.32787	2.05
22-6	2678.5	0.23162	2.9482	0.24849	2.02
22-7	2636.3	0.24113	2.4953	0.62987	2.02
22-8	3433.6	0.236385	1.7409	0.24339	2.04
22-9	5767.1	0.174578	2.0282	0.44155	2.04
22-10	5515.9	0.162101	2.5337	0.49523	2.01
22-11	5089.3	0.166265	2.0084	0.42523	2.04
22-12	3752.8	0.231511	1.855	0.27749	2.04
22-13	3085.6	0.321338	1.5552	0.23305	2.04
22-14	3075.2	0.260073	1.5499	0.24155	2.03
22-15	1268.1	0.602436	1.3739	0.12151	2.08
23-1	3067.1	0.198181	1.7521	0.2526	2.03
23-2	2567.5	0.23309	1.6624	0.23201	2.03
23-3	839.74	0.381178	1.5841	0.097706	2.03
23-4	4269.4	0.20199	2.3859	0.47293	2.02
23-5	4365.1	0.18503	3.1924	0.35252	2.01
23-6	1754	0.334044	2.0293	0.20094	2.08
23-7	2199.6	0.246855	2.1805	0.19751	2.08
23-8	5909	0.255827	1.5241	0.36507	2.06
24-1	1335.4	0.300536	1.6809	0.13991	2.06
24-2	1273.8	0.646238	1.4639	0.20574	2.10
24-3	1740.8	0.269465	1.529	0.11308	2.05
24-4	3687.4	0.223044	1.9782	0.39253	2.10
24-5	1891.9	0.744875	1.8775	0.55522	2.06
24-6	1062.9	0.360954	1.9951	0.23425	2.04
24-7	2297.9	0.213535	1.9966	0.19606	2.03
24-8	2283.2	0.584186	1.4276	0.20001	2.05
24-9	2872.5	0.228432	1.8226	0.23926	2.10
24-10	1352.5	0.830699	1.3479	0.14935	2.07
24-11	1924	0.275601	1.7806	0.19059	2.12
25-1	3113.5	0.312424	2.0823	0.34315	2.05
25-2	269.43	0.910052	1.4877	0.071072	2.08
25-3	697.45	0.365655	2.0711	0.12033	2.04
25-4	2244.6	0.388992	1.54	0.29481	2.06
25-5	2351.9	0.298071	1.5403	0.16863	2.08
25-6	2716.3	0.278773	1.6298	0.17249	2.04
25-7	1025.8	0.554133	1.3652	0.1281	2.07
25-8	1743.5	0.844197	1.3894	0.18816	2.07
25-9	1128.6	0.43535	1.8655	0.17322	2.03
25-10	718.9	0.382353	1.7348	0.12759	2.04
25-11	1680.5	0.289671	1.5855	0.10987	2.03
25-12	1582.3	0.379426	2.302	0.23711	2.02
26-1	1681.8	0.249052	1.821	0.20657	2.03
26-2	1947.9	0.332208	1.9206	0.17829	2.03
26-3	3593.3	0.255883	1.6887	0.24682	2.07
26-4	2302.3	0.425763	1.5311	0.24539	2.06
26-5	654.57	1.067755	1.7226	0.22505	2.03
26-6	279.08	1.070461	1.3754	0.068445	2.07
26-7	875.67	0.346718	1.8374	0.10242	2.03
26-8	588.37	0.273482	2.3713	0.20356	2.01
26-9	890.67	0.413996	1.8639	0.13609	2.03
26-10	1220.2	0.417994	1.7226	0.20785	2.02
26-11	2881.4	0.241768	1.9023	0.26692	2.03
26-12	348.38	0.596061	1.7659	0.076407	2.03
26-13	512.64	0.48693	2.3754	0.13973	2.02

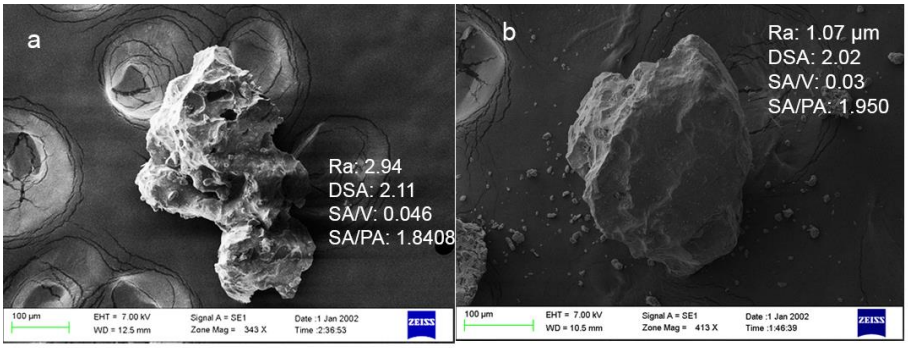


Şekil 3. 50. (a) C-20-17 (Cüruf) örneğinde yüksek pürüzlülük ve düşük DSA değerleri alan partikül, (b) C-20-17 (Cüruf) örneğinde gözlemlenen altere tane, pürüzlülük değeri göreceli olarak yüksektir; (c) C-20-18 örneğinde yüzeyinde yüksek pürüzlülük değeri alan partikül, (d) C-20-19 örneğinde tane yüzeyine yapışık halde bulunan alterasyon, Ra değerleri yüksektir; (e) C-20-20 örneğinde birbirini dik kesen kırıklar bulunmaktadır, taneler düşük gözenekliliğe sahiptir, (f) C-20-21 örneğinde tane yüzeyine yapışık halde alterasyon gözlemlenmektedir, bu alterasyonlar tanelerin Ra ve SA/PA değerlerini arttırmaktadır; (g) Bloksu morfoloji sunan C-20-22 örneği yüksek Ra değerleri almaktadır, (h) C-20-23 örneğinde alınan yüksek DSA ve Ra değerlerine sahip partikül.

Tane boyu küçülmesi ve düşük gözenekli- gözeneksiz taneler ve alterasyon gibi faktörlerinde dahil olmasıyla özellikle C-20-20 numaralı ince kül örneğinde SA/V değerinde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir (Çizelge 3.12, Çizelge 3.14, Çizelge 3.16). Buna karşın C-20-24 ve C-20-26 ince kül örneklerinde bu durum tam tersi olarak gözlemlenmiştir (Çizelge 3.13, Çizelge 3.15, Çizelge 3.17). Alterasyon morfolojik parametrelerin değerlerini göreceli olarak arttırmaktadır (Şekil 3.51)



Şekil 3. 51. Alicona Mex programı ile oluşturulmuş DEM görüntüleri. (a) Gözenekli tanenin üç boyutlu görüntüsü, (b) Acıgöl örneğine ait piroklastın 3D görüntüsü, (c) Tanelerin yüzeyine yapışık alterasyonların analizlere etkisi



Şekil 3. 52. (a) Gözenekliliği yüksek taneler yüksek Ra ve DSA değerleri alırken, bloksu ve gözeneklilikleri düşük taneler daha düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır.

3.2. Asidik Freatomagmatik Piroklastlar

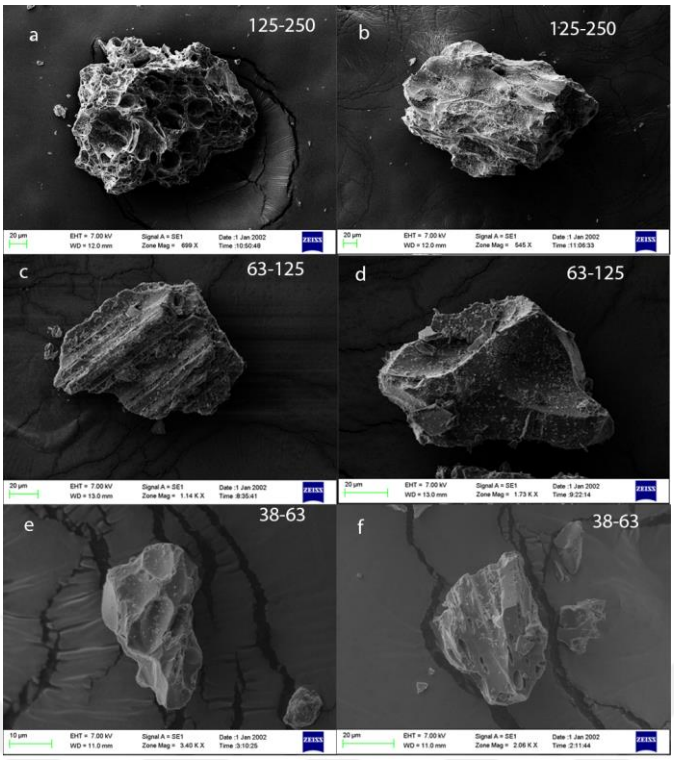
Asidik freatomagmatik patlamalarda magmanın viskozitesi daha yüksek değerleri almaktadır. Genellikle fragmantasyon süreçleri magmanın temasa geçtiği su ile sağlanmaktadır. Magmanın temasta olduğu su miktarı az ise, küçük bir magma hacmi parçalanır. Magmanın temasa geçtiği su miktarı arttığında magma parçalanmasının oranı da artmaktadır (Morrissey ve ark., 2000). Asidik freatomagmatik patlamalarla riyolitik ve dasitik maarlar, tüf konileri ve tüf halkaları oluşmaktadır (Austin-Erickson ve ark., 2008).

3.2.1. Göllüdağ

C-20-37 örneği, asidik freatomagmatik küllerdir. Taban yayılımı çökelleri olan seviye kül ve pomza geri düşmeler ile ardalanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 3.53). Yüksek gözenekliliğe sahip taneler ve düşük gözenekliliğe sahip taneler bulunmaktadır. Uzunlamasına gözeneklere sahip pomzalar ve pomza parçaları gözlemlenmiştir. Gözenekliliği yüksek tanelerde çok küçük boyutlarda gözenekler gözlemlenmiştir (Şekil 3.54).



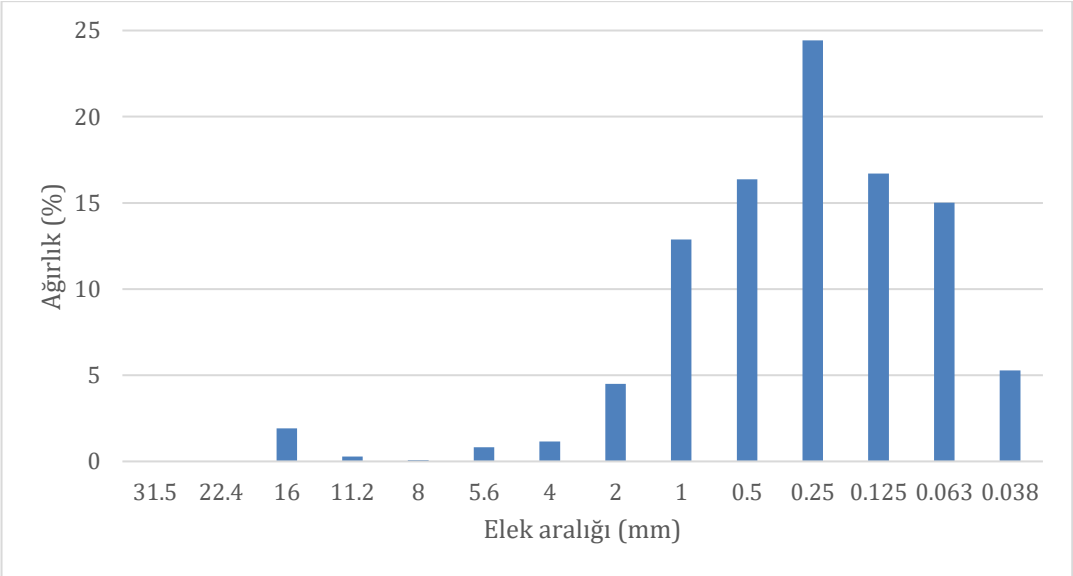
Şekil 3. 53. Göllüdağ mostra fotoğrafı



Şekil 3. 54. C-20-37 Göllüdağ örneğine ait farklı tane boylarındaki piroklastiklerin SEM görüntüleridir. (a-b) 125-250 mikrometre boyutuna ait gözenekli partiküller; (c-d) 63-125 mikrometre boyunda gözlemlenen pomza parçası, (e-f) 38-63 mikrometre boyundaki piroklastlar (düşük gözeneklilik).

3.2.1.1. Tane Boyu Dağılımı ve İstatistiksel Parametreler

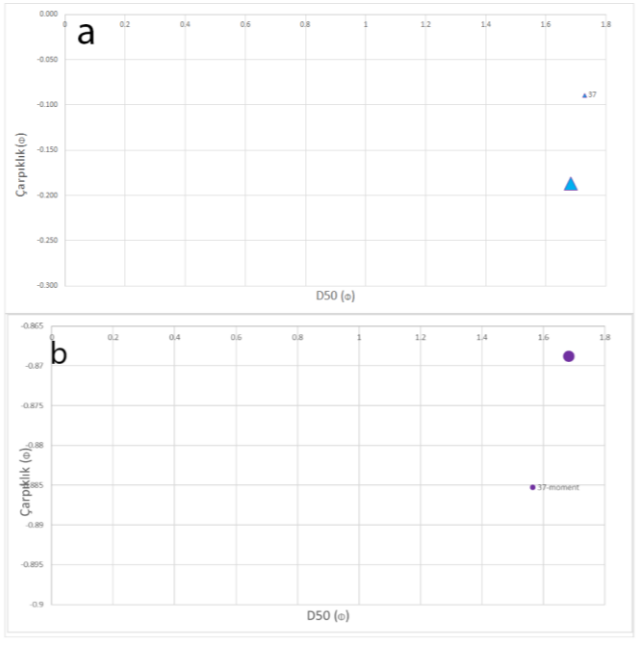
Elek analizi sonucunda elde edilen tane boyu histogramı Şekil 3.55 ’de verilmiştir.



Şekil 3. 55. Göllüdağ-freatomagmatik örneğinin tane boyu histogramı

3.2.1.1.1. Gradistat Analizleri

Gradistat analiz sonuçları Çizelge 18'de verilmiştir. Gradistat analizinde C-20-37 Göllüdağ örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan tanımlamalar sonucunda kötü boylanma, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.56). D50 değeri 1.682 φ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.18).



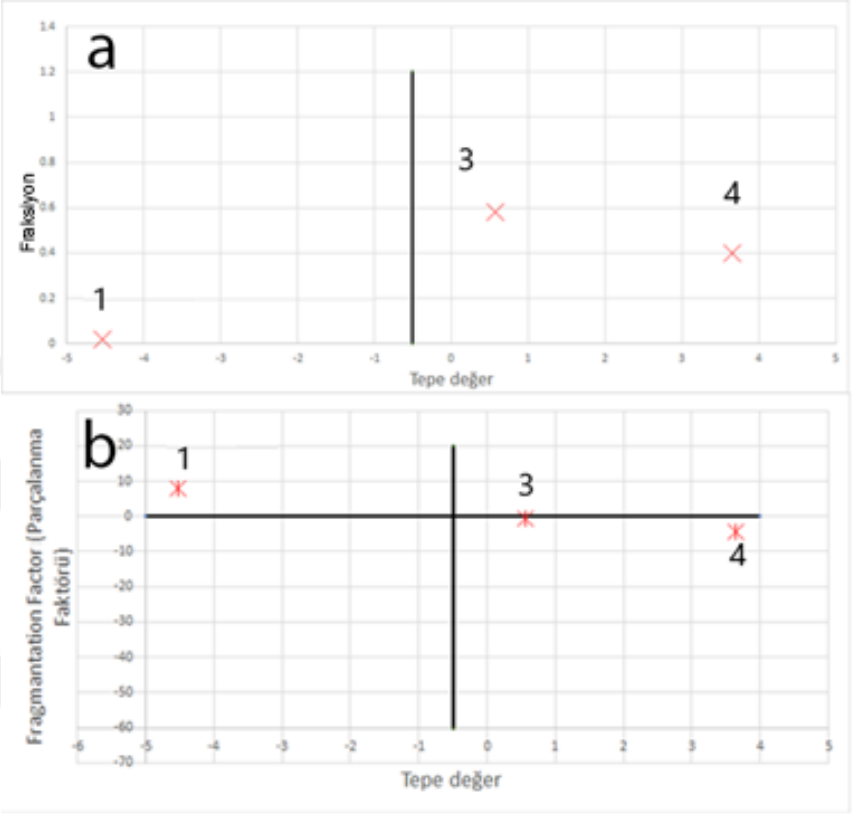
Şekil 3. 56. Çarpıklık- D (50) grafikleri (a) Grafiksel metot ile hesaplanan değerler ile oluşturulmuştur, (b) Moment yöntemi ile hesaplanan değerler kullanılarak oluşturulmuştur.

Çizelge 3. 18. Göllüdağ örneklerine ait gradistat sonuçları

		C-20-037
	ANALYST AND DATE:	,
	SIEVING ERROR:	
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Medium Sand
METHOD OF	MEAN $(\bar{x}_a)$:	1061.3
MOMENTS	SORTING (σ_a):	2879.7
Arithmetic (μm)	SKEWNESS (Sk_a):	5.462
	KURTOSIS (K_a):	33.51
METHOD OF	MEAN $(\bar{x}_g)$:	374.0
MOMENTS	SORTING (σ_g):	3.357
Geometric (μm)	SKEWNESS (Sk_g):	0.869
	KURTOSIS (K_g):	3.963
METHOD OF	MEAN $(\bar{x}_\phi)$:	1.419
MOMENTS	SORTING (σ_ϕ):	1.747
Logarithmic (ϕ)	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.868742766
	KURTOSIS (K_ϕ):	3.963
FOLK AND	MEAN (M_G):	359.1
WARD METHOD	SORTING (σ_G):	3.051
(μm)	SKEWNESS (Sk_G):	0.187
	KURTOSIS (K_G):	0.990
FOLK AND	MEAN (M_Z):	1.477
WARD METHOD	SORTING (σ_I):	1.609
(ϕ)	SKEWNESS (Sk_I):	-0.187
	KURTOSIS (K_G):	0.990
FOLK AND	MEAN:	Medium Sand
WARD METHOD	SORTING:	Poorly Sorted
(Description)	SKEWNESS:	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Mesokurtic
	MODE 1 (μm):	302.5
	MODE 2 (μm):	605.0
	MODE 3 (μm):	152.5
	MODE 1 (ϕ):	1.747
	MODE 2 (ϕ):	0.747
	MODE 3 (ϕ):	2.737
	D_{10} (μm):	78.79
	D_{50} (μm):	311.7
	D_{90} (μm):	1376.3
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	17.47
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	1297.5
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	4.527
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	531.1
	D_{10} (ϕ):	-0.461
	D_{50} (ϕ):	1.681825794
	D_{90} (ϕ):	3.666
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-7.956
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	4.127
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	4.941
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	2.179
	% GRAVEL:	9.3%
	% SAND:	90.7%
	% MUD:	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	2.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	0.4%
	% FINE GRAVEL:	2.1%
	% V FINE GRAVEL:	4.8%
	% V COARSE SAND:	13.7%
	% COARSE SAND:	17.4%
	% MEDIUM SAND:	25.9%
	% FINE SAND:	17.7%
	% V FINE SAND:	15.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%
	% CLAY:	0.0%

3.2.1.1.2. Ardışıklı Parçalanma/Taşınma

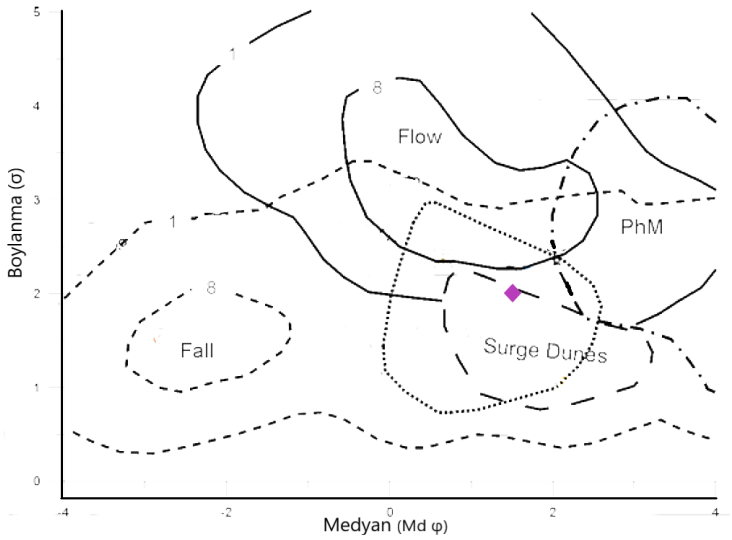
Örnekte 3 farklı alt populasyon saptanmıştır. 1 numaralı kaba taneyi temsil eden alt populasyon ve daha ince taneleri temsil eden 3 ve 4 numaralı alt populasyonlar belirlenmiştir (Ersoy, 2007).



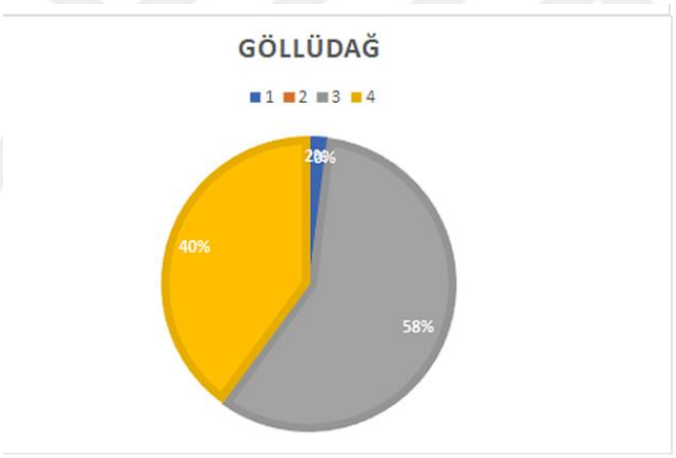
Şekil 3. 57. (a) Tepe değer- Fraksiyon (Fraction) grafiği,(b) Parçalanma faktörü- Tepe değer grafiği

Parçalanma faktörü ($\varphi m/\ \gamma$), kaba tanelere temsil eden alt populasyonlarda pozitif değer alırken daha ince taneleri temsil eden alt popülasyonlarda negatif değerler almaktadır (Şekil 3.57b). Örnekte %2 magmatik, %98 freatomagmatik fragmantasyon süreçleri hakimdir (Şekil 3.59). Boylanma- Medyan diyagramında C-20-37 örneği "taban yayılımı (surge)" bölümünde yer almaktadır (Şekil 3.58).

Baskın alt populasyonlar 1,3 ve 4 numaralı alt populasyonlardır. 1 numaralı alt populasyonun olması ince taneler ile örnekte kaba taneli partiküllerinden bulunmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 3.59).



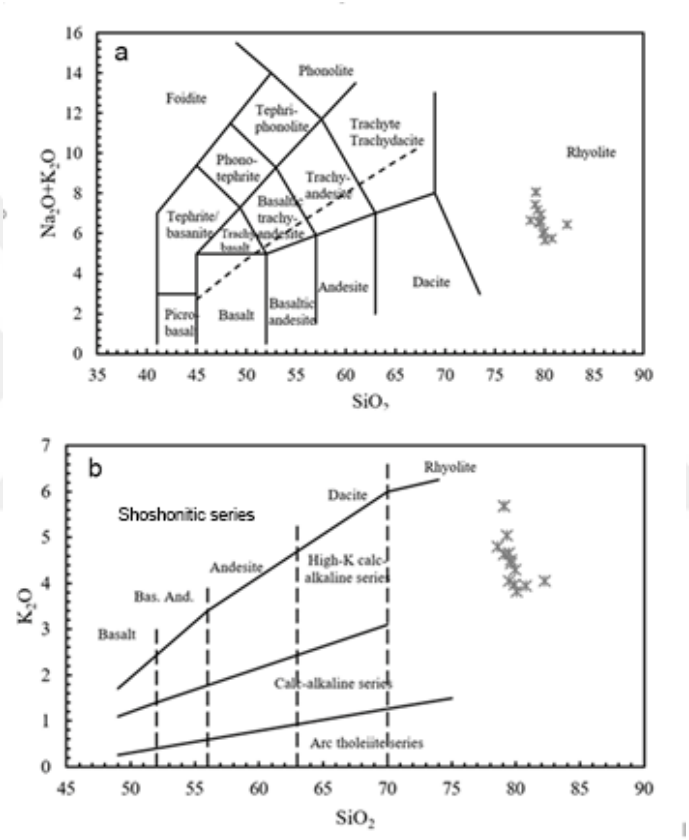
Şekil 3. 58. Boylanma- Medyan diyagramı (Walker,1971, Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007)



Şekil 3. 59. Göllüdağ asidik freatomagmatik örneğine ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramıdır.

3.2.1.2. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

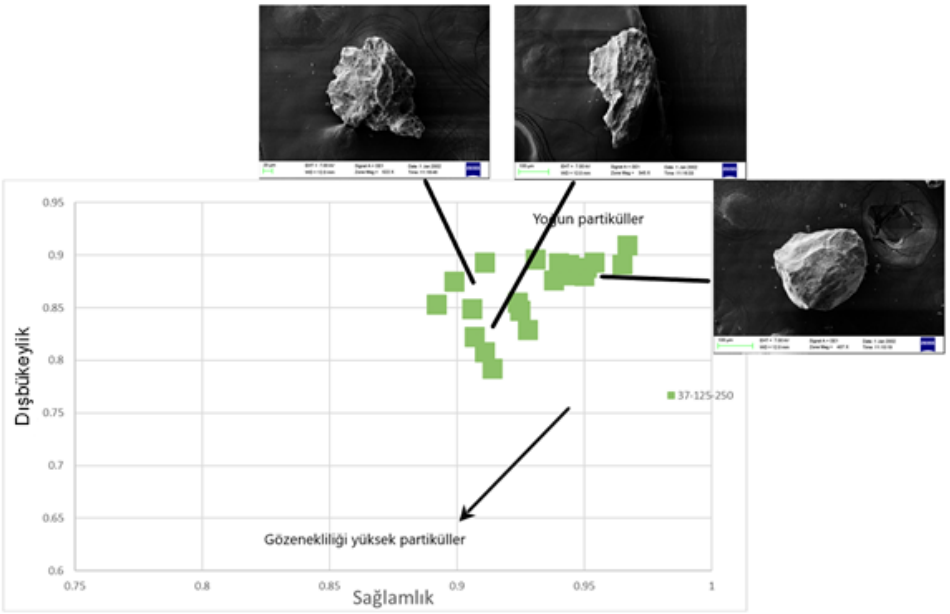
Le bas ve ark., (1986)'ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na2O+K2O) – silis (% SiO2) (TAS) diyagramı ile değerlendirilmiştir. Diyagrama göre, volkanik camlar riyolitik kompozisyona sahiptir. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Volkanik camlarda Potasyum (K) içeriğini belirlemek ve magmanın kimyasal karakteristiğin belirlemek amacıyla Peccerillo ve Taylor, (1976) tarafından geliştirilmiş silise karşı K2O diyagramı kullanılmıştır. Diyagrama göre asidik freatomagmatik örnekler yüksek-K-kalkalkalin karakterdedir (Şekil 3.60).



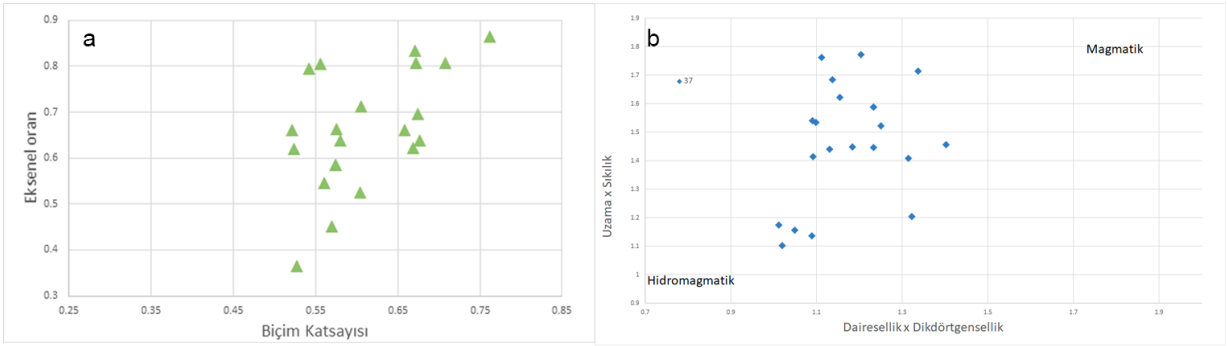
Şekil 3. 60. (a) Göllüdağ örneğine ait TAS diyagramı (Le bas ve ark.,1986). (b) K2O - SiO2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri-phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

3.2.1.3. İki Boyutlu Analiz Sonuçları

C-20-37 örneğinin iki boyutlu morfolojik analiz sonuçları Çizelge 3.19'da bulunmaktadır. İki boyutlu analiz sonuçlarına göre gözenekliliği yüksek tanelerin sağlamlık ve dışbükeylik değerleri düşüktür, bloksu tanelerde bu parametreler yüksek değerler almaktadır (Şekil 3.61). Sağlamlık- Dışbükeylik grafiğinde gözenekliliği yüksek tanelerin daha düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır. (Şekil 3.61). Biçim katsayısı değerleri göreceli olarak yüksektir (Şekil 3.62)



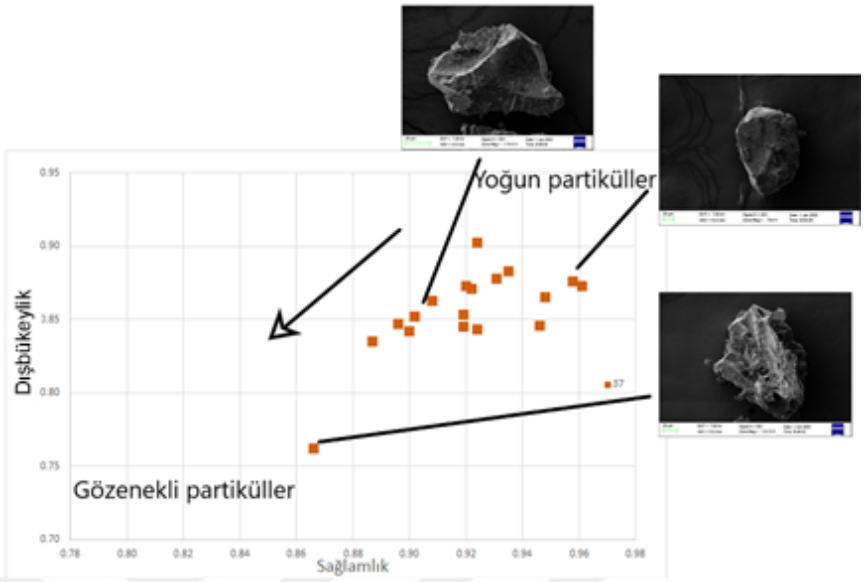
Şekil 3. 61. Göllüdağ örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik grafiği



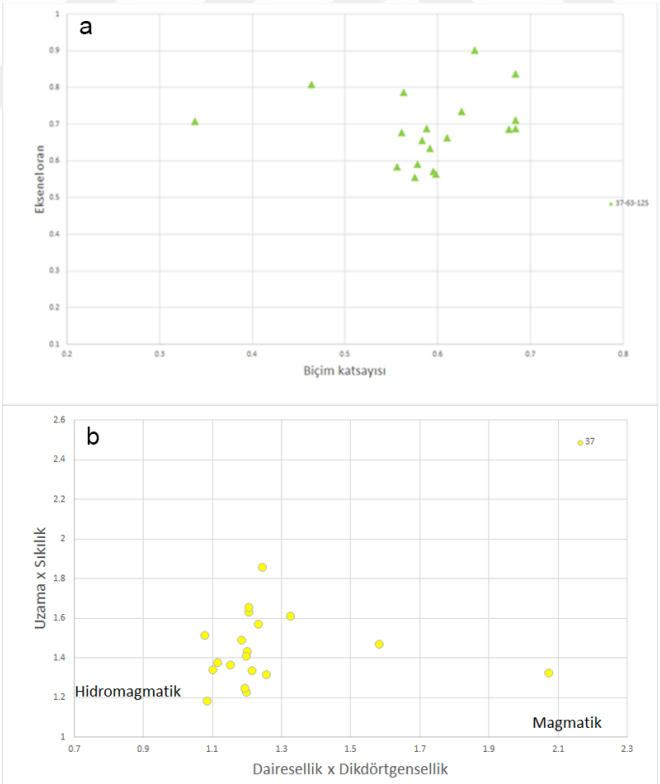
Şekil 3. 62. (a) Göllüdağ örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) eksenel oran- biçim katsayısı grafiği, (b) dikdörtgensellik x dairesellik- sıkılık x uzama grafiği

63-125 mikrometre boyutunda; genel olarak sağlamlık ve dışbükeylik parametreleri yüksektir ama gözenekliliği yüksek, pomza parçaları ve gözenekli parçacıkların

değerleri göreceli olarak daha düşüktür (Şekil 3.63). Dikdörtgensellik x Dairesellik – Uzama x Sıkılık grafiğinde taneler hidromagmatik alanında bulunmaktadır (Şekil 3.64).

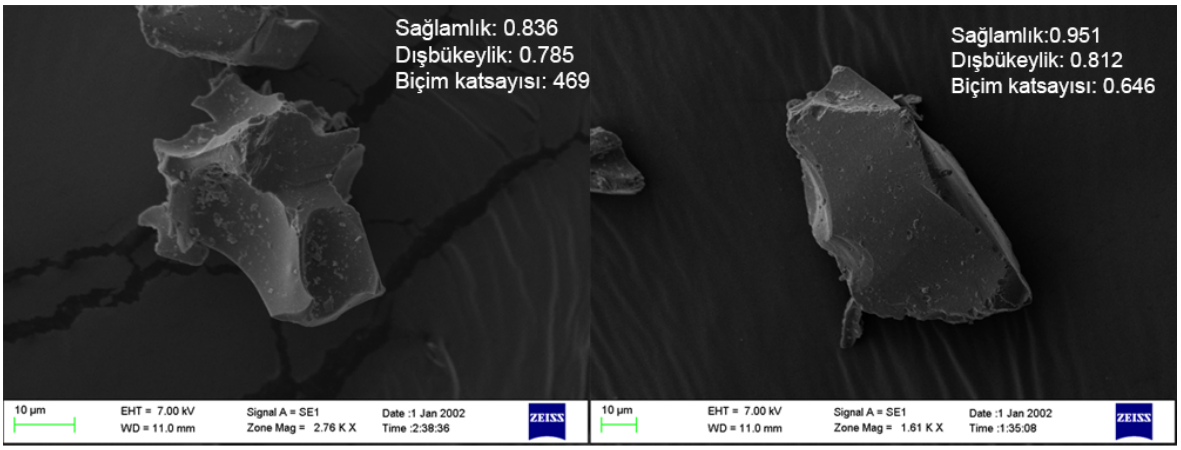


Şekil 3. 63. Göllüdağ örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik grafiği

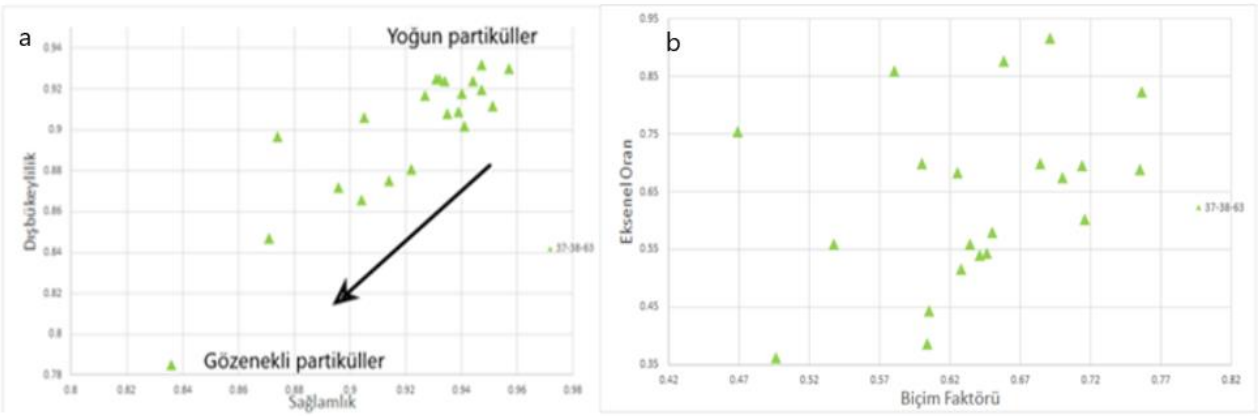


Şekil 3. 64. Göllüdağ örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) Eksenel oran-Biçim katsayısı grafiği,(b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Sıkılık x Uzama grafiği

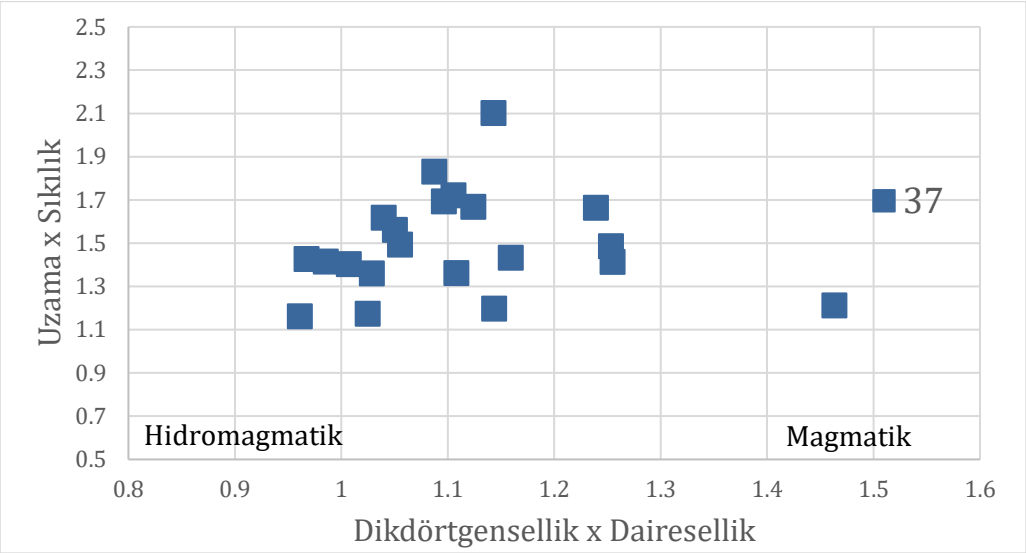
38-63 mikrometre tane boyunda Dikdörtgensellik x Dairesellik – Uzama x Sıkılık grafiğinde tanelerin hidromagmatik alanda yoğunlaştıkları gözlemlenmiştir (Şekil 3.67). Örneğin sağlamlık dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri geniş bir yayılım göstermektedir (Şekil 3.66). Dış kontürleri düzensiz cam kıymıkları düşük sağlamlık değerleri almaktadır (Şekil 3.65)



Şekil 3. 65. 38-63 Mikrometre tane boyutunda bulunan gözenekli cam parçası düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alırken, daha düzgün dış kontürlere sahip cam kıymığının daha yüksek sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir



Şekil 3. 66. Göllüdağ örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin (a) Sağlamlık-Dışbükeylik grafiiği, (b) Biçim katsayısı- Eksenel oran grafiği



Şekil 3. 67. Göllüdağ örneğine ait 125-250 μm tane boyundaki tanelerin Dikdörtgensellik x Dairesellik- Sıkılık x Uzama grafiği

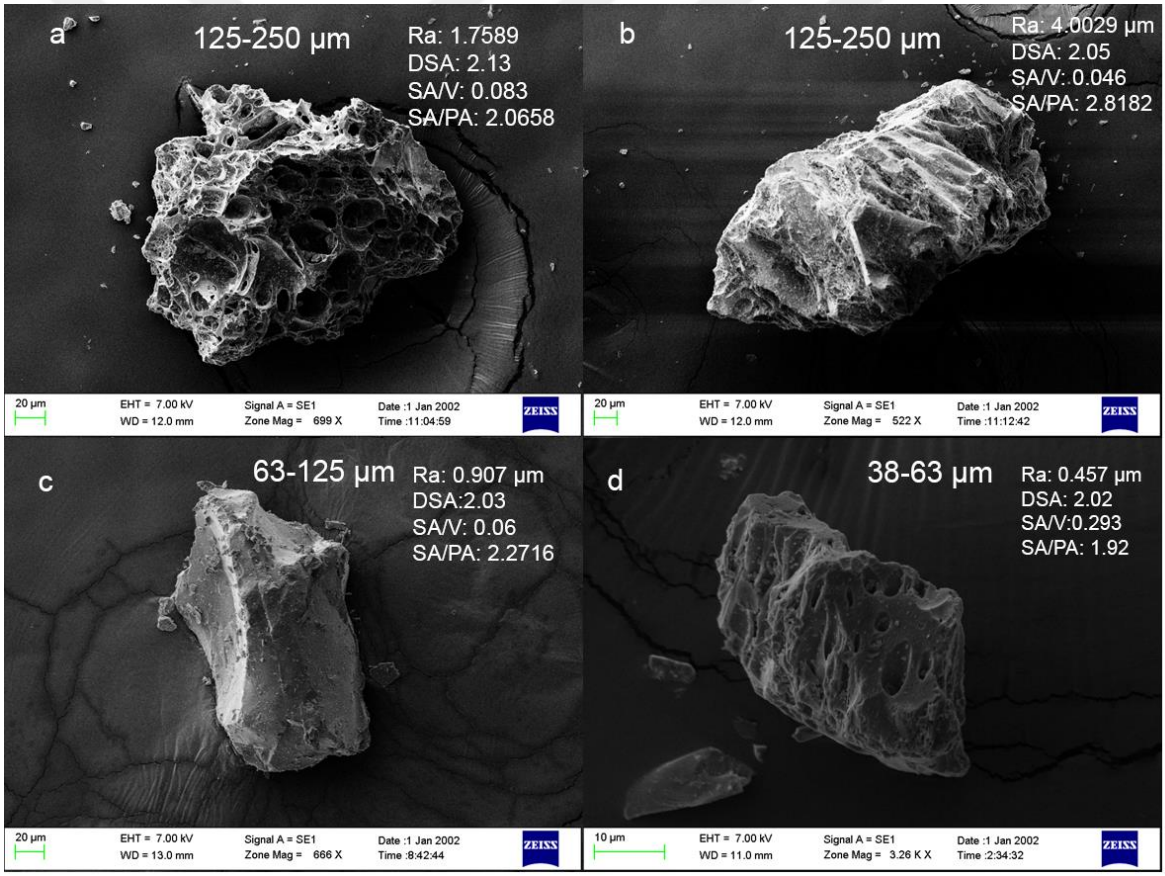
Çizelge 3. 19. Göllüdağ örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçları

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
125-250 µm	37-1	0.94	0.892	0.527	0.365	0.821208855	0.453714442	3.176487174	1.376946442	0.527	1.441218105	1.130760612
	37-2	0.931	0.896	0.708	0.808	0.858114669	0.663769204	1.66171521	1.188515607	0.708	1.102995383	1.019882677
	37-3	0.911	0.808	0.556	0.804	0.985921316	0.690725391	1.745163675	1.341378146	0.556	1.205428861	1.322493308
	37-4	0.951	0.888	0.675	0.695	0.896403319	0.713478878	2.158661239	1.216886563	0.675	1.5401592	1.090821154
	37-5	0.892	0.853	0.524	0.619	0.967472311	0.624927157	2.744184299	1.381353621	0.524	1.714915293	1.33642138
	37-6	0.928	0.829	0.575	0.663	0.934982707	0.661679154	2.185551206	1.318214166	0.575	1.446133673	1.232507449
	37-7	0.906	0.849	0.58	0.638	0.95206314	0.696293988	2.187667109	1.313515337	0.58	1.523259456	1.250549536
	37-8	0.95	0.88	0.671	0.833	0.859174916	0.633328221	1.825651667	1.221158383	0.671	1.156236723	1.049188651
	37-9	0.914	0.792	0.521	0.66	1.011952267	0.70103246	2.076293614	1.385398665	0.521	1.455549219	1.40195732
	37-10	0.911	0.893	0.658	0.66	0.885688365	0.673895344	2.10000523	1.233129168	0.658	1.415183746	1.092168157
	37-11	0.967	0.909	0.762	0.864	0.882685	0.759623842	1.546368337	1.145525645	0.762	1.174658258	1.011138304
	37-12	0.965	0.891	0.669	0.622	0.909736779	0.719025515	2.449820004	1.222442339	0.669	1.76148309	1.112100756
	37-13	0.924	0.855	0.606	0.713	0.921167623	0.6766446	2.141798731	1.284385417	0.606	1.449236545	1.183134262
	37-14	0.938	0.876	0.604	0.526	0.896978431	0.632211167	2.565342555	1.286429063	0.604	1.62183821	1.153899122
	37-15	0.925	0.847	0.574	0.585	0.933709916	0.67110455	2.36560639	1.32037286	0.608	1.587569211	1.232845232
	37-16	0.925	0.847	0.574	0.585	0.933709916	0.67110455	2.36560639	1.32037286	0.574	1.587569211	1.232845232
	37-17	0.943	0.881	0.672	0.806	0.893268339	0.68527882	1.659652432	1.219515166	0.672	1.137324661	1.089354287
	37-18	0.954	0.893	0.677	0.638	0.904052955	0.734918346	2.088098289	1.215078646	0.677	1.534581741	1.098495441
	37-19	0.944	0.891	0.57	0.451	0.858168152	0.535704767	3.144417831	1.324976304	0.57	1.684479623	1.137052465
	37-20	0.899	0.875	0.56	0.545	0.900587876	0.622020521	2.847752326	1.336893574	0.56	1.771360386	1.203990145
	37-21	0.907	0.822	0.542	0.794	0.967719502	0.64693004	2.177071026	1.357758545	0.542	1.408412646	1.313929423
	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
63-125 µm	37-1	0.92	0.87	0.598	0.564	0.932884455	0.683812562	2.384541255	1.292870356	0.598	1.630579263	1.206098658
	37-2	0.92	0.85	0.578	0.592	1.008132026	0.787842115	2.046237372	1.31560394	0.578	1.612111978	1.326302465
	37-3	0.93	0.88	0.595	0.572	0.960393531	0.713894202	2.602485328	1.296448628	0.595	1.857899187	1.245100875
	37-4	0.92	0.90	0.677	0.686	0.887040327	0.695775082	2.174770033	1.215809017	0.677	1.513150798	1.078471628
	37-5	0.92	0.87	0.626	0.736	0.911841742	0.67711772	2.012477174	1.263861658	0.626	1.362683956	1.152441817
	37-6	0.92	0.84	0.575	0.555	0.911315599	0.611016369	2.343107887	1.318508629	0.575	1.431677273	1.201577481
	37-7	0.90	0.65	0.338	0.708	1.204181318	0.63062426	2.10005379	1.72076114	0.338	1.324344867	2.072108418
	37-8	0.94	0.88	0.684	0.837	0.898092821	0.70757908	1.670944991	1.208730522	0.684	1.18232572	1.085552205
	37-9	0.90	0.85	0.561	0.677	0.896658156	0.577634535	2.121641943	1.33560174	0.561	1.225533657	1.197578193
	37-10	0.96	0.87	0.684	0.689	0.910559953	0.735217915	1.823701124	1.208847851	0.684	1.340817737	1.100728442
	37-11	0.90	0.85	0.583	0.656	0.914858202	0.621524586	2.264669831	1.309432804	0.583	1.407547978	1.197945341
	37-12	0.90	0.84	0.556	0.585	0.906053923	0.587877712	2.270230407	1.340917554	0.556	1.334617857	1.214943611
	37-13	0.95	0.85	0.64	0.902	0.95485391	0.743545453	1.674585126	1.25024321	0.64	1.245130157	1.193799617
	37-14	0.87	0.76	0.464	0.809	1.078043585	0.687556858	2.139780665	1.467287581	0.464	1.471220871	1.581799963
	37-15	0.96	0.88	0.684	0.711	0.923124491	0.759972885	1.8089236	1.208724975	0.684	1.374732888	1.115803627
	37-16	0.95	0.87	0.61	0.663	0.940415796	0.686683039	2.412373252	1.280766693	0.61	1.656535796	1.204453228
	37-17	0.92	0.85	0.588	0.688	0.944874899	0.695750338	2.2562108	1.304393022	0.588	1.569759427	1.232488225
	37-18	0.91	0.86	0.592	0.635	0.910967123	0.641234146	2.321415552	1.299989276	0.592	1.488570919	1.18424749
	37-19	0.89	0.84	0.563	0.788	0.941927701	0.645237016	2.041094274	1.332654948	0.563	1.316989578	1.255264612
	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
38-63 µm	37-1	0.951	0.912	0.646	0.543	0.847849101	0.59130116	2.523363757	1.244566124	0.646	1.492067916	1.05520427
	37-2	0.904	0.866	0.6	0.7	0.96	0.708625833	2.346053148	1.291013694	0.6	1.662473866	1.239373146
	37-3	0.896	0.872	0.58	0.859	0.955523226	0.674197856	2.095435944	1.313241275	0.58	1.412738421	1.254832539
	37-4	0.922	0.881	0.625	0.683	0.876427801	0.625750915	2.175502626	1.264526926	0.625	1.361322759	1.108266553
	37-5	0.957	0.93	0.755	0.689	0.84028349	0.688559059	2.071602433	1.151189805	0.755	1.426420622	0.967325787
	37-6	0.931	0.925	0.684	0.699	0.833325046	0.622132302	2.253015971	1.208745355	0.684	1.401674013	1.007277779
	37-7	0.927	0.917	0.691	0.916	0.852283015	0.639522997	1.833008302	1.202680279	0.691	1.172250963	1.025023974
	37-8	0.935	0.908	0.65	0.58	0.891214607	0.65917449	2.609922082	1.240589541	0.65	1.720394058	1.10563152
	37-9	0.914	0.875	0.658	0.877	0.927787401	0.721520403	1.657616794	1.232757233	0.658	1.196004338	1.143736629
	37-10	0.836	0.785	0.469	0.755	1.002011027	0.599668724	2.020407965	1.460249736	0.469	1.211575468	1.463186338
	37-11	0.941	0.902	0.641	0.54	0.8775625	0.671000096	2.522647409	1.24943259	0.641	1.692696652	1.096455187
	37-12	0.874	0.897	0.496	0.362	0.816130823	0.420395128	3.40705622	1.420322227	0.496	1.432309837	1.159168747
	37-13	0.871	0.847	0.537	0.56	0.918706646	0.5789841	2.564931669	1.364442656	0.537	1.485054653	1.253522536
	37-14	0.939	0.909	0.605	0.444	0.889262617	0.69624035	3.017933915	1.285339832	0.605	2.101207366	1.143004663
	37-15	0.947	0.932	0.604	0.387	0.808314482	0.504631617	3.203836	1.286493216	0.604	1.61675694	1.039891098
	37-16	0.947	0.92	0.716	0.602	0.889004633	0.755010214	2.066120896	1.181657053	0.716	1.559942381	1.050498595
	37-17	0.932	0.925	0.628	0.517	0.861857888	0.620168104	2.950464787	1.261742158	0.628	1.829784153	1.087442432
	37-18	0.934	0.924	0.714	0.695	0.832693618	0.645962363	2.188700568	1.18340364	0.714	1.413818192	0.985412658
	37-19	0.944	0.924	0.7	0.675	0.860890395	0.670410347	2.026573695	1.194982977	0.7	1.358635974	1.028749367
	37-20	0.786	0.719	0.338	0.597	1.102070674	0.523452855	2.930449347	1.720124387	0.338	1.533952076	1.895698643
	37-21	0.94	0.918	0.756	0.824	0.835601936	0.674200795	1.722150635	1.150421194	0.756	1.161075327	0.961294177
	37-22	0.905	0.906	0.634	0.56	0.89521525	0.689233762	2.419224359	1.2556351	0.634	1.667411107	1.124063689

3.2.1.4. Üç Boyutlu Analiz Sonuçları

Üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları Çizelge 3.20'de verilmiştir.

C-20-37 örneğinde 125-250 µm tane boyutunda pomza parçalarında, gözenekliliği yüksek camlarda DSA ve Ra parametreleri yüksek değerler almaktadır. Bazı yüksek gözenekliliğe sahip tanelerin Ra ve SA/PA değerleri yüksek DSA değerleri göreceli olarak düşüktür (Şekil 3.68a). 38-63 mikrometre tane boyutunda DSA değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir (Çizelge 3.20). C-20-37 örneğinde 63-125 µm tane boyutunda; bazı cam kıymıklarında düşük DSA ve yüksek SA/PA ve Ra değerleri gözlemlenmiştir. (Şekil 3.68c). C-20-37 örneğinde 38-63 µm tane boyutunda; gözenekliliği yüksek tanelerde yüksek pürüzlülük göstermektedir, fakat bu tanelerin bazıların DSA değerleri düşüktür (Şekil 3.68d).



Şekil 3. 68. (a)Yüksek DSA değeri ve göreceli olarak düşük Ra değerine sahip tane, (b) Yüksek Ra ve SA/PA ve düşük DSA değerlerine sahip partikül; (c) Düşük DSA ve yüksek Ra değerine sahip tane; (d) Yüksek Ra ve düşük DSA değerlerine sahip partikül

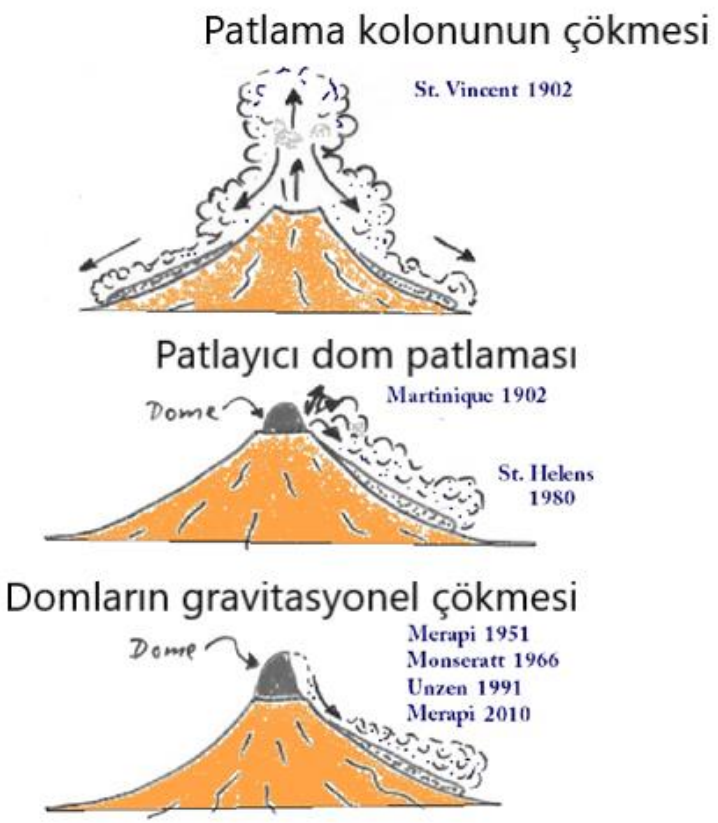
Çizelge 3. 20. Göllüdağ örneklerine ait üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
125-250 µm	37-1	212788.4	0.03132	2.1446	1.9354	3.2036
	37-2	103961.3	0.049922	2.0599	1.8219	1.6734
	37-3	53430.1	0.083891	2.1255	2.0658	1.7589
	37-4	94730.6	0.03534	2.05	1.9493	1.4102
	37-5	148605.9	0.043059	2.0345	2.184	2.1153
	37-6	69841.9	0.058476	2.0758	1.9276	1.8314
	37-7	50370.3	0.075006	2.0498	2.2833	2.035
	37-8	79932.8	0.042748	2.0521	2.2173	2.6095
	37-9	120126.6	0.044737	2.0692	2.5195	3.1751
	37-10	100448.1	0.036647	2.0887	2.2965	1.7263
	37-11	100751	0.034871	2.0509	2.1283	1.1514
	37-12	80844.4	0.041984	2.0438	2.0574	1.5629
	37-13	58838.1	0.085045	2.0525	1.8204	1.13
	37-14	108949.6	0.046874	2.0472	2.8182	4.0029
	37-15	147374	0.034665	2.1312	1.8287	1.7314
	37-16	80656.7	0.06292	2.1147	1.753	1.6807
	37-17	78338.1	0.044698	2.0568	2.0632	1.4767
	37-18	41563.9	0.071784	2.0587	2.4623	1.4044
	37-19	73010.2	0.055091	2.0855	1.9618	1.3801
	37-20	106992.1	0.058642	2.0932	1.8642	1.9054
	37-21	51174	0.094117	2.0855	1.7796	1.2805
	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
63-125 µm	37-1	39040.4	0.06201	2.0278	2.2716	0.90749
	37-2	38590.1	0.068539	2.07	2.0431	1.657
	37-3	41639.7	0.075472	2.0326	3.3433	2.32
	37-4	19637.7	0.091949	2.0733	2.1988	1.077
	37-5	10307.5	0.200703	2.0531	1.4166	0.51776
	37-6	13929.3	0.172249	2.0954	1.6398	1.054
	37-7	37363.6	0.064559	2.0287	2.566	1.08
	37-8	31339.8	0.062872	2.05	2.0431	1.399
	37-9	25022.6	0.090757	2.0521	2.1154	1.395
	37-10	19277	0.074411	2.0283	1.9597	0.62434
	37-11	12028	0.129959	2.0436	1.719	0.46992
	37-12	37468.9	0.063657	2.0433	1.8905	1.081
	37-13	27895.9	0.10262	2.0521	2.8241	1.729
	37-14	13290.3	0.10012	2.0356	2.074	0.54812
	37-15	22660.5	0.103775	2.0405	1.8784	0.70158
	37-16	22470.3	0.082422	2.0623	1.6975	0.91132
	37-17	9684.5	0.19437	2.0405	1.7686	0.43164
	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	SA/PA	Ra (µm)	DSA
38-63 µm	37-1	4847.1	0.152128	1.6592	0.24706	2.08
	37-2	2236.8	0.295657	2.2431	0.2212	2.01
	37-3	1268.1	0.595808	2.1759	0.26263	2.00
	37-4	3413.4	0.223627	1.9319	0.32412	2.03
	37-5	1897.9	0.321683	1.5682	0.31247	2.03
	37-6	909.76	0.391935	1.6459	0.20199	2.06
	37-7	1597.4	0.295579	2.0069	0.14974	2.03
	37-8	1859.5	0.293756	1.9202	0.45743	2.02
	37-9	1119.9	0.422825	2.06	0.29527	2.02
	37-10	1804.7	0.368649	1.8078	0.29329	2.02
	37-11	2044.4	0.394754	2.0646	0.2413	2.02
	37-12	1727.1	0.436487	2.3877	0.28045	2.01
	37-13	1444.7	0.333541	1.7557	0.11626	2.03
	37-14	1642.6	0.2991	1.7906	0.18945	2.02
	37-15	1251.2	0.320533	1.9019	0.25299	2.03
	37-16	4028.4	0.194733	1.9247	0.17434	2.01
	37-17	2784.4	0.224711	1.466	0.25111	2.10
	37-18	2149.5	0.483824	1.4664	0.21885	2.07
	37-19	1142.6	0.339738	1.702	0.10931	2.03
	37-20	1349.5	0.340284	2.1646	0.16974	2.02

4. BLOK-VE-KÜL AKINTISI

Piroklastik yoğunluk akıntıları, yerçekimi kontrollü, yanal hareket eden sıcak piroklast ve gaz karışımından meydana gelmektedir. (Freundt ve ark., 2000). Havadan daha yoğun akımlardır, çok kısa sürelerden birkaç saate kadar devam edebilir. Pomza, daha yoğun farklı boylarda piroklastlar ve kül içerebilen oluşumlardır (Carrasco-Núñez, 1999; Calder ve ark., 2015) .

Blok-ve-kül akıntıları konsantre piroklastik yoğunluk akıntısıdır (Fisher ve ark., 1980). Blok ve kül akıntıları vulkaniyen patlamalarında patlama kolonunun çökmesi veya lav domlarında büyüme sırasında domun bir tarafının dikleşmesi ve devamında çökmesi ile gerçekleşmektedir. (Freundt ve ark., 2000) (Şekil 4.1). Saniyede birkaç metreden birkaç on metre'ye kadar hızlarda hareket etmektedirler (Freundt ve ark., 2000).



Şekil 4. 1. Üç farklı piroklastik akıntı oluşum mekanizması. Dom (Dome) (Yun ve ark., 2013' dan Türkçeleştirilmiştir)

Blok ve kül akıntılar, gözenekliliği zayıf piroklastlardan meydana gelmektedir (Carrasco-Núñez, 1999; Freundt ve ark., 2000). İçerdiği düşük gözenekli/yoğun bloklar hem daha önceki dom kalıntıları hem de jüvenil kaynağa ait olabilir (Freundt ve ark., 2000). Genellikle boylanmaları kötü olmakla birlikte, tipik bir tane boyu aralığı bulunmamaktadır (Freundt ve ark., 2000). Tabanı (Bed structure) klast-destekli veya matriks destekli olabilir. Bloklar, normal veya ters derecelenme göstermektedir. Bazı bloklar distal uzaklıklara kadar taşınabilmektedir ancak büyük blokların bacaya yakın yerlerde düştüğü gözlemlenmiştir (Freundt ve ark., 2000).

Tarih boyunca birçok blok-ve-kül akıntısı gözlemlenmiştir (bkz. Mount Unzen (Freundt ve ark., 2000), Japonya (1991), Mt. Merapi, Endonezya (1984,1994, 1997–1998,2010 (Kelfoun ve ark., 2017), Mt Pele (1902-1905) (Fisher ve Heiken, 1982; Gueugneau ve ark., 2020) ve Mount St. Helen,1980 (Lipman ve Mullineaux, 1982).
Domlar volkanik bacanın çevresinde yığışan yüksek viskoziteli lavlardan oluşmaktadır (Calder ve ark., 2015).

Pele tipi akıntılar tabanda aglomera, onun üstünde lapilli ve en üstte kül bulutu yayılma çökellerinden oluşan bir iç stratigrafi sunar (Aydar ve Gourgaud, 1998). Kül bulutu yayılma (=Ash cloud surge) çökelleri, genellikle 100-500 mikrometre ve daha ince tane boyutunda külden oluşmaktadır ve seviye kalınlıkları laminalı, kumul yapısı oluşturabilen ve normal derecelenme ile karakterize edilmektedir. En küçük tane boyuna sahip seviye accretionary (yığışım) lapilli içerebilir (Freundt ve ark., 2000).

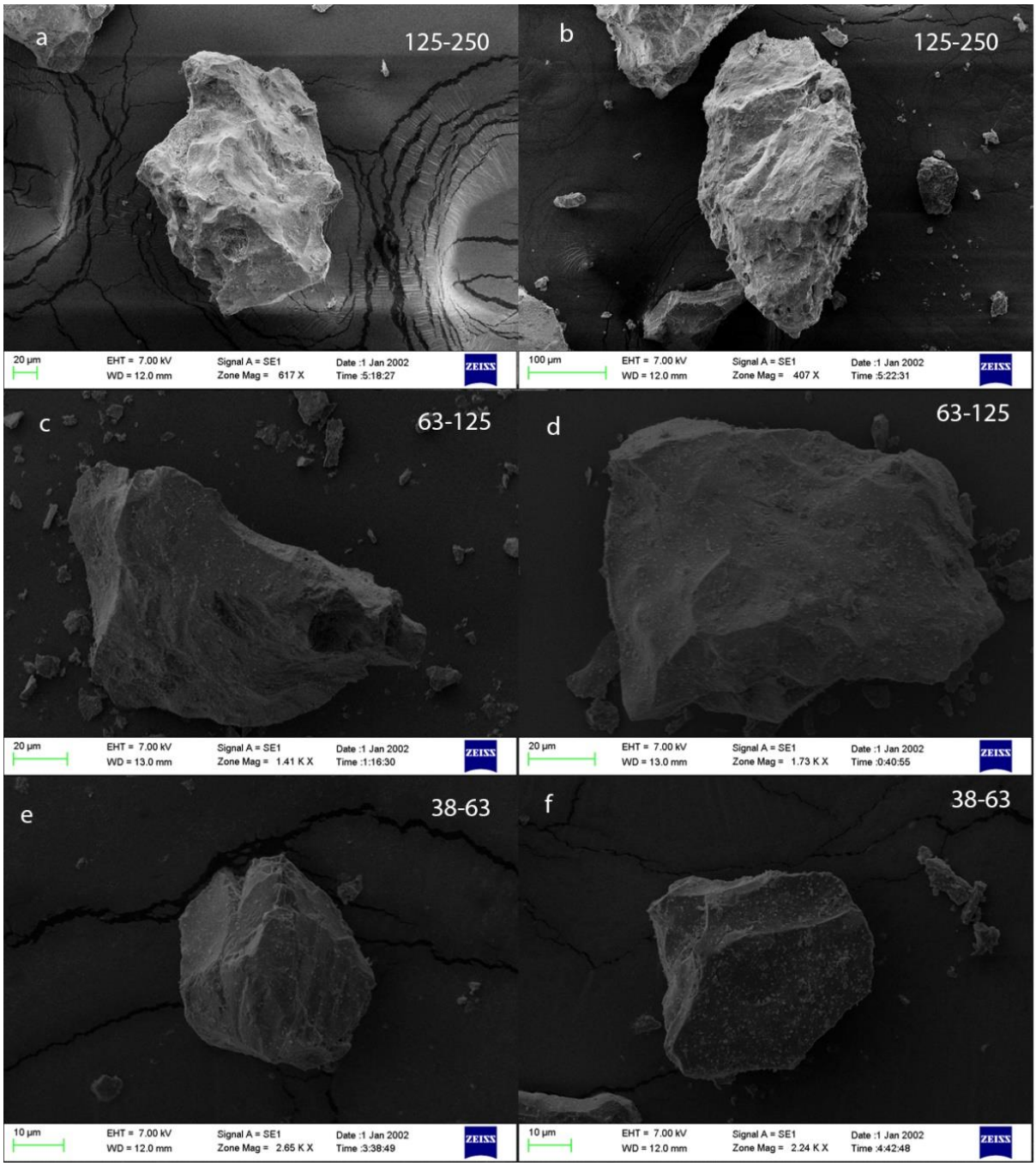
Bu çalışmada Hasan dağının Kuzey yamacından alınmış, kalınlığı, 2-2,5 metre civarında olan, Pele tipi patlama ile oluşmuş blok-ve-kül akıntısı örnekleri üzerinden tane boyu dağılımları ve ilgili istatiksel parametreleri, kimyasal özellikleri ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Mostrada bulunan ince kül (ash cloud) 2-3 cm kalınlığındadır (C-20-06 numaralı örnek). Bu seviyenin altında 4-5 cm kalınlığında lapilli seviye yer almaktadır. Yapılan SEM çalışmalarında C-20-06 örneğinde düşük gözenekli ve bloksu morfolojiye sahip kül partikülleri bolca gözlemlenmiştir. Partiküllerin yüzeyi tozludur. Bazı tanelerde çok düşük gözeneklilik gözlemlenmektedir. Örneklerden

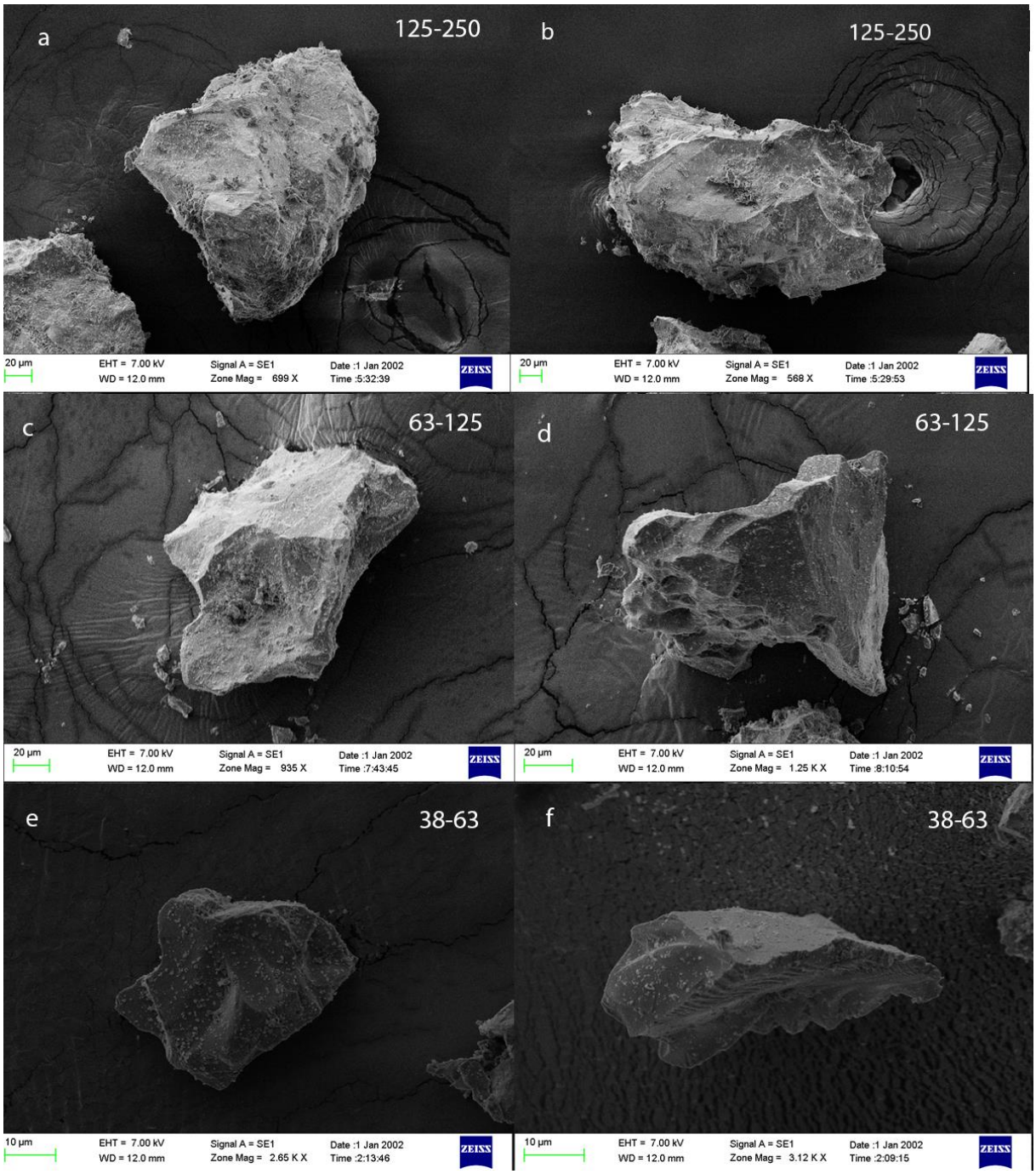
bazıları çok yüzlü (polyhedron) morfoloji sergilemektedir. C-20-07, lapilli seviyenin matriksinden alınmıştır. SEM çalışmalarında çok yüzlü ve birbirine dik kırıklar içeren, bloksu morfoloji sunan taneler gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). Bazı partiküllerde çok hafif/düşük gözeneklilik (deforme gözenekler) gözlemlenmektedir (Şekil 4.3; Şekil 4.4).



Şekil 4. 2. Blok ve kül akıntısı örneklerinin mostra görüntüsü



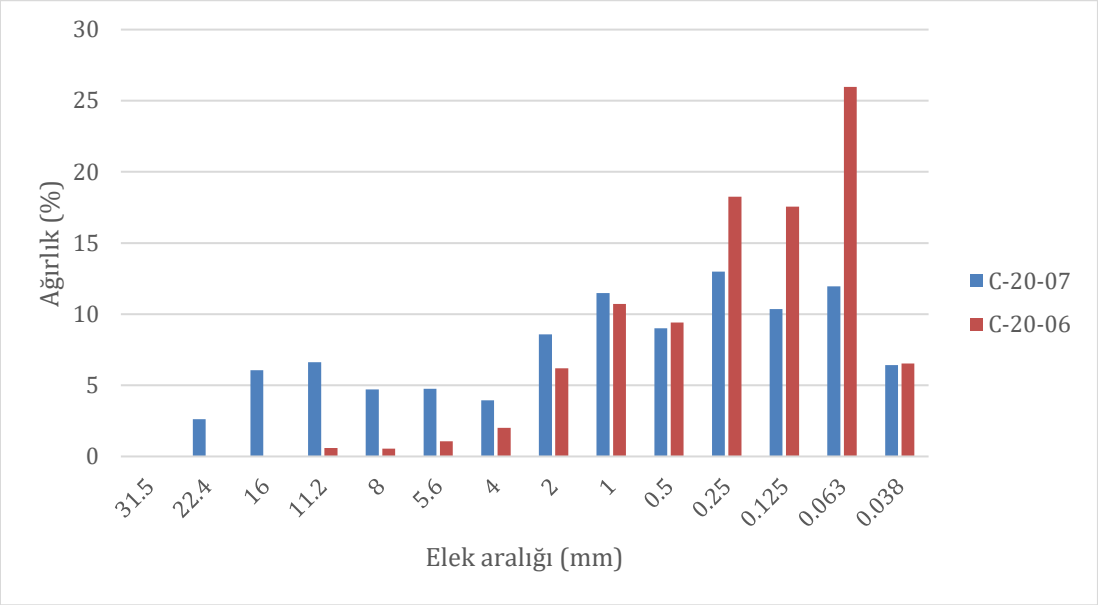
Şekil 4. 3. C-20-06 örneğine ait SEM (SE) görüntüleri (a-b) 125-250 mikrometre boyunda bloksu morfoloji gösteren partiküller, (c) 63-125 mikrometre boyutunda yüzeyinde kırıklar olan bir morfoloji sergileyen tane, (d) 63-125 mikrometre düzlemsel yüzey morfoloji sergileyen tane, (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki bloksu partikül



Şekil 4. 4. C-20-07 örneğine ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 mikrometre boyunda bloksu morfoloji gösteren partiküller, (c) 63-125 mikrometre düzlemsel yüzey morfoloji sergileyen piroklast, (d) 63-125 mikrometre düşük/kapalı gözeneklilik gösteren taneler (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki bloksu partiküller

4.1. Tane Boyutu Dağılımı ve İstatistiksel Parametreler

Tane boyu analizleri ve tanımlamaları Gradistat ve SFT (Ardışıklı Parçalanma/Taşınma) analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Elekler yardımıyla örnekler farklı fraksiyonlara ayrılmıştır. (Şekil 4.5) Eleme verileri Gradistat ve SFT yazılımları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

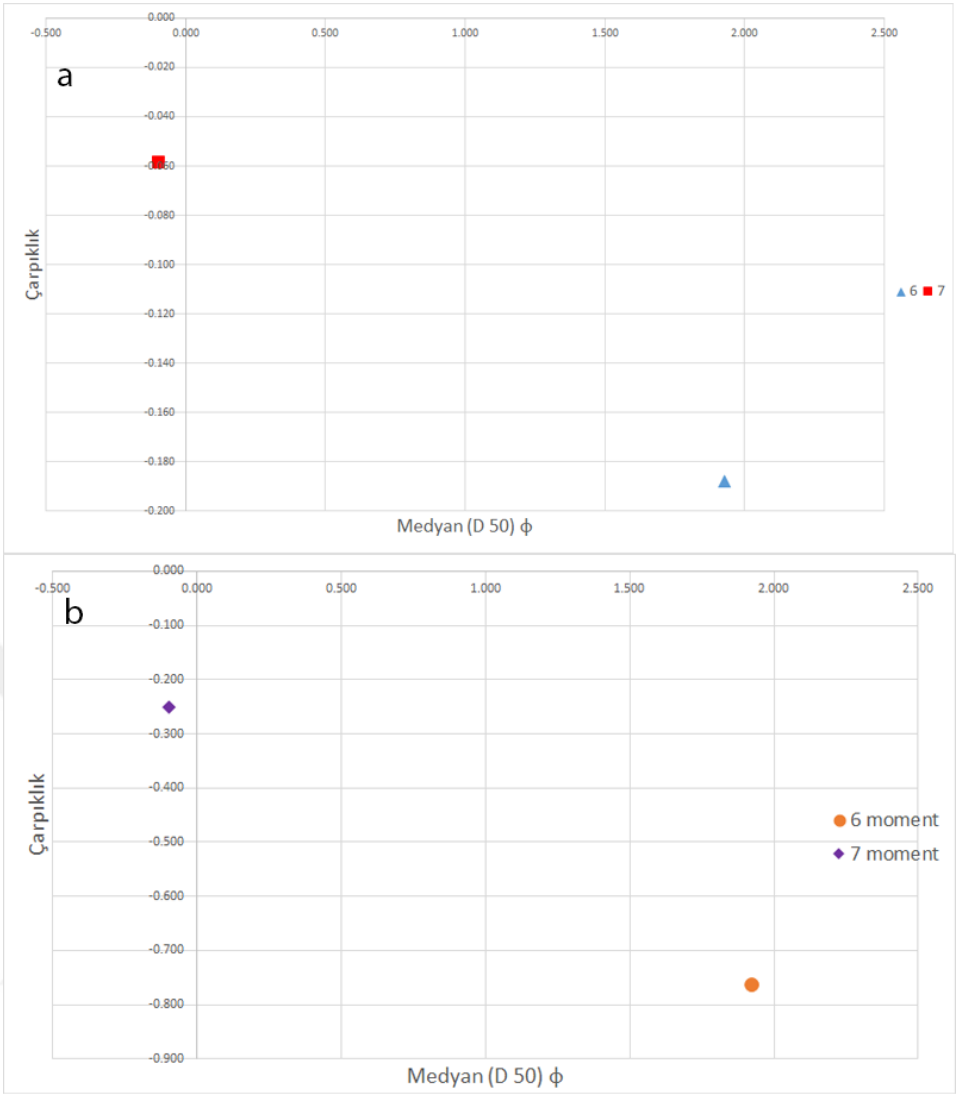


Şekil 4. 5. Tane boyu dağılım histogramı

4.1.1. Gradistat

Gradistat analiz sonuçları Çizelge 4.1'de verilmektedir. C-20-06: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamada örneğin kötü boylanmış, kaba çarpık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri 1.927 φ olarak hesaplanmıştır. C-20-7: Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamada boylanması çok kötü, simetrik dağılım gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -0.0944 φ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Moment yöntemi ile hesaplanan çarpıklık parametresi, grafiksel yöntemle hesaplanan çarpıklık parametresi değerleri negatiftir (Şekil 4.6).



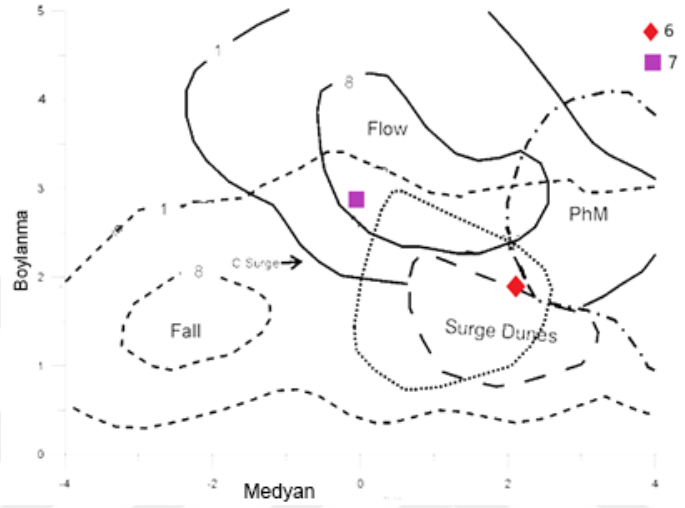
Şekil 4. 6. İkili diyagramlar çarpıklık parametresine karşılık Medyan D (50) parametresinin değerlerini göstermketedir. (a) Grafiksel yöntemle hesaplanan değerler, (b) Moment yöntemiyle hesaplanan değerler

Çizelge 4. 1. Gradistat Analiz sonuçları

		C-20-006	C-20-007
	ANALYST AND DATE:	,	,
	SIEVING ERROR:		
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravelly Sand	Sandy Gravel
	SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Very Fine Sand	Sandy Medium Gravel
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	798.3	4509.1
	SORTING (σ_a):	1652.1	6786.1
	SKEWNESS (Sk_a):	4.724	1.741
	KURTOSIS (K_a):	30.40	5.131
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	295.8	1086.0
	SORTING (σ_g):	3.572	6.394
	SKEWNESS (Sk_g):	0.765	0.147
	KURTOSIS (K_g):	2.781	1.743
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	1.757	-0.119
	SORTING (σ_ϕ):	1.837	2.677
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.765	-0.147
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.781	1.743
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	291.5	1192.1
	SORTING (σ_G):	3.498	7.067
	SKEWNESS (Sk_G):	0.188	0.059
	KURTOSIS (K_G):	0.748	0.721
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	1.779	-0.254
	SORTING (σ_I):	1.807	2.821
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.188	-0.059
	KURTOSIS (K_G):	0.748	0.721
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand	Very Coarse Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Very Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Symmetrical
	KURTOSIS:	Platykurtic	Platykurtic
	MODE 1 (μm):	76.50	302.5
	MODE 2 (μm):	302.5	1200.0
	MODE 3 (μm):	152.5	76.50
	MODE 1 (ϕ):	3.731	1.747
	MODE 2 (ϕ):	1.747	-0.243
	MODE 3 (ϕ):	2.737	3.731
	D_{10} (μm):	71.51	83.15
	D_{50} (μm):	262.9	1067.7
	D_{90} (μm):	2131.0	15467.4
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	29.80	186.0
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	2059.5	15384.2
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	7.632	24.41
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	573.5	6003.9
	D_{10} (ϕ):	-1.092	-3.951
	D_{50} (ϕ):	1.927	-0.094
	D_{90} (ϕ):	3.806	3.588
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-3.487	-0.908
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	4.897	7.539
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	5.891	-0.742
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	2.932	4.609
	% GRAVEL:	11.3%	40.1%
	% SAND:	88.7%	59.9%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	0.0%	9.3%
	% MEDIUM GRAVEL:	1.2%	12.2%
	% FINE GRAVEL:	3.3%	9.3%
	% V FINE GRAVEL:	6.7%	9.2%
	% V COARSE SAND:	11.6%	12.3%
	% COARSE SAND:	10.2%	9.7%
	% MEDIUM SAND:	19.8%	13.9%
	% FINE SAND:	19.0%	11.1%
	% V FINE SAND:	28.1%	12.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

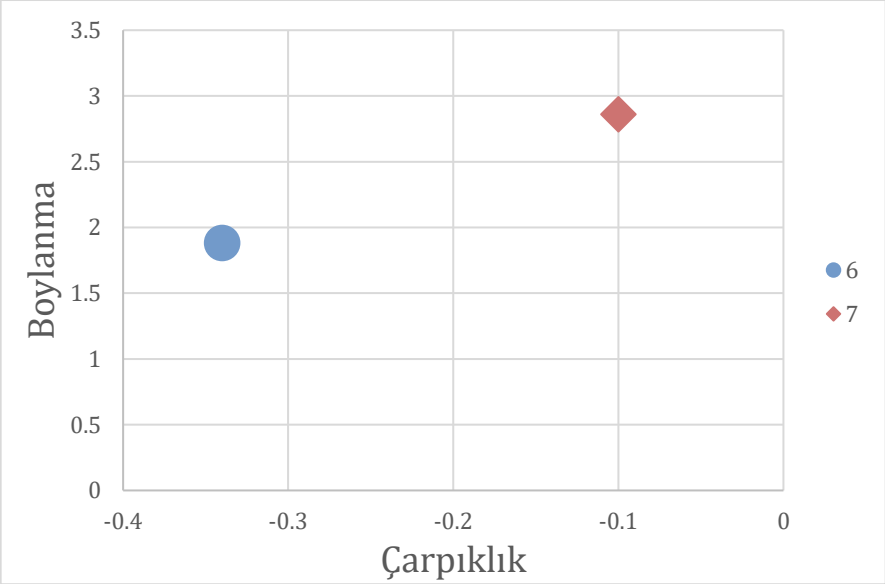
4.1.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

Medyan- boylanma grafiğine göre yapılan sınıflamada C-20-06 örneği taban yayılımı (surge) bölgesine yakın bir bölgede yer alırken, C-20-07 örneği akıntı çökelleri (flow) ile ilişkili bölgede yer almaktadır (Şekil 4.7).



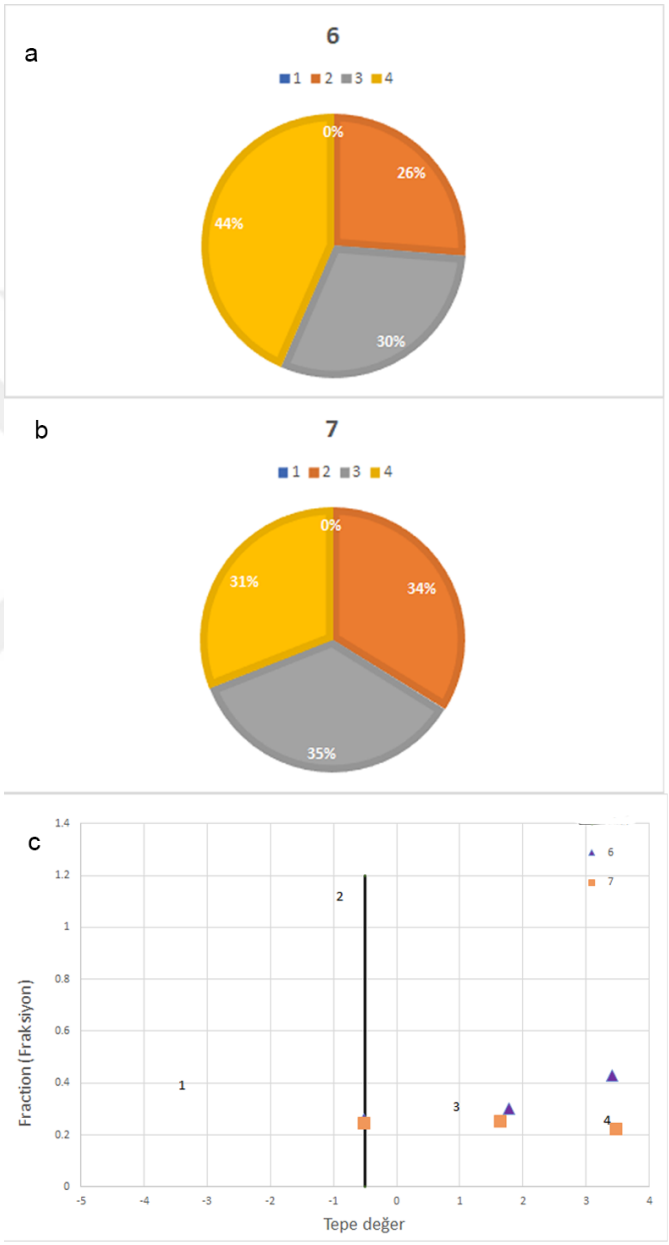
Şekil 4. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971, Fisher ve Schmincke, 1984; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Ersoy,2007)

Örneklerde boylanmaya karşılık çarpıklık grafiğinde çarpıklık parametresinin negatif değerler aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı

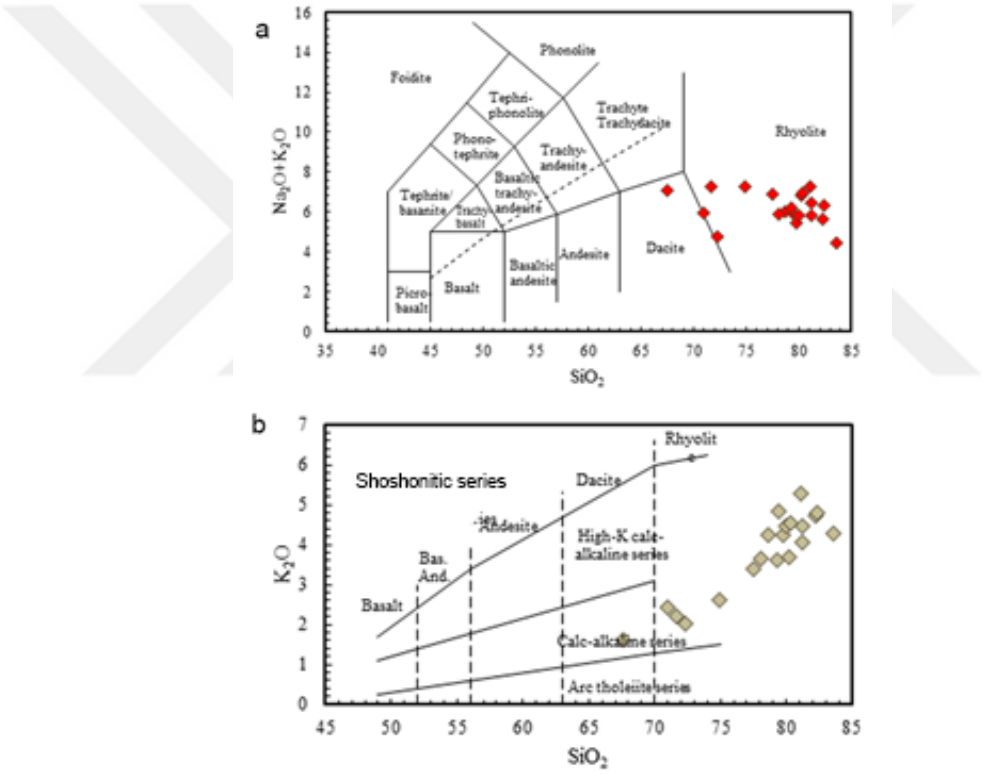
C-20-06 örneğinin %74'ü ince taneli, %26'sı ise göreceli olarak daha kaba tanelidir. C-20-07 örneğinin %66'sı ince taneli, %34'ü göreceli olarak daha kaba taneli olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4. 9. C-20-06 (a) ve C-20-07 (b) örneklerinin fraksiyon değerlerinin yüzdece ifadesidir. (c) C-20-06 ve C-20-07 örneklerinin fraksiyona karşı Tepe değer grafiğidir.

4.2. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

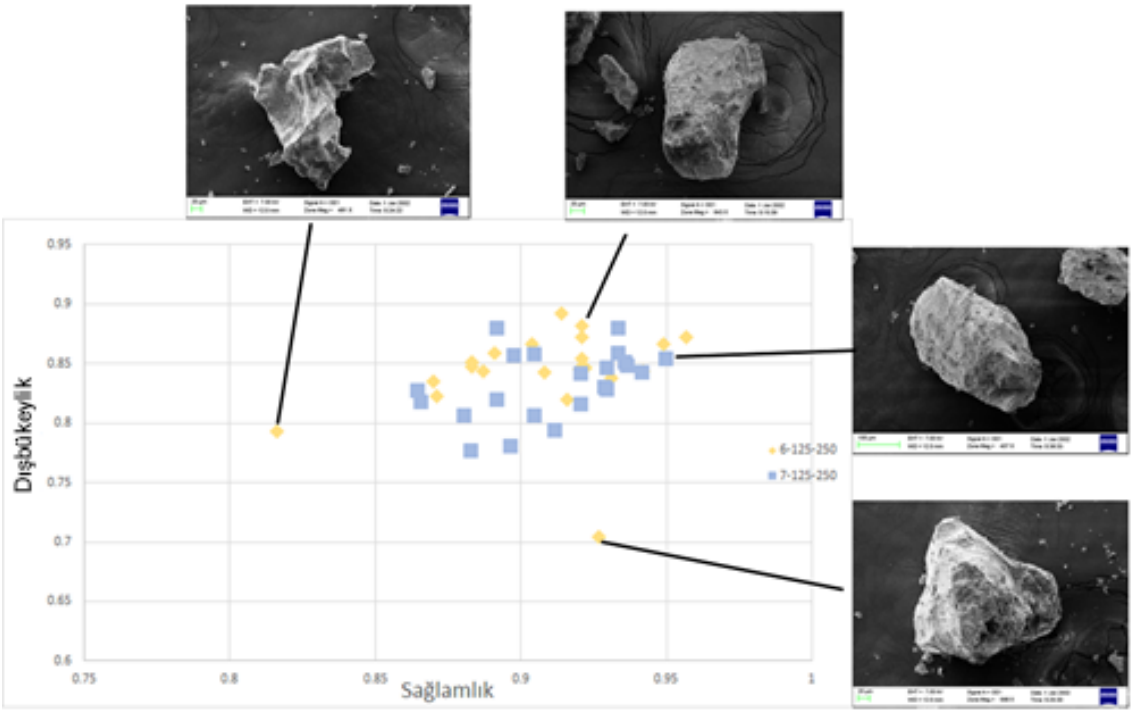
Kimyasal analizler C-20-06 numaralı volkanik camdan SEM-EDS kullanılarak alınmıştır. Blok-ve-kül akıntısına ait volkanik camlardan alınan major oksit verileri değerlendirilmiştir. Le Bas ve ark (1986)'ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na_2O+K_2O) – Silis (% SiO_2) (TAS) diyagramına göre camlar dasit ve riyolit bileşimdedir (Şekil 4.10a). Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Volkanik camlarda Potasyum (K) içeriğini belirlemek ve magmanın kimyasal karakteristiğin belirlemek amacıyla Peccerillo ve Taylor (1976) tarafından geliştirilmiş silise karşı K_2O diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagrama göre örnekler Kalkalkalin ve Yüksek kalkalkalin bileşimli olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.10b).



Şekil 4. 10. Blok-ve-kül akıntısına ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) K_2O-SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

4.3. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

125-250 mikrometre tane boyutunda örneklerde sağlamlık parametresi genellikle yüksek değerler almaktadır (Çizelge 4.2). Taneler düşük gözenekli ve bloksu morfoloji sunmaktadır. C-20-06 örneği düşük gözeneklilik gösteren taneler bulunmaktadır, bazı bloksu ve köşeli taneler düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 4.11, Şekil 4.14).



Şekil 4. 11. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 125-250 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği

C-20-06 örneğinde düzensiz dış kontürlere sahip tanelerde dışbükeylik ve sağlamlık parametreleri göreceli olarak daha düşük değerler almaktadır (Şekil 4.11). Bloksu morfoloji sunan bazı tanelerde sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri göreceli olarak yüksektir.

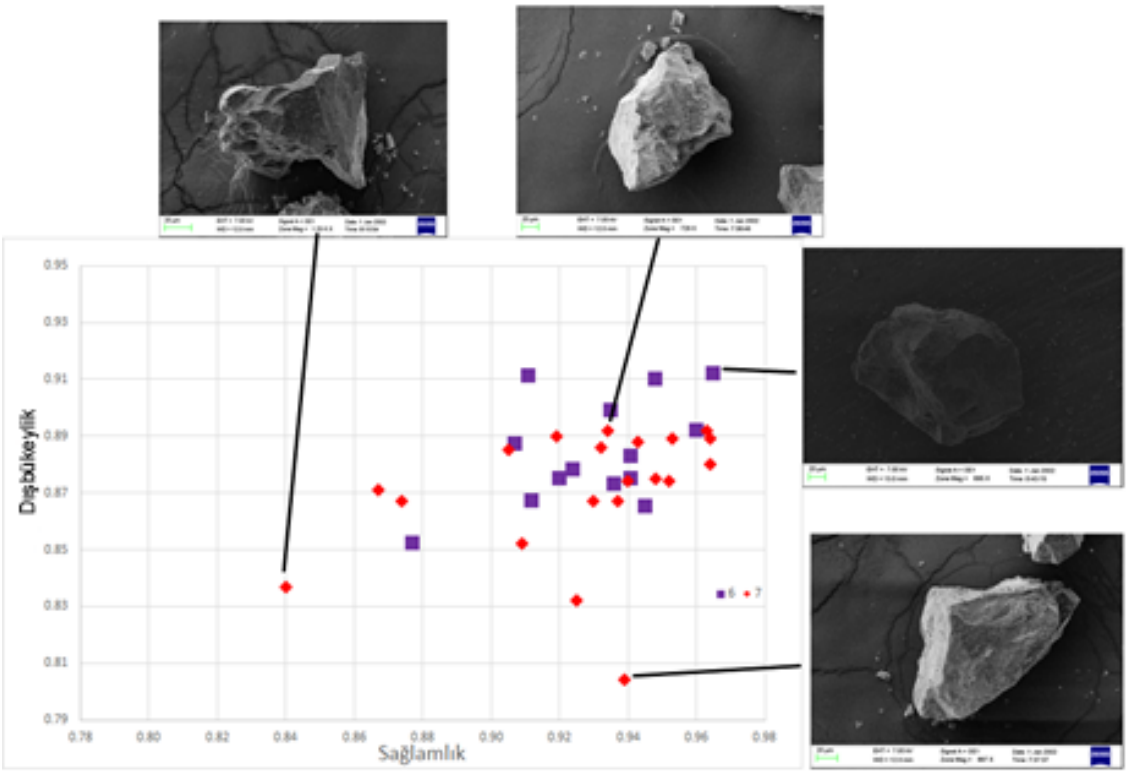
C-20-07 örneğinde bloksu ama dış kontürleri girintili çıkıntılı tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik değerleri düşüktür (Şekil 4.14b). Düşük gözenekli, düzensiz dış kontürlere sahip taneler düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 4.14c)

Çizelge 4. 2. 125-250 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
125-250 µm	6-1	0.883	0.851	0.526	0.453	0.949271558	0.639081575	2.71811331	1.378887085	0.526	1.737096135	1.308938292
	6-2	0.921	0.882	0.664	0.73	0.910627643	0.702886019	1.901456386	1.227414587	0.664	1.336507109	1.117717652
	6-3	0.957	0.872	0.677	0.785	0.975483569	0.827435024	1.793645175	1.215233065	0.677	1.484124838	1.185439888
	6-4	0.883	0.847	0.559	0.592	0.938839468	0.651291939	2.262772405	1.337071074	0.559	1.473725427	1.255295095
	6-5	0.916	0.82	0.527	0.644	0.947548631	0.614040441	2.170477586	1.377481987	0.527	1.332761014	1.305231171
	6-6	0.92	0.845	0.603	0.828	0.909076928	0.634982223	1.964508832	1.288026599	0.603	1.247428185	1.170915263
	6-7	0.921	0.872	0.621	0.612	0.963150812	0.750872722	2.105119194	1.268754798	0.621	1.58067658	1.222002214
	6-8	0.921	0.854	0.586	0.599	0.934502008	0.682267674	2.375379339	1.306839374	0.586	1.620644537	1.221244019
	6-9	0.87	0.835	0.539	0.617	0.940709491	0.611191327	2.036898789	1.362141942	0.539	1.244934873	1.281379854
	6-10	0.904	0.866	0.622	0.705	0.904367438	0.656986587	1.966883062	1.268390619	0.622	1.29221579	1.147091175
	6-11	0.914	0.892	0.623	0.668	0.861074567	0.600683011	2.314303446	1.267368958	0.623	1.390162762	1.091299176
	6-12	0.887	0.844	0.555	0.594	0.927286383	0.627287267	2.313094989	1.342209975	0.555	1.450975034	1.244613032
	6-13	0.922	0.846	0.62	0.885	0.919376467	0.669551359	1.719977718	1.270232028	0.62	1.151613418	1.167821434
	6-14	0.942	0.844	0.572	0.551	0.936131767	0.692621568	2.594937925	1.322092601	0.572	1.797309975	1.237652883
	6-15	0.871	0.823	0.52	0.608	0.929509705	0.573273064	2.154823733	1.386127494	0.52	1.235302404	1.288418957
	6-16	0.949	0.866	0.66	0.775	0.922328287	0.714495894	1.8898959	1.231279704	0.66	1.35032286	1.1356441
	6-17	0.931	0.838	0.596	0.868	0.93236192	0.665292053	1.848612343	1.295196166	0.596	1.2298671	1.207591584
	6-18	0.816	0.793	0.439	0.661	0.977732965	0.54094954	2.371804228	1.510058212	0.439	1.283026407	1.476433693
	6-19	0.927	0.704	0.405	0.869	1.122572079	0.649809196	1.731013578	1.571385985	0.405	1.124828542	1.763994031
	6-20	0.908	0.843	0.539	0.494	0.98347284	0.735087538	2.59443686	1.362153581	0.539	1.907138204	1.339641051
	6-21	0.891	0.859	0.573	0.559	0.878403585	0.566792045	2.311256086	1.321064634	0.573	1.310001564	1.160427911
	7-1	0.912	0.793	0.463	0.528	1.025191636	0.675935923	2.678627461	1.469434459	0.463	1.810580526	1.506451917
	7-2	0.881	0.805	0.487	0.683	1.016490714	0.664453379	2.211169067	1.432728893	0.487	1.469218757	1.456355615
	7-3	0.865	0.826	0.501	0.623	1.052249926	0.744932205	2.382574634	1.412227024	0.501	1.774856575	1.486015782
	7-4	0.921	0.815	0.57	0.711	0.9601948	0.672635776	1.921164984	1.325049533	0.57	1.2922443	1.272305672
	7-5	0.897	0.78	0.486	0.619	1.064174929	0.718243753	2.198820792	1.434071124	0.486	1.579289297	1.526102537
	7-6	0.93	0.845	0.606	0.813	0.884049939	0.609808996	2.042410625	1.284630729	0.606	1.245480373	1.135677718
	7-7	0.866	0.817	0.44	0.442	0.974642279	0.597794407	3.487016458	1.507107618	0.44	2.084518935	1.468890803
	7-8	0.898	0.856	0.548	0.711	0.881589577	0.557877129	2.519052113	1.350415207	0.548	1.40532156	1.190511971
	7-9	0.929	0.829	0.589	0.764	0.974884729	0.719260348	1.787617568	1.302539853	0.589	1.285762433	1.269826212
	7-10	0.934	0.858	0.621	0.826	0.887016515	0.62438992	1.947936027	1.269000471	0.621	1.21627162	1.125624375
	7-11	0.93	0.827	0.552	0.64	0.960515538	0.648398824	2.304437593	1.345984118	0.552	1.494194624	1.292838658
	7-12	0.934	0.879	0.606	0.513	0.863114488	0.580139388	2.383336501	1.284914554	0.606	1.382667379	1.109028367
	7-13	0.937	0.847	0.624	0.82	0.926915518	0.689242129	1.866219945	1.265444727	0.624	1.286277408	1.172960354
	7-14	0.892	0.819	0.515	0.563	0.986158082	0.672944849	2.375640961	1.393412361	0.515	1.598675348	1.374124862
	7-15	0.921	0.841	0.592	0.726	0.92617162	0.646155313	1.925470894	1.300109576	0.592	1.244153248	1.204124592
	7-16	0.892	0.879	0.549	0.495	0.892878791	0.569236013	3.002673544	1.349207766	0.549	1.709229916	1.204678999
	7-17	0.883	0.776	0.483	0.844	1.007512937	0.627913123	2.004865136	1.439207553	0.483	1.258881127	1.450020229
	7-18	0.95	0.853	0.614	0.595	0.894150901	0.62468388	2.173253094	1.276607655	0.614	1.357596176	1.141479885
	7-19	0.905	0.805	0.516	0.581	0.989850506	0.655062174	2.472450405	1.391580718	0.516	1.619608737	1.377456877
	7-20	0.942	0.842	0.624	0.803	0.930135929	0.687313326	1.790325797	1.26604333	0.624	1.230514778	1.177592389
	7-21	0.936	0.85	0.631	0.849	0.897363292	0.64729485	1.713460189	1.258732883	0.631	1.109113956	1.129540683
	7-22	0.905	0.857	0.619	0.814	0.904010138	0.644329923	1.733342752	1.271158327	0.619	1.116844603	1.149140014

63-125 mikrometre tane boyutunda düşük gözeneklilik gösteren bazı taneler düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 4.12 ve Şekil 4.14d)

C-20-06 örneğinde sağlamlık, dışbükeylik değerleri yüksek değerler almaktadır (Çizelge 4.3), dış kontürleri düzensiz olan tanelerin sağlamlık, biçim katsayısı ve dışbükeylik değerleri göreceli olarak daha düşüktür (Şekil 4.12)



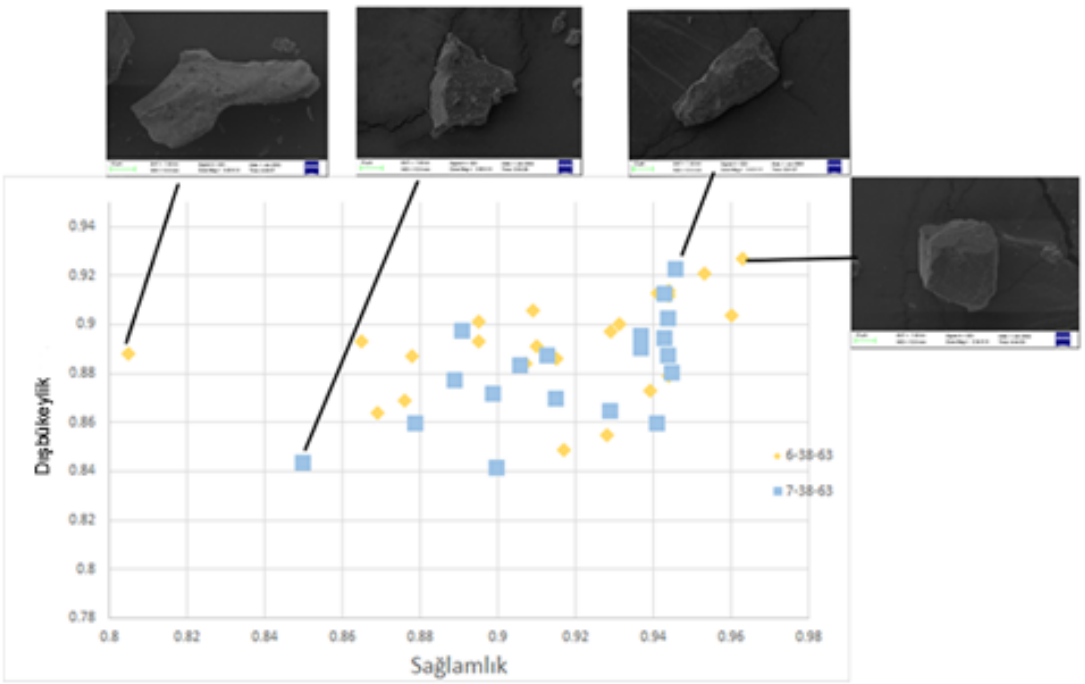
Şekil 4. 12. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği

C-20-07 örneğinde düşük gözenekliliğe sahip tanelerin düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.14e). Sağlamlık değerleri genellikle yüksek iken dışbükeylik değerleri düşüktür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4. 3. 63-125 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
	6-1	0.94	0.88	0.641	0.619	0.965388725	0.802349789	2.15374596	1.249277297	0.54	1.728057617	1.206038217
	6-2	0.91	0.91	0.652	0.829	0.90219804	0.676358685	2.170207695	1.23799011	0.652	1.467838823	1.11691225
	6-3	0.94	0.90	0.67	0.739	0.937821442	0.765088211	1.955618566	1.221749082	0.67	1.49622071	1.145782486
	6-4	0.97	0.91	0.746	0.746	0.845996817	0.685750628	1.846038225	1.157908617	0.746	1.265921871	0.979587004
	6-5	0.95	0.87	0.632	0.621	0.90266246	0.664751575	2.120731898	1.258055073	0.632	1.40975987	1.135599086
	6-6	0.92	0.88	0.621	0.591	0.891689471	0.631661228	2.367665714	1.268994767	0.621	1.495562632	1.131549273
	6-7	0.94	0.88	0.599	0.56	0.92544163	0.722520545	2.718748174	1.29156802	0.599	1.964351413	1.195270813
	6-8	0.96	0.89	0.673	0.59	0.909810346	0.755430986	2.235152451	1.218521883	0.673	1.68850342	1.108623816
	6-9	0.91	0.87	0.565	0.625	0.923028433	0.62701463	2.516711329	1.330086682	0.565	1.578014822	1.227707826
	6-10	0.94	0.87	0.623	0.79	0.878223973	0.620731419	2.085011371	1.266787905	0.623	1.294232068	1.112523506
	6-11	0.88	0.85	0.582	0.726	0.914922838	0.629574512	2.080170105	1.311180294	0.582	1.309622078	1.199628796
	6-12	0.91	0.89	0.622	0.607	0.865371808	0.62529754	2.541047326	1.268003974	0.622	1.588910643	1.097294891
	6-13	0.92	0.88	0.626	0.772	0.886865887	0.630095714	1.923868352	1.264190734	0.626	1.212221204	1.121167637
	6-14	0.95	0.91	0.639	0.572	0.86177212	0.638688113	2.677332342	1.250672123	0.639	1.70998034	1.077794366
	7-1	0.93	0.83	0.569	0.961	0.993727844	0.715389174	1.777425936	1.325730194	0.569	1.271551273	1.317415007
	7-2	0.91	0.85	0.568	0.599	0.930454176	0.656029849	2.365733479	1.327374634	0.568	1.551991776	1.235061271
63-125 µm	7-3	0.94	0.80	0.502	0.621	1.008487249	0.653955555	2.480043432	1.410704588	0.502	1.62183818	1.422677589
	7-4	0.93	0.89	0.644	0.704	0.8525499	0.600647531	2.200406793	1.246090936	0.644	1.321668908	1.062354703
	7-5	0.96	0.89	0.709	0.716	0.857571742	0.675260155	1.988487493	1.187293015	0.709	1.342746372	1.01818894
	7-6	0.94	0.87	0.643	0.766	0.88727727	0.651883262	2.013757796	1.247540303	0.643	1.312735001	1.106914154
	7-7	0.91	0.89	0.573	0.474	0.852840193	0.537992023	2.547396198	1.321578546	0.573	1.370478834	1.127095303
	7-8	0.92	0.89	0.652	0.693	0.899638226	0.680438696	2.107914323	1.238450593	0.652	1.434306472	1.114157494
	7-9	0.93	0.89	0.677	0.888	0.901333369	0.702376261	1.740509146	1.214952609	0.677	1.222492305	1.095077328
	7-10	0.87	0.87	0.582	0.648	0.920651083	0.627741702	2.321673849	1.311213723	0.582	1.457411494	1.207170334
	7-11	0.94	0.89	0.642	0.64	0.915063552	0.704809079	2.007135135	1.24817017	0.642	1.414647066	1.14215503
	7-12	0.96	0.88	0.652	0.61	0.85496659	0.615685191	2.199770979	1.238693599	0.652	1.354366416	1.059041642
	7-13	0.87	0.87	0.56	0.586	0.858917158	0.531742015	2.455251998	1.335906656	0.56	1.305560644	1.147433149
	7-14	0.95	0.87	0.639	0.638	0.905039544	0.705488654	2.290755822	1.250546474	0.639	1.616102241	1.131794011
	7-15	0.84	0.84	0.49	0.716	1.037973413	0.674010541	2.195585179	1.427900757	0.49	1.479847554	1.482123022
	7-16	0.96	0.89	0.709	0.753	0.899690241	0.732367371	1.89517375	1.187517983	0.709	1.387963417	1.068398341
	7-17	0.95	0.89	0.665	0.709	0.88722325	0.682092206	2.088580387	1.226670143	0.665	1.424604405	1.088330271
	7-18	0.95	0.88	0.629	0.577	0.927747388	0.72812736	2.487361622	1.260743565	0.629	1.81111605	1.16965155
	7-19	0.94	0.87	0.589	0.564	0.879528713	0.617732913	2.698389016	1.303522465	0.589	1.666883708	1.146485435
	7-20	0.93	0.87	0.629	0.665	0.926817711	0.704418922	2.169145191	1.261186814	0.629	1.527986917	1.168890276

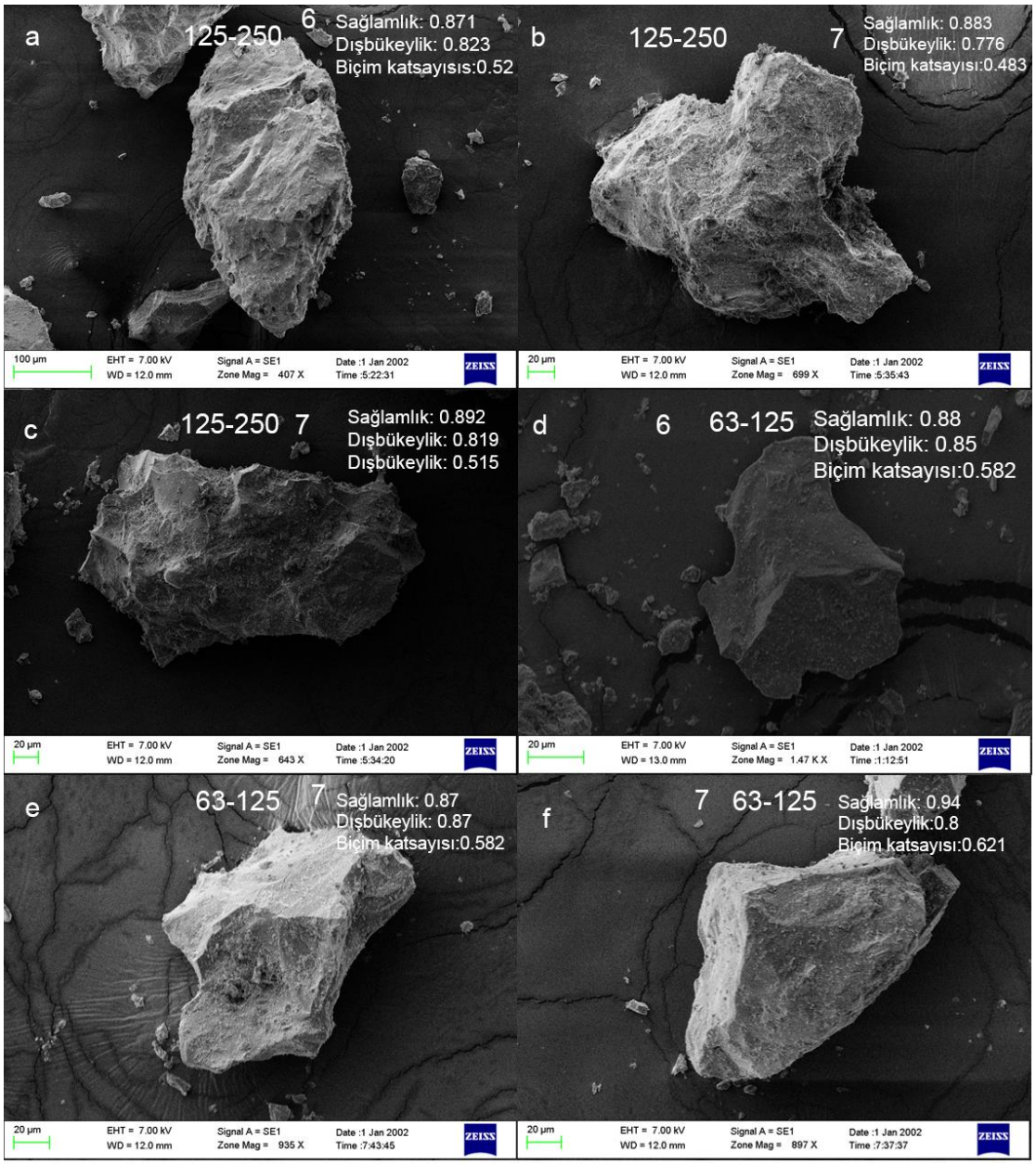
38-63 mikrometre tane boyutunda C-20-06 örneğinde bazı, cam kıymıklarına benzer partiküllerde sağlamlık dışbükeylik ve biçim katsayısı düşüktür (Şekil 4.15a). Dış kontürleri düzensiz olan tanelerde düşük sağlamlık ve yüksek dışbükeylik gözlemlenmektedir (Şekil 4.15b). C-20-07 örneğinde yüzeyleri tozlu bazı bloksu tanelerin düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.15c). Bloksu düşük gözenekli taneler yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 4.13)



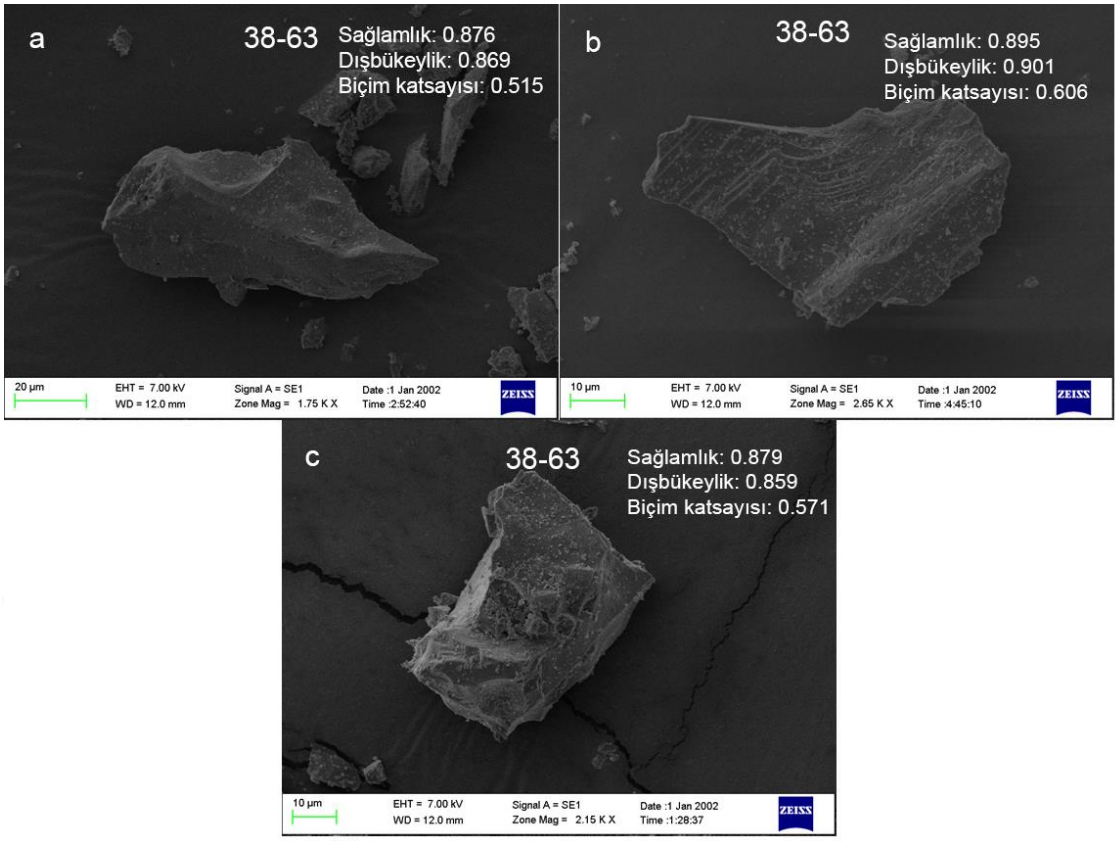
Şekil 4. 13. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 μm tane boyuna ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği

Çizelge 4. 4 38-63 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
38-63 µm	6-1	0.876	0.869	0.515	0.475	0.919596503	0.624045984	3.251238038	1.393224521	0.515	2.028922039	1.281204397
	6-2	0.91	0.891	0.55	0.574	0.888797601	0.588932898	2.910240994	1.348843027	0.55	1.713936663	1.198848447
	6-3	0.944	0.914	0.659	0.666	0.880906227	0.683178882	2.360332145	1.231658623	0.659	1.612529075	1.084975751
	6-4	0.878	0.887	0.59	0.572	0.865779359	0.580506813	2.591262249	1.301455897	0.59	1.504245389	1.126773652
	6-5	0.917	0.849	0.582	0.683	0.939802712	0.666217885	2.029543066	1.311329039	0.582	1.352117888	1.232390587
	6-6	0.869	0.864	0.584	0.885	0.920664392	0.63029844	1.913485725	1.308963439	0.584	1.206067068	1.205116029
	6-7	0.944	0.879	0.696	0.923	0.866711558	0.666075418	1.554648248	1.198395427	0.696	1.035512981	1.038663167
	6-8	0.865	0.893	0.578	0.602	0.858285574	0.543507998	2.131673634	1.315217263	0.578	1.158581669	1.128832004
	6-9	0.909	0.906	0.577	0.521	0.82354972	0.497940911	2.632093233	1.316985144	0.577	1.310626902	1.084602747
	6-10	0.915	0.886	0.605	0.656	0.875999558	0.592870846	2.156674129	1.285486712	0.605	1.278629215	1.126085791
	6-11	0.907	0.884	0.611	0.803	0.867847053	0.58629913	1.972716208	1.279074432	0.611	1.156601796	1.110040977
	6-12	0.96	0.904	0.747	0.855	0.869346517	0.720442667	1.641392345	1.156995108	0.747	1.182529078	1.005829667
	6-13	0.931	0.9	0.595	0.464	0.893202189	0.666117045	2.925164645	1.295900033	0.595	1.948502029	1.157500747
	6-14	0.941	0.913	0.639	0.649	0.824733325	0.558465151	2.314500629	1.250496805	0.639	1.292567944	1.031326388
	6-15	0.939	0.873	0.673	0.829	0.905730164	0.707335827	1.870544341	1.21891083	0.673	1.323103028	1.104004306
	6-16	0.928	0.855	0.599	0.9	0.908304176	0.629153547	1.720411454	1.292177424	0.599	1.082402968	1.17369015
	6-17	0.944	0.912	0.728	0.879	0.911516533	0.771551731	1.709305537	1.171787626	0.728	1.318817646	1.068103793
	6-18	0.963	0.927	0.763	0.874	0.907830912	0.804657556	1.782175476	1.144986514	0.763	1.434040964	1.039454151
	6-19	0.895	0.901	0.606	0.58	0.883490774	0.634555145	2.504038217	1.284478317	0.606	1.588950334	1.134824743
	6-20	0.805	0.888	0.459	0.387	0.886737442	0.510073609	3.81765305	1.475233702	0.459	1.947284069	1.30814496
	6-21	0.895	0.893	0.638	0.758	0.881541938	0.635482313	1.963147514	1.251773598	0.638	1.247545523	1.103490924
	6-22	0.953	0.921	0.688	0.558	0.884227438	0.708093336	2.388326244	1.205233731	0.688	1.691157898	1.065700734
	6-23	0.929	0.897	0.591	0.5	0.875543901	0.61536289	2.909471373	1.30053956	0.591	1.790380713	1.13867948
	7-1	0.944	0.887	0.683	0.788	0.881110405	0.676580778	1.8568054	1.209830159	0.683	1.256278842	1.065993942
	7-2	0.879	0.859	0.571	0.674	0.864971134	0.544480587	1.997160533	1.323378395	0.571	1.087415139	1.144684111
	7-3	0.915	0.869	0.575	0.533	0.912860621	0.622924635	2.530745338	1.318755281	0.575	1.576463616	1.203839765
	7-4	0.899	0.871	0.497	0.426	0.923083946	0.617438076	3.430905611	1.418571272	0.497	2.118371761	1.309460368
	7-5	0.937	0.89	0.699	0.837	0.894600878	0.717326781	1.756211863	1.195893974	0.699	1.259777804	1.069847799
	7-6	0.9	0.841	0.449	0.429	0.977024596	0.635538609	3.50412037	1.491759845	0.449	2.227003784	1.457486061
	7-7	0.85	0.843	0.492	0.877	0.928368083	0.545097026	2.279397585	1.425137334	0.492	1.242492844	1.323052015
	7-8	0.889	0.877	0.587	0.556	0.931722914	0.684576316	2.371542614	1.305693833	0.587	1.623501906	1.216544864
	7-9	0.944	0.902	0.724	0.734	0.87029328	0.698666606	1.78800675	1.174988182	0.724	1.249220607	1.022584318
	7-10	0.937	0.895	0.654	0.665	0.864273459	0.62365432	2.100953848	1.236213083	0.654	1.310268943	1.068426158
	7-11	0.943	0.912	0.57	0.399	0.820458726	0.489723171	3.207385484	1.324437175	0.57	1.570730991	1.086646037
	7-12	0.929	0.864	0.608	0.735	0.907691158	0.650291984	2.133688465	1.282856829	0.608	1.387520504	1.1644378
	7-13	0.945	0.88	0.627	0.537	0.861305546	0.592018159	2.398638243	1.263121226	0.627	1.420037398	1.087933317
	7-14	0.913	0.887	0.65	0.79	0.850809444	0.604208433	2.064515504	1.240329949	0.65	1.247397678	1.055284435
	7-15	0.941	0.859	0.647	0.737	0.902779519	0.673662572	1.947425619	1.243182242	0.647	1.311907752	1.122319467
	7-16	0.943	0.894	0.67	0.611	0.864893334	0.667264496	2.370745448	1.221878577	0.67	1.581914266	1.056794636
	7-17	0.906	0.883	0.616	0.578	0.881872207	0.615665326	2.33453805	1.274511595	0.616	1.43729413	1.123956353
	7-18	0.891	0.897	0.621	0.631	0.888015921	0.627013645	2.308679862	1.269311352	0.621	1.447573774	1.127168689
	7-19	0.946	0.922	0.588	0.434	0.805778539	0.486936604	2.896309148	1.304131895	0.588	1.410318941	1.050841493



Şekil 4. 14. (a) C-20-06 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük bloksu tane; (b) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri düşük tane; (c) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük düzensiz dış kontüre sahip tane; (d) C-20-06 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük cam kıymığı?; (e) C-20-07 örneğinde gözlemlenen sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük bloksu tane; (f) C-20-07 örneğinde gözlemlenen yüksek sağlamlık, dışbükeylik değerleri alan tane

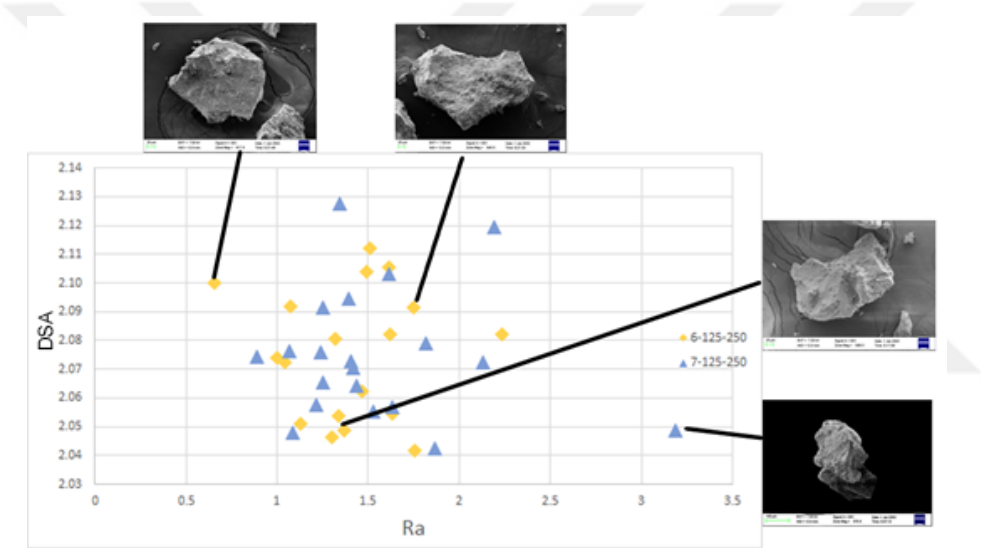


Şekil 4. 15 (a) Düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (b) Düşük sağlamlık, göreceli olarak daha yüksek dışbükeylik değerleri alan tane, (c) Örnek yüzeyine yapışık halde alterasyon bulunan düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan bloksu tane

4.4. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

Üç boyutlu analizler 125-250, 63-125 ve 38-63 µm tane boyu aralıkları arasında yapılmıştır. Pürüzlülük (Ra); Fraktal boyut (DSA); SA/V; SA/PA değerleri hesaplanmıştır.

125-250 mikrometre tane boyutundaki örnekler için yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 4.5'te verilmektedir. C-20-06 örneğinde bloksu, yüzeyinde kırıklar olan tanelerde yüksek pürüzlülük ve DSA değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.21a). C-20-07 örneğinde bazı yüzeyi kırıklı, bloksu taneler yüksek pürüzlülük ve düşük DSA değerleri göstermektedir (Şekil 4.21b) (Şekil 4.16).



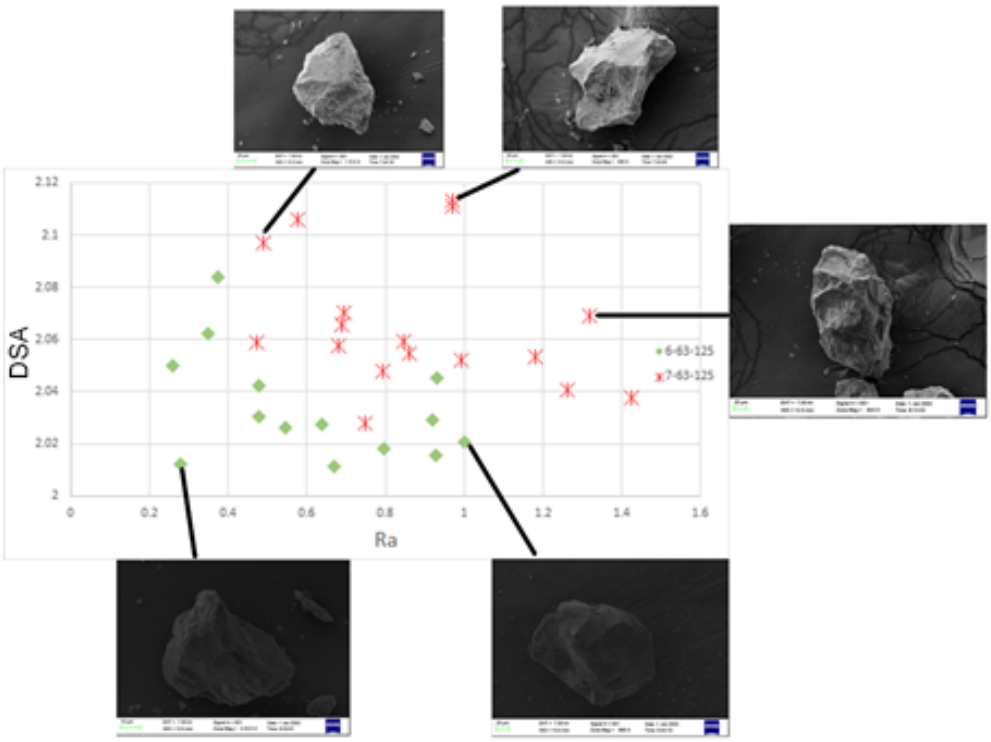
Şekil 4. 16. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 125-250 µm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

Çizelge 4. 5. 125-250 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

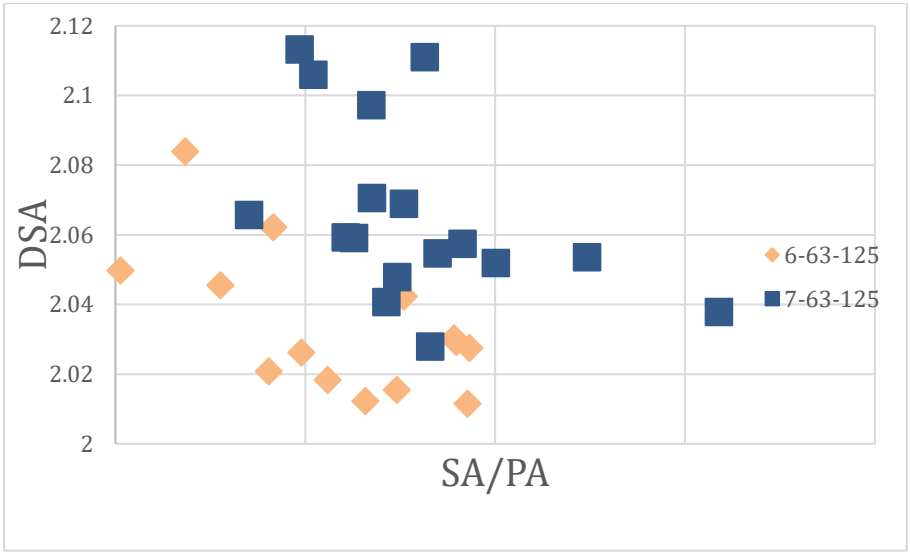
	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
125-250 µm	6-1	64565.3	0.089535	2.0547	1.8505	1.6333
	6-2	81713.4	0.048015	2.0823	1.8668	1.6221
	6-3	35704.4	0.067144	2.0512	2.2356	1.1291
	6-4	48757.8	0.071678	2.0417	2.0956	1.7559
	6-5	42638.4	0.071775	2.104	1.818	1.4923
	6-6	90557.7	0.048057	2.0723	1.7832	1.0435
	6-7	75637.3	0.047972	2.0487	1.9841	1.3655
	6-8	46198.4	0.065706	2.0538	1.9842	1.3395
	6-9	45316.1	0.055177	2.0917	2.3166	1.074
	6-10	96186.7	0.063645	2.0916	1.9785	1.7499
	6-11	54119.8	0.074676	2.1	1.6727	0.6589
	6-12	106626.3	0.048546	2.0822	1.7993	2.2366
	6-13	65760.9	0.062434	2.1119	2.0683	1.508
	6-14	71195.3	0.04786	2.0806	2.1157	1.3186
	6-15	96376.4	0.053732	2.0621	2.047	1.4688
	6-16	70103.2	0.08459	2.1053	1.9233	1.6157
	6-17	47923.5	0.064793	2.074	1.8265	1.0022
	6-18	62934.2	0.061861	2.0463	1.8544	1.2982
	7-1	61591.9	0.099136	2.0759	1.4165	1.2395
	7-2	146227.7	0.044912	2.0763	1.7627	1.0677
	7-3	115983.3	0.048437	2.0789	1.7761	1.8188
	7-4	112579.9	0.044437	2.0642	1.8959	1.4379
	7-5	67103.3	0.058444	2.1277	2.0106	1.3466
	7-6	77607.4	0.046397	2.0725	2.025	2.1324
	7-7	51395.7	0.074563	2.0706	2.1881	1.419
	7-8	51383.3	0.077146	2.1194	1.8198	2.1885
	7-9	76203	0.048574	2.0727	2.0693	1.4044
	7-10	47621	0.062208	2.057	2.2577	1.6351
	7-11	61669.7	0.054089	2.1031	2.248	1.613
	7-12	51866	0.054783	2.0577	1.9303	1.2154
	7-13	82594.3	0.049313	2.0478	1.8738	1.0835
	7-14	48015.4	0.077944	2.0653	1.5522	1.2534
	7-15	69279.5	0.051724	2.0913	1.8213	1.2546
	7-16	99349.5	0.057105	2.0946	1.7735	1.3944
	7-17	56189.3	0.057831	2.0745	1.9029	0.89023
	7-18	132936	0.037388	2.0554	2.0999	1.5289
	7-19	162782.8	0.033708	2.0486	2.6745	3.1875
	7-20	50943.4	0.067913	2.0424	2.74	1.8656

63-125 µm tane boyutunda C-20-06 örneği C-20-07 örneğine göre daha düşük DSA değer aralıklarında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.18 ve Çizelge 4.6). SA/PA parametresinin artışı ile örneklerin fraktal boyut değerleri arasında negatif bir korelasyon gözlemlenmiştir (Şekil 4.18). C-20-06 örneğinde bazı düşük gözenekli bloksu tanelerin Ra ve DSA değerleri düşüktür. (Şekil 4.17) Bazı bloksu morfoloji sunan tanelerde ise yüksek pürüzlülük değerleri ve düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 4.17)

C-20-07 örneğinde, yüzeyinde kırıklar bulunan bloksu morfoloji sergileyen tanelerde pürüzlülük ve DSA değerleri yüksektir (Şekil 4.17).



Şekil 4. 17. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 µm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

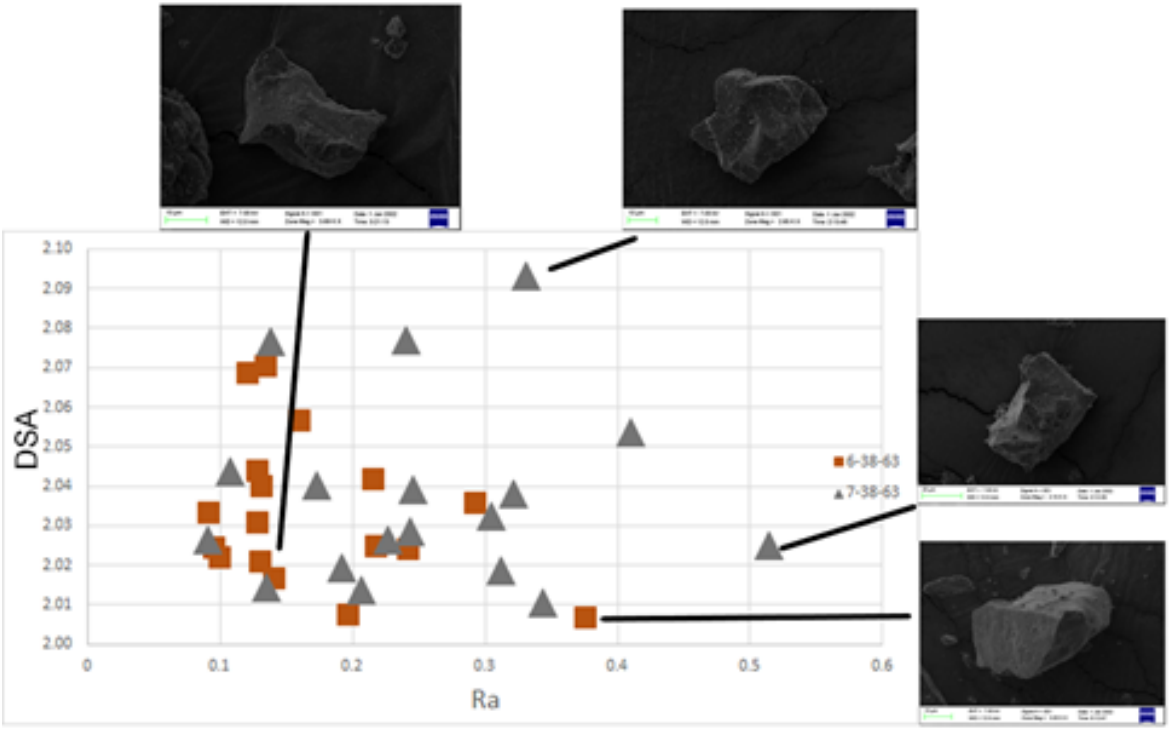


Şekil 4. 18. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 63-125 µm tane boyutuna ait SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği

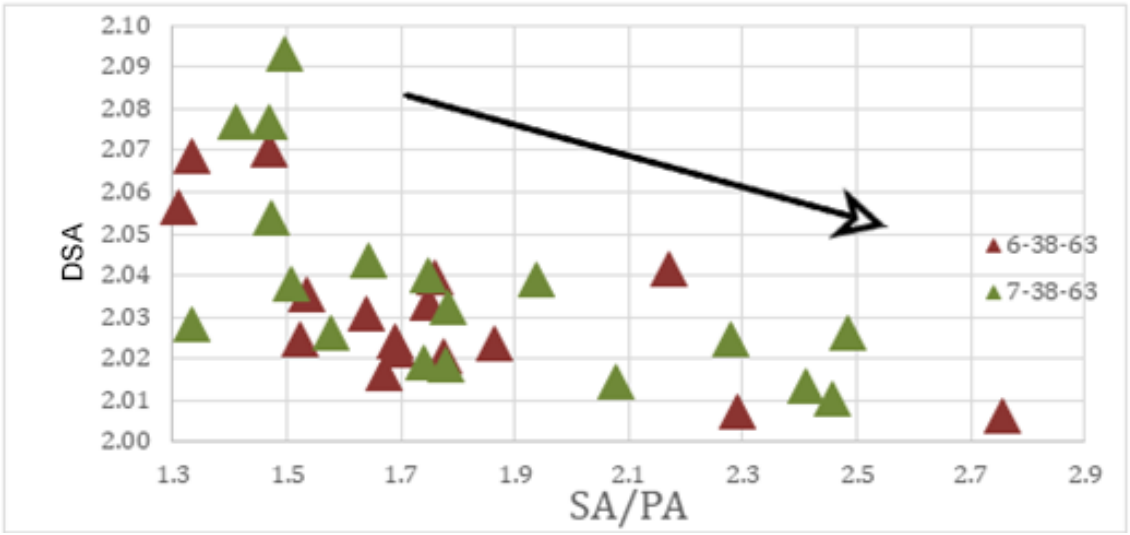
Çizelge 4. 6. 63-125 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

	Örnek No- Partikül No	SA	Ra (µm)	SA/V	DAS	SA/PA
63-125 µm	6-1	5131.1	0.27993	0.15984	2.0123	1.9584
	6-2	19553.4	0.92922	0.115547	2.0455	1.5766
	6-3	17968.4	0.63739	0.079585	2.0275	2.2323
	6-4	13903.7	0.34897	0.117183	2.0622	1.7156
	6-5	40003.2	1.0005	0.05237	2.0208	1.7037
	6-6	22898.2	0.67052	0.068529	2.0115	2.2275
	6-7	7159.7	0.3751	0.239494	2.0839	1.4843
	6-8	29432.2	0.91975	0.064604	2.0293	2.1976
	6-9	23696.6	0.54656	0.071521	2.0262	1.7897
	6-10	17466.8	0.92829	0.110611	2.0155	2.0414
	6-11	15283.1	0.79518	0.10241	2.0183	1.8586
	6-12	5637.6	0.25817	0.209008	2.0498	1.3135
	6-13	13301.2	0.47952	0.096389	2.0423	2.0594
	6-14	10639.4	0.47752	0.133119	2.0303	2.1921
	7-1	22397.4	1.4246	0.082077	2.0378	2.8902
	7-2	35538	1.1794	0.056695	2.0535	2.5426
	7-3	33235	0.68192	0.069719	2.0574	2.2145
	7-4	27302.6	0.69484	0.073216	2.0705	1.9758
	7-5	11626.9	0.57759	0.128908	2.1059	1.8215
	7-6	29088	0.84742	0.12153	2.0592	1.9069
	7-7	35006.2	0.97041	0.082012	2.111	2.1153
	7-8	20822.7	0.96994	0.113228	2.1132	1.7859
	7-9	30697.4	0.68985	0.083627	2.0657	1.6524
	7-10	14788.2	0.79345	0.099811	2.0478	2.0427
	7-11	26864.4	0.4742	0.087842	2.059	1.9286
	7-12	25616.4	0.99342	0.078149	2.0519	2.302
	7-13	16346	0.74731	0.124354	2.0279	2.13
	7-14	21925.6	1.2625	0.085953	2.0407	2.0143
	7-15	40937.3	1.3167	0.059489	2.0689	2.0604
	7-17	29686.2	0.85991	0.069927	2.0546	2.1489
	7-18	14950.3	0.48909	0.108672	2.0972	1.9741

38-63 mikrometre tane boyunda SA/PA değerleri DSA değerleri arttıkça azalmaktadır (Şekil 4.20). C-20-06 örneğinde genellikle DSA değerleri düşüktür (Çizelge 4.7). Yüzeyinde tozlar bulunan tanelerde pürüzlülük değerleri göreceli olarak daha yüksektir (Şekil 4.21c). C-20-07 örneğinde yüzeyinde kırılmış piroklast parçaları bulunan piroklastlarda pürüzlülük yüksektir (Şekil 4.19). Köşeli, bloksu morfoloji sunan bazı tanelerde hem DSA hem de pürüzlülük değerleri göreceli olarak yüksektir (Şekil 4.19).



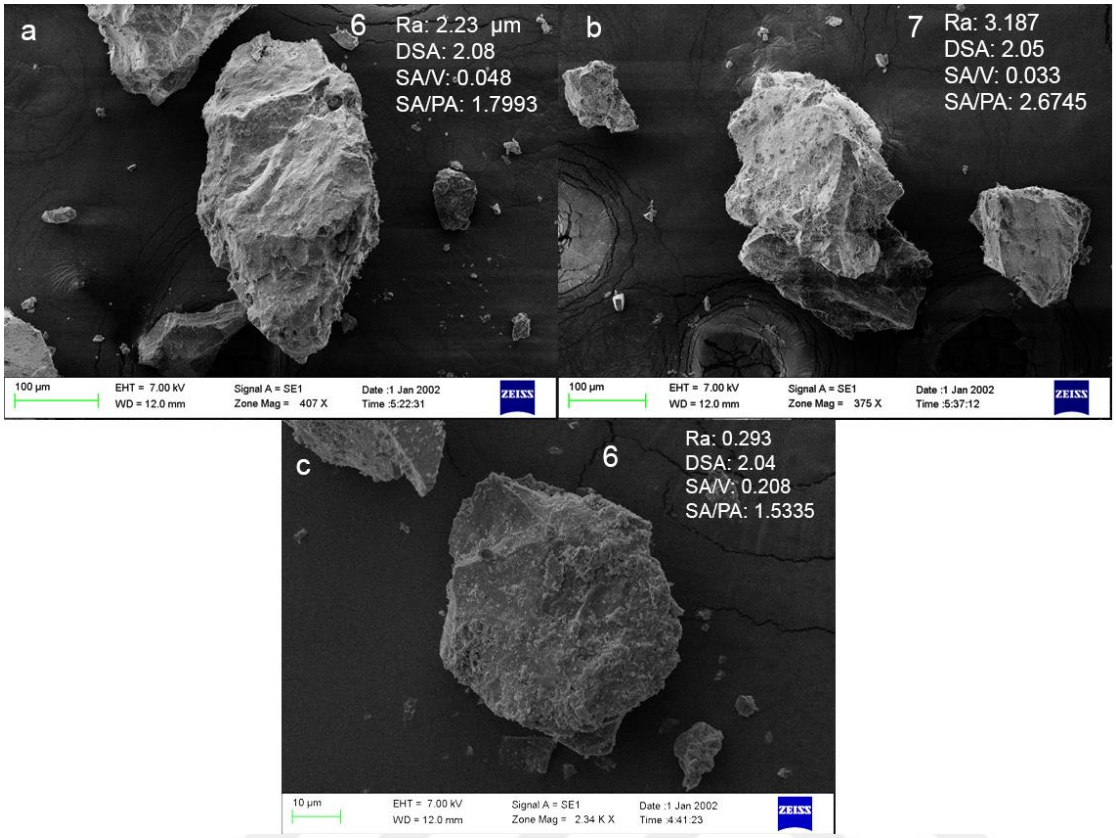
Şekil 4. 19. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 μm tane boyutuna ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 4. 20. Blok-ve-kül akıntısı örneklerinin 38-63 μm tane boyuna ait SA/PA-DSA (fraktal boyut) grafiği

Çizelge 4. 7. 38-63 mikrometre tane boyutundaki blok-ve-kül akıntısı örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	Ra (µm)	DSA	SA/PA
38-63 µm	6-1	1106.6	0.364913	0.13108	2.0208	1.7763
	6-2	1751.6	0.716982	0.16056	2.0565	1.3081
	6-3	738.37	0.442191	0.09596	2.0243	1.6904
	6-4	500.3	0.733823	0.10035	2.022	1.6948
	6-5	2603.6	0.188687	0.21628	2.0415	2.1714
	6-6	805.7	0.434691	0.092334	2.0333	1.7489
	6-7	862.37	0.470415	0.13213	2.0398	1.7597
	6-8	3138.9	0.208266	0.29352	2.0357	1.5335
	6-9	1642	0.370974	0.19778	2.0072	2.2918
	6-10	2783.7	0.241979	0.13525	2.0701	1.4699
	6-11	2708.3	0.183764	0.24218	2.0239	1.8662
	6-12	2264.2	0.605957	0.12927	2.0439	1.2606
	6-13	2395.8	0.573306	0.14198	2.0164	1.6703
	6-14	1049.5	0.383421	0.12924	2.0307	1.641
	6-15	3219.1	0.218526	0.37676	2.0066	2.7552
	6-16	3631.6	0.256964	0.21892	2.0248	1.5248
	6-18	1156.8	0.566088	0.12185	2.0686	1.3323
	7-2	4035.7	0.186169	0.51437	2.025	2.2801
	7-3	3279.5	0.230068	0.30486	2.0323	1.7834
	7-4	2320.9	0.292327	0.20653	2.0137	2.412
	7-5	759.13	0.416929	0.10816	2.0439	1.6447
	7-6	2596.4	0.29888	0.17352	2.0402	1.7488
	7-7	1506.8	0.477547	0.32192	2.038	1.5084
	7-8	1004.1	0.488062	0.34338	2.0105	2.4571
	7-9	1155.1	0.347002	0.091337	2.0265	1.5777
	7-10	450.84	0.755923	0.13479	2.0143	2.078
	7-11	717.89	0.675679	0.19164	2.0193	1.7395
	7-12	3456.7	0.183956	0.22697	2.0265	2.4831
	7-13	3198.5	0.254854	0.31255	2.0187	1.7797
	7-14	1663.5	0.345932	0.33089	2.0934	1.4968
	7-15	3493.8	0.275384	0.41041	2.0537	1.4727
	7-16	5295.5	0.310624	0.24384	2.0284	1.3349
	7-17	3223	0.186803	0.24534	2.0391	1.9368
	7-18	3783.4	0.297846	0.24051	2.0771	1.4095
	7-19	1807.5	0.322066	0.13845	2.0768	1.4696



Şekil 4. 21. (a) C-20-06 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan tane, (b) C-20-07 örneğinde yüksek Ra ve SA/PA ve düşük DSA değerleri alan tane, (c) C-20-06 örneğinde yüksek Ra ve DSA değerleri alan, tane yüzeyine yapışık halde alterasyon bulunan tane

5. VOLKANİK ÇIĞ AKINTI ÜRÜNLERİ

5.1. Çığ Akıntısı Oluşum Mekanizması

Volkanik Çığ Akıntıları (debris avalanche) volkanik yapıların sektörel çökmesi ile meydana gelirler (van Wyk de Vries ve Davies, 2015). Sektörel çökme; tektonik etkiler ve taban fayları (bkz. Norini ve ark., 2020); mevsimsel hava değişiklikleri ve iklimsel sebepler (Roberti ve ark., 2020); uzun süreli hidrotermal alterasyon (Valderrama ve ark., 2016; Norini ve ark., 2020); magma aktivitesi ve magma intrüzyonu (Rincon ve ark., 2018), veya eğimli yüzey ve yerçekimi etkisiyle (Murray ve ark., 2018) gerçekleşebilir (Calder ve ark., 2015; van Wyk de Vries ve Davies, 2015). Bu etkenler sonucunda çığ akıntıları gerçekleşmektedir. Volkanik çığ akıntıları magmatik ve hidrotermal kökenli olmaları ile diğer heyelan ve çığ olaylarından ayrılmaktadır. (Siebert, 1984).

Çığ akıntısı çökelleri büyük deforme olmuş blok fasiyesi ve matriks fasiyesi ile karakterize edilmektedir. (Siebert, 1984; Glicken, 1991; Ui ve ark., 2000).

Çığ akıntısı çökel bileşenleri, çapı 1 m'den büyük megaklastlar, çapı 1 m'den küçük klastlar ve ince taneli matriks olmak üzere, üç ana bileşen ile temsil edilmektedir (Dufresne ve ark., 2021). Klastlar boyutları yaklaşık 2 mm ile 1 m olan ve lav, kristal gibi farklı bileşenler içerebilen malzemelerdir. Matriks ise küçük tane boyundaki volkanik partiküller olup boyutları kum boyutundan kil boyutuna değişim gösterebilir (Alloway ve ark., 2005; Ui ve ark., 2000; Dufresne ve ark., 2021). Matriksin çığ akıntısı bloklarının birbirine çarpması ve parçalanmasıyla oluştuğu da düşünülmektedir (Palmer ve Neall, 1991; Ui ve ark., 2000) (Şekil 5.1).

Humok (Hummocky) topoğrafya, konik biçimli ve onlarca ve hatta yüzlerce metre yüksekliğinde olabilen yüzey yapılardır. (Crandell ve ark., 1984; Siebert, 1984; Ui ve Glicken, 1986; Crandell, 1989; Ui, 1989; Alloway ve ark., 2005; Thompson ve ark., 2010) (Şekil 5.5).



Şekil 5. 1. Volkanik çığ akıntı ürünleri

5.2. Blast Çökelleri

Piroklastik yoğunluk akıntıları yüksek konsantrasyona sahip olanlar ve daha seyreltik olanlar olarak ikiye ayrılmıştır. Yüksek konsantrasyona sahip olanlar piroklastik akıntılar ile ilişkiliyken daha seyreltik olanlar taban yayılımı (surge) çökelleri ile ilişkilidir. Piroklastik taban yayılımı çökellerinde (surge) parçacık konsantrasyonu düşüktür, bu durum türbülanslı mekanizmayı sağlamaktadır (Valentine ve Fisher, 2000).

Piroklastik taban yayılımı çökellerinin oluşumuna sebep olan süreçler; (1) dikey patlama kolonununda bulunan karışık malzemenin çökmesi, (2) Dekompresyon/blast, ani basınç azalmalarına bağlı olarak gelişmektedir, (3) Büyüyen ve büyümesine bağlı olarak bir yamacı göreceli olarak daha da dikleşen domun patlaması, (4) Taşınma sürecinde izlediği vadi tabanı veya vadi kenarları ile sürtünen piroklastik akıntıların oluşturdukları türbülans, (5) Piroklastik

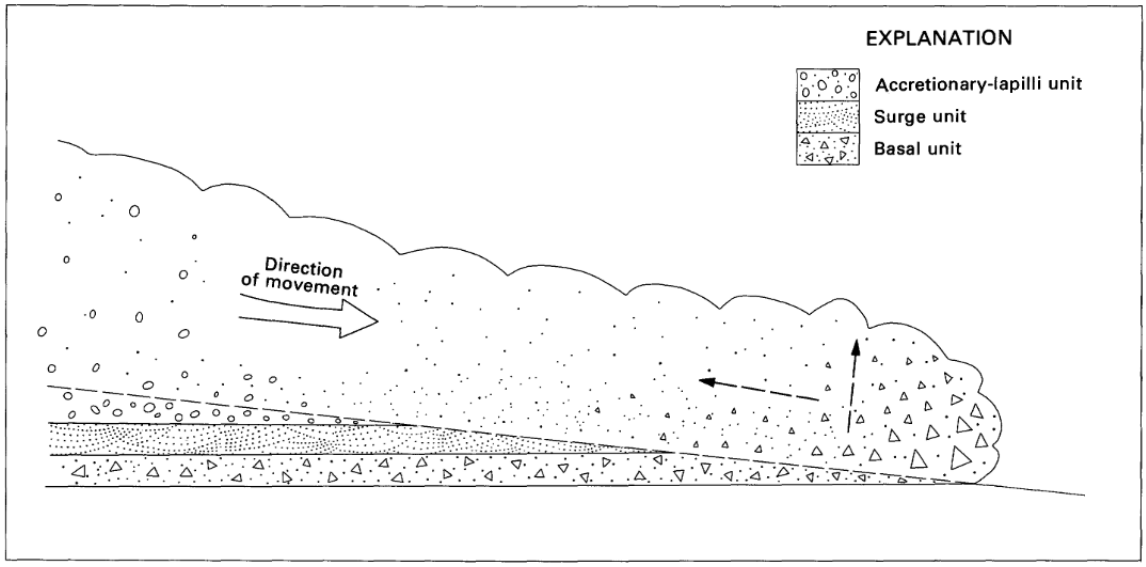
akıntıların eğimli yüzeylerde hızlanması ve hidrolik sıçramayla piroklastik taban yayılımı çökelleri oluşmaktadır (Valentine ve Fisher, 2000).

5.2.1. 1980 St. Helens Yanal (Lateral) Patlama Mekanizması ve Blast Çökelleri

Gorshkov, (1963) volkanik püskürmelerin her zaman dikey olarak değil yatay olarak da gerçekleşebileceğini söylemiştir ve bu tür patlamalara "directed blast" olarak tanımlamıştır. Blast çok yüksek sıcaklıklara sahip olduğu için tüm populasyona zarar veren bir mekanizmadır (Lacroix, 1904; Gorshkov, 1959). Yanal patlama 1980 yılında St. Helens volkanın da gözlemlenen bir mekanizmadır (Hoblitt ve ark.,1982). Bezymianny 1956, St. Helens 1980 ve Soufriére hills, Montserat,1997 patlamalarında yanal patlamalar gözlemlenmiştir (Belousov ve ark., 2007; Belousov ve ark., 2020).

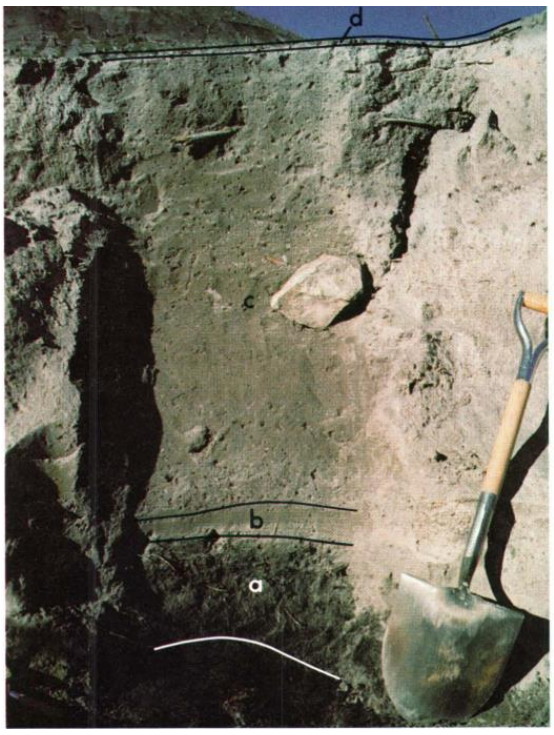
St. Helen volkanına dasitik bileşime sahip magma girişi devamlı olarak devam etmesi sonucunda volkanın kuzey yamacında bir deformasyona sebep olmasıyla ve bununla beraber ısı ve magmatik gazlar, devamında hidrotermal alterasyonlar freatik patlamalar oluşturmuştur. Dekompresyon, domdaki ve hidrotermal sistemdeki uçucuların hızla genleşmesine ve patlama bulutu oluşturmasına olanak sağlamış ve yanal patlama (lateral blast) gerçekleşmiştir (Hoblitt ve ark., 1982). 18 Mayıs 1980 St. Helens patlaması ile volkanın kuzey yamacında çığ akıntısı çökelleri ve blast çökellerinin oluşturan bir dizi mekanizma gerçekleşmiştir. (Hoblitt ve ark., 1982).

Oluşan patlama bulutu hızlı hareket etmektedir ve tüm yer yüzeyini kaplamaktadır. En kaba taneler, bulutun ön kısmında taşınmaktadır (Şekil 5.2). Genel olarak kaynaktan uzaklaştıkça jüvenil klastlarda bir azalma meydana gelmektedir, malzemeler türbülanslı bir bulutun içinde taşınır ve çökelir. Patlama bulutunun seyreltik üst kısımlarında süspanse halde olan kül parçacıkları yığışım lapilli oluşturur (Hoblitt ve ark., 1982).



Şekil 5. 2. Blast bulutunda farklı piroklast mekanizmalarının taşınma sürecinin şematik çizimi (Hoblitt ve ark., 1982), Taban (Basal unit), Taban yayılımı çökelleri (surge), Yığışım lapilli (Accretionary- lapilli), Hareket yönü (Direction of movement)

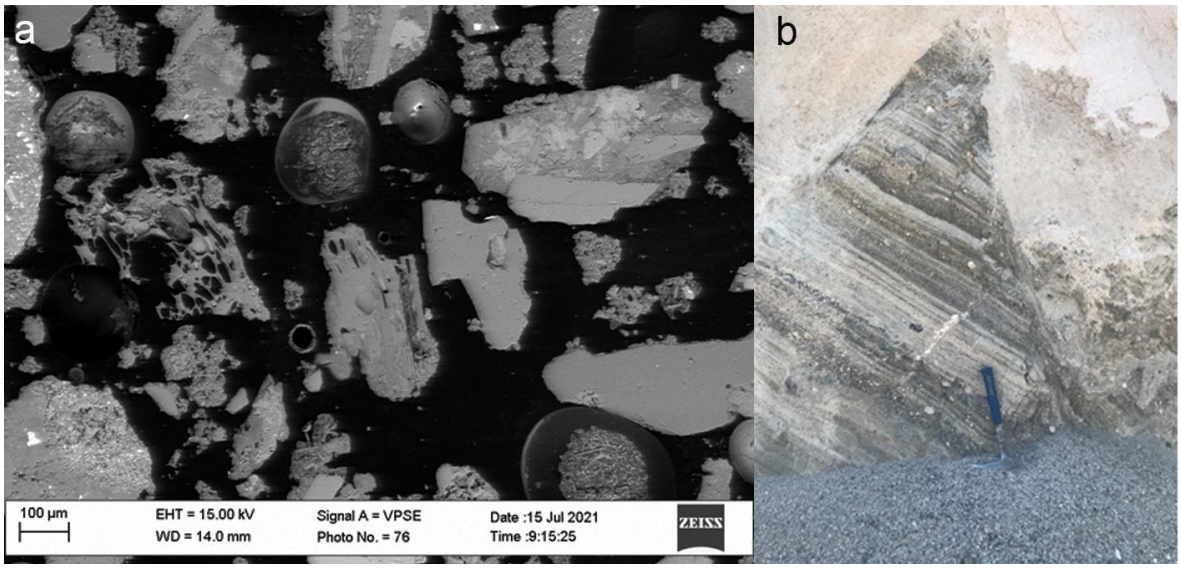
St. Helen patlamasında blast bulutu oluştuktan birkaç saniye sonra çığ akıntısı oluştuğu gözlemlenmiştir. Arazi gözlemlerinde çığ akıntı çökelleri ve blast çökelleri arasındaki ilişki yanal ve bölgesel olarak değişimler gösterdiği gözlemlenmiştir (Hoblitt ve ark.,1982).



Şekil 5. 3. St. Helens blast çökelleri 4 farklı gruptan oluşmaktadır. (a) Taban (basal); (b) Taban yayılımı ürünleri (Surge); (c) piroklastik akış; (d) Yığışım lapilli (Accretionary lapilli) (Hoblitt ve ark., 1982)

Taban seviyesi kaba taneli bloklar, lapilli ve kaba taneli kül içeren bir seviyedir. Bu seviyenin üzerinde kaba taneli matriks destekli blok ve lapillilerden oluşan bir grup gelmektedir. Medyan değerleri taban seviyesine göre daha düşük değerler almaktadır. Masif seviyede gri dasit (gray dacite) çok yoğun olarak bulunmaktadır. Bu seviyeni üzerinde taban yayılımı (surge) çökelleri bulunmaktadır. Bu seviye ince ve kaba taneli küllerden oluşmaktadır. Diğer çökellerden daha düşük medyan değerlerine sahiptir. Blast piroklastik akıntı ürünleri genellikle kötü boylanmıştır. Yığışım (accretionary) lapilli tarafından örtülmüşlerdir (Hoblitt ve ark., 1982; Druitt, 1992) (Şekil 5.3).

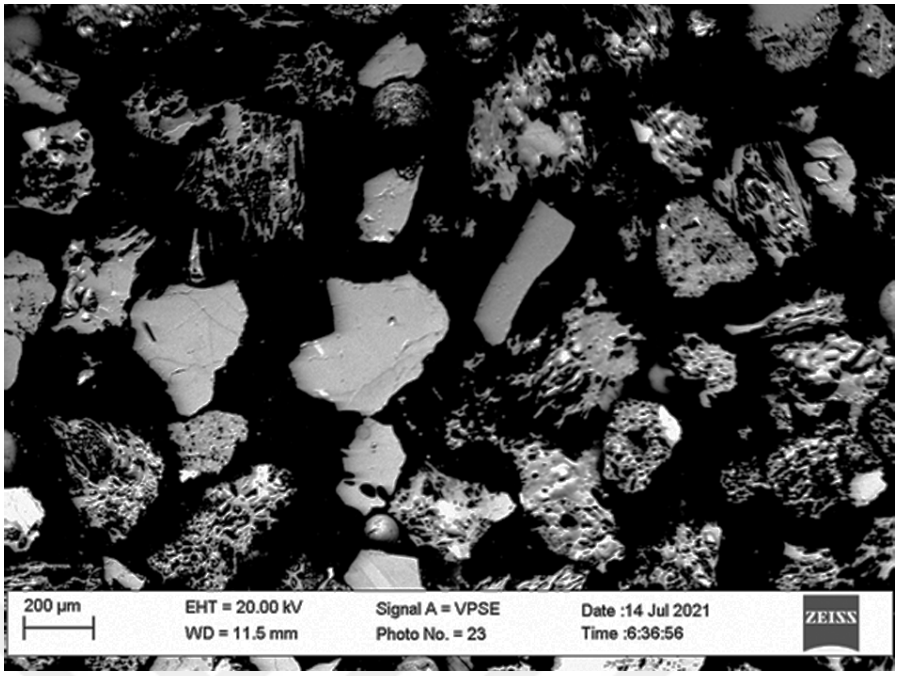
Bu çalışma kapsamında Hasandağı'nın kuzeyinde, Ihlara vadisine doğru olan ara bölgede mostra veren çığ akıntısı çökellerinin matriksinden alınmış örnekler incelenmiştir (Şekil 5.5). Bu çökeller, doğaları gereği son derece kaotik iç yapı sunmaktadır. Kütle bünyesinde blast ürünleri, pomzalı akıntı, blok-küllü akıntı panoları karmaşık olarak bulunmaktadır. Humok yapısı bu alanda yaygındır. Bazı humok tepeciklerinin iç yapıları yol yarmalarında veya malzeme alınan bazı küçük ocaklarda incelenebilmiştir. Alınan örneklerden C-20-10 numaralı örnek iri taneli pomza matriks, C-20-11 numaralı örnek ince taneli matriksten, C-20-12 ve C-20-14 ise blast malzemesinden alınmıştır. Morfoloji analizleri için 125-250 μm, 63-125 μm ve 38-63 μm tane boylarına sahip piroklastikler üzerinde yapılmıştır. Kimyasal analizler 250-500 μm boyutuna sahip C-20-11 ve C-20-12 örneklerindeki volkanik camlardan alınmıştır (Şekil 5.4, Şekil 5.6).



Şekil 5. 4. (a) Blast çökellerinin BSD görüntüsü, (b) Çığ akıntısı içindeki blast seviyeleri



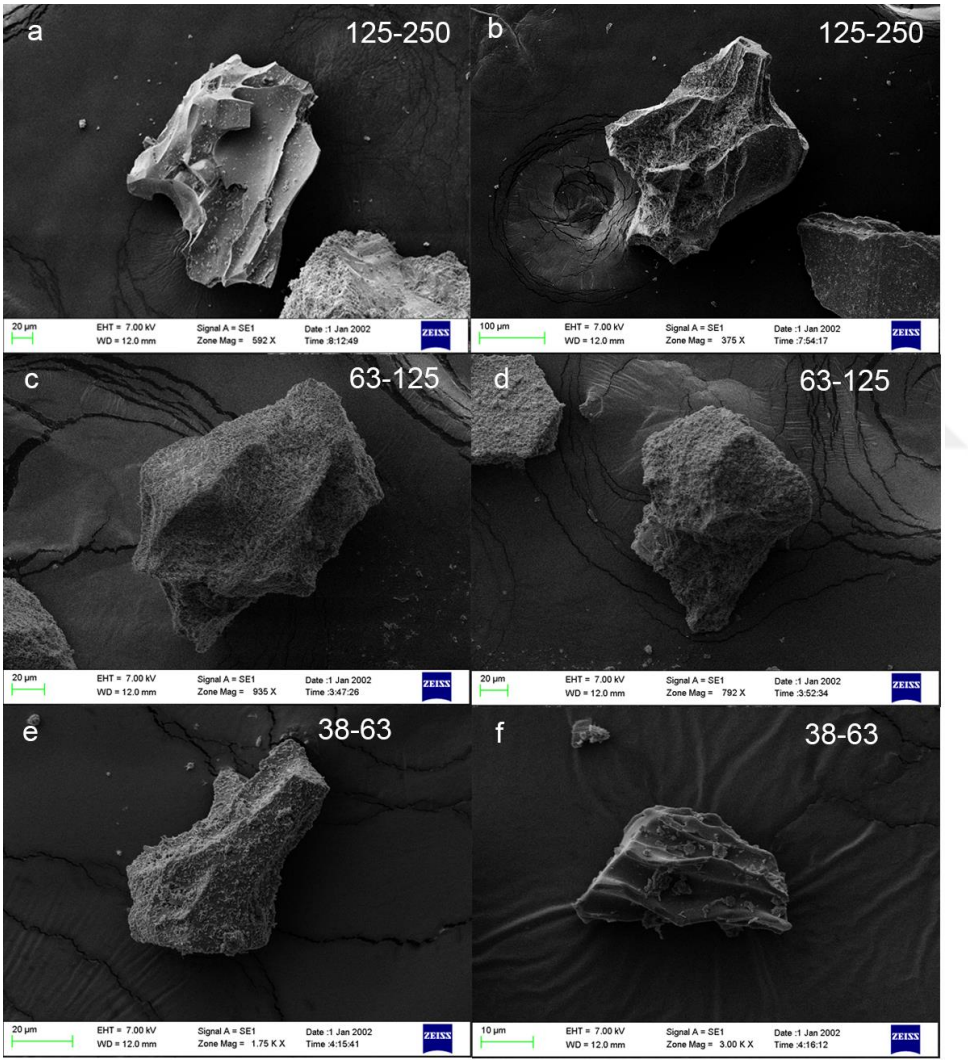
Şekil 5. 5. (a-b) Çığ akıntısı ürünlerinin mostra fotoğrafları, (c) Humok (Hummocky) topografya



Şekil 5. 6 Çığ akıntısı örneklerinin BSD görüntüsü

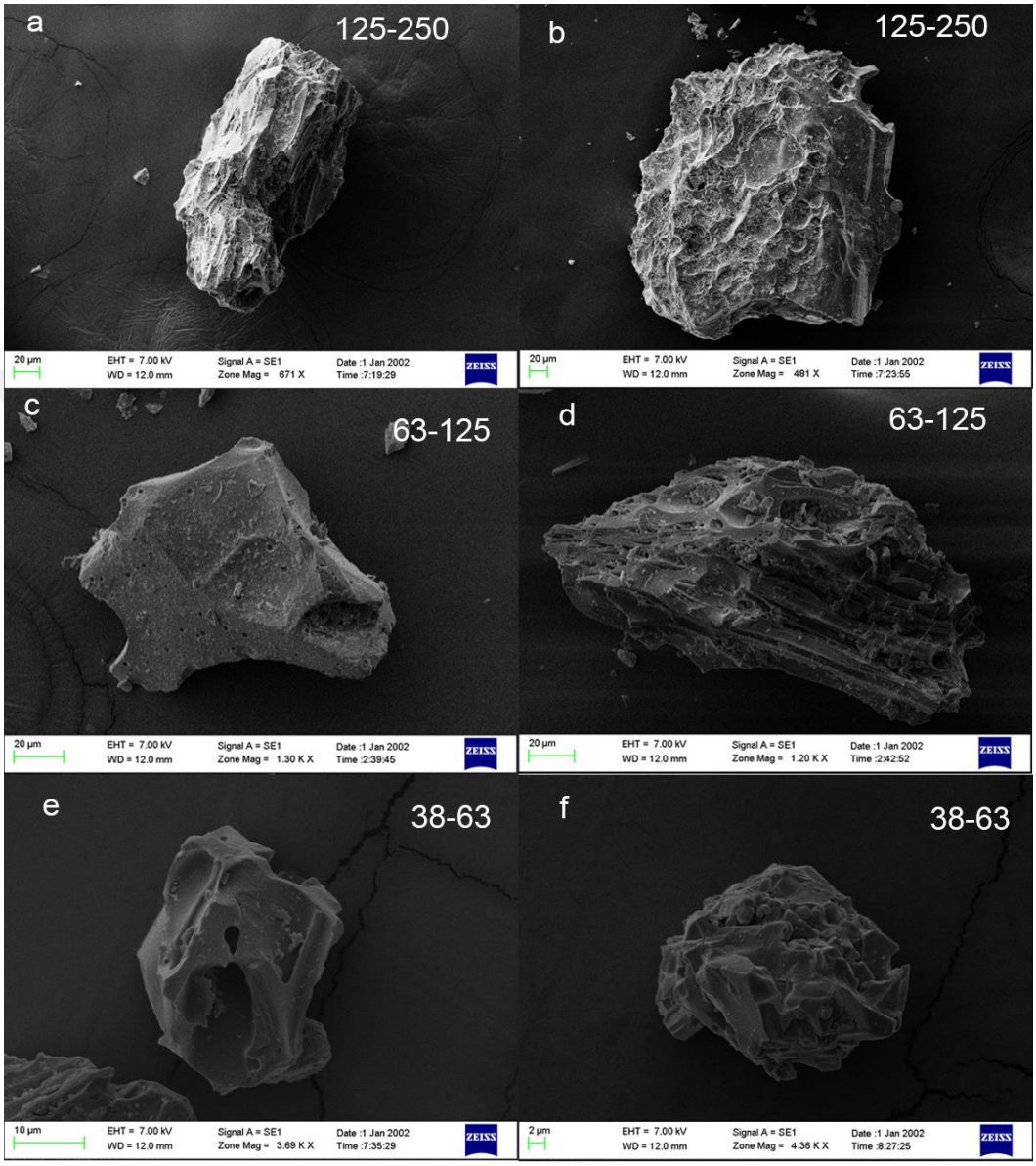
5.3. Genel Tanımlamalar

C-20-10 örneği bloksu ve gözenekli taneler birlikte gözlemlenmektedir. Pomza parçaları (cam kıymıkları) bulunmaktadır. 125-250 µm tane boyutunda göreceli olarak daha temiz yüzeyli taneler bulunmaktadır (Şekil 5.7a). 63-125 µm tane boyutunda bazı tanelerin yüzeylerinin alterasyon ürünleri ile kaplı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.7c). 38-63 µm tane boyutunda tanelerin yüzeylerinde daha iğnemsi alterasyonlar yapışık halde bulunmaktadır (Şekil 5.7e). Tane boyu küçüldükçe cam kıymıklarının/gözenekli cam parçalarının oranı artmaktadır (Şekil 5.7f).



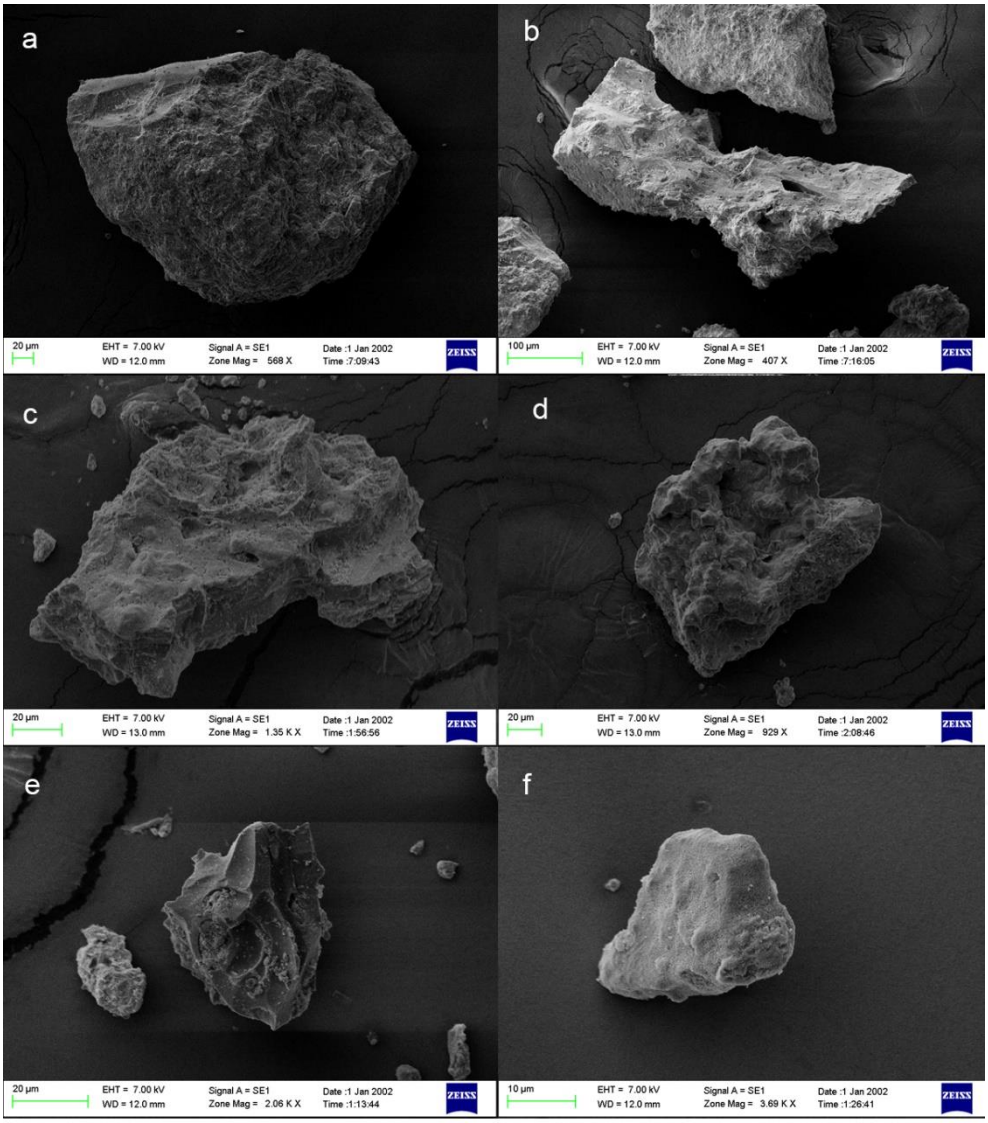
Şekil 5. 7. C-20-10 numaralı örneğe ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 µm tane boyutuna ait volkanik cam parçaları, (c-d) 63-125 µm tane boyuna ait yüzeyleri alterasyon ile kaplanmış piroklastlar, (e) 38-63 µm tane boyutunda yüzeyi alterasyon ile kaplı tane, (f) 38-63 mikrometre tane boyutunda gözenekli piroklast parçası/cam kıymığı

C-20-11 numaralı örneğinde bir fenokristalden itibaren gelişen ince bir tabaka halinde gözeneklilik gözlemlenmiştir (Şekil 5.8b). Bununla beraber düşük alterasyon gözlemlenen taneler de bulunmaktadır (Şekil 5.8d). Bazı tanelerde ince, birbirine paralel gözeneklere sahip taneler mevcuttur (Şekil 5.8d).



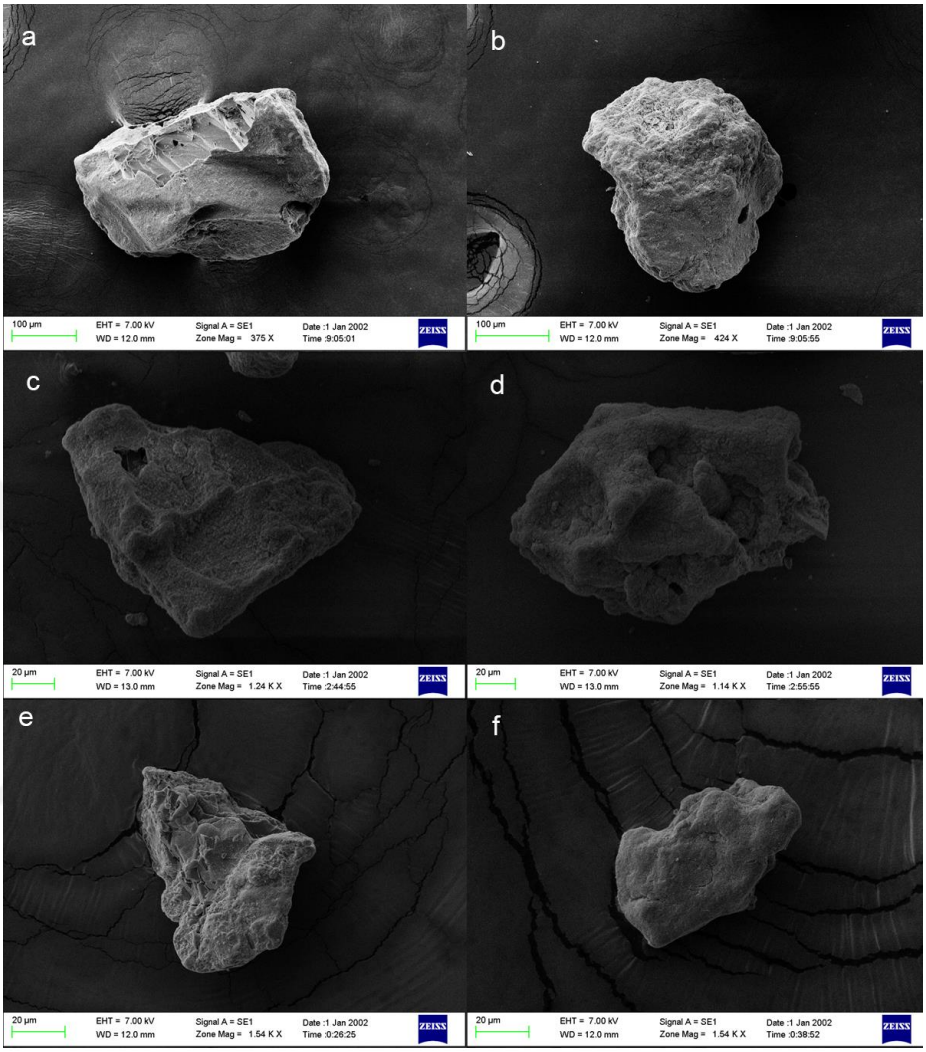
Şekil 5. 8. C-20-11 numaralı örneğe ait SEM (SE) görüntüleri. (a-b) 125-250 μm tane boyutuna ait volkanik cam parçaları, (c) 63-125 μm tane boyuna ait piroklast, (d) 63-125 μm tane boyutunda gözenekli piroklast (pomza) (e-f) 38-63 μm tane boyutunda pomza parçası

C-20-12 blast örneği çığ akıntısı çökellerinin içinden alınmıştır. Bazı tanelerin yüzeyleri alterasyon ile kaplıdır. 125-250 tane boyutunda bazı daha az alterasyona uğramış taneler bulunmaktadır (Şekil 5.9a).



Şekil 5. 9. C-20-12 örneğine ait SEM (SE) ile alınmış fotoğrafları. (a-b) 125-250 µm boyutundaki piroklastlar, (c) 63-125 µm tane boyutunda düşük gözenekliliğe sahip piroklast, (d) 63-125 µm tane boyutunda altere piroklast. (e) 38-63 µm boyutundaki gözenekli, yüzeyinde yapışık alterasyonlar bulunan piroklast, (f) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast.

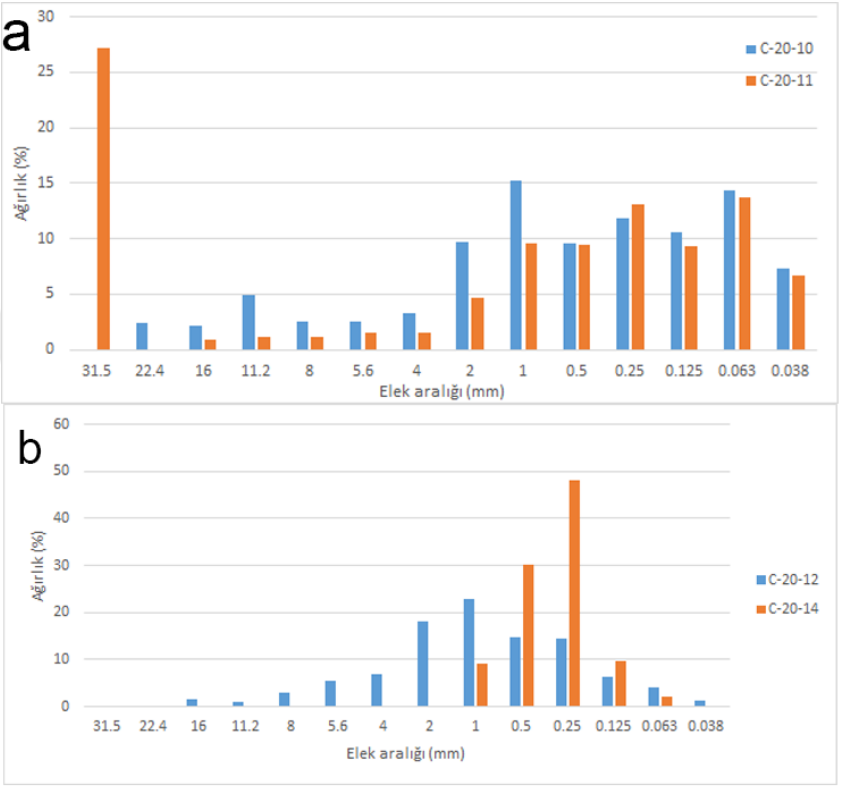
C-20-14 numaralı örnekte 125-250 mikrometre tane boyutunda bazı tanelerde alterasyonun olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.10a). Temiz yüzeye sahip tanelerin sayısı tane boyunun azalması ile doğru orantılı olarak azalmaktadır.



Şekil 5. 10 C-20-14 örneğine ait SEM (SE) ile alınmış fotoğrafları. (a-b) 125-250 µm boyutundaki yüzeyleri alterasyon ile kaplı piroklastlar, (c-d) 63-125 µm tane boyutunda altere piroklast, (e) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast, (f) 38-63 µm boyutundaki altere piroklast/litik.

5.4. Tane Boyu Dağılımları ve İstatiksel Parametreler

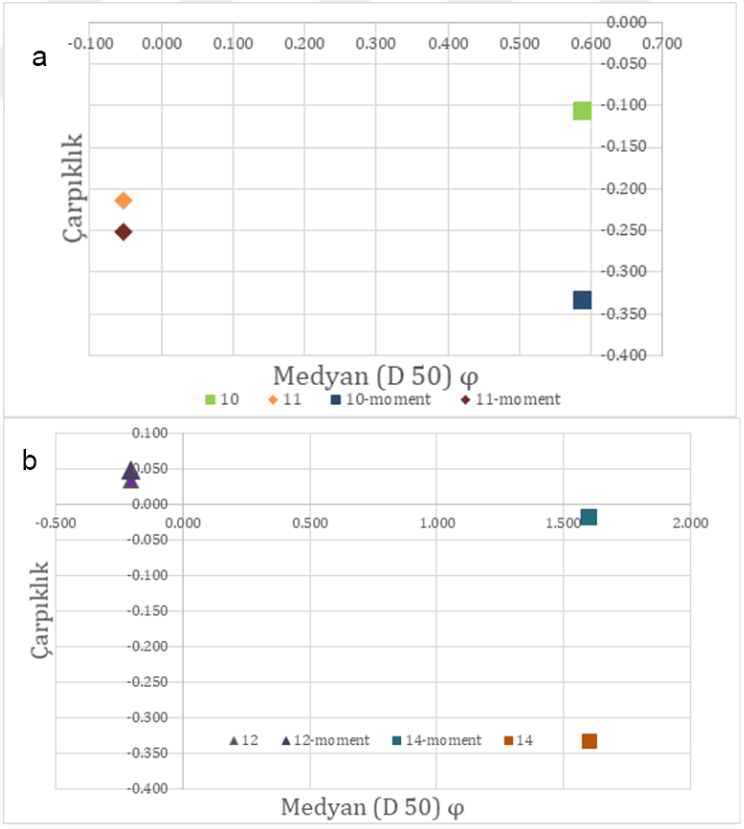
Tane boyu dağılımı ve istatistiksel tanımlamalar Gradistat ve SFT (Ardışıklı Parçalanma/Taşınma) analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Elek analizi ile örnekler farklı fraksiyonlara ayrımlanmıştır (Şekil 5.11). Elek analizi sonuçları ve programlar kullanılarak istatiksel parametreler hesaplanmıştır.



Şekil 5. 11. (a) Çığ akıntısı ürünlerine ait tane boyu histogramı, (b) Blast örneklerine ait tane boyu histogramı

5.4.1. Gradistat

C-20-10 çığ akıntısı örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamalarda çok kötü boylanmış, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri 0.590 φ olarak hesaplanmıştır. C-20-11 çığ akıntısı örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamalarda çok kötü boylanmış, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -0.053 φ olarak hesaplanmıştır. Çarpıklık değerleri negatif değerler almaktadır. C-20-12 blast örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamalarda kötü boylanmış, simetrik dağılım gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -2.202 φ olarak hesaplanmıştır. C-20-14 blast örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflamalarda orta derecede boylanma gösteren, çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri - 2.248φ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.1; Çizelge 5.2; Şekil 5.12; Şekil 5.14).



Şekil 5. 12. İkili diyagramlar (a) Çığ akıntısı ürünleri ve (b) Blast çökellerine ait moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir

Çizelge 5. 1. Çığ akıntısı çökellerinin gradistat sonuçlarını göstermektedir.

		C-20-010	C-20-011
	ANALYST AND DATE:	,	,
	SIEVING ERROR:		
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sandy Gravel	Sandy Gravel
	SEDIMENT NAME:	Sandy Very Fine Gravel	Sandy Very Coarse Gravel
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	3182.0	12201.3
	SORTING (σ_a):	5830.3	16946.0
	SKEWNESS (Sk_a):	2.575	0.852
	KURTOSIS (K_a):	9.288	1.778
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	772.0	1600.6
	SORTING (σ_g):	5.581	10.58
	SKEWNESS (Sk_g):	0.336	0.251
	KURTOSIS (K_g):	2.106	1.520
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	0.373	-0.679
	SORTING (σ_ϕ):	2.481	3.403
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.336	-0.251
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.106	1.520
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	705.7	1713.5
	SORTING (σ_G):	6.488	10.80
	SKEWNESS (Sk_G):	0.108	0.214
	KURTOSIS (K_G):	0.830	0.536
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	0.503	-0.777
	SORTING (σ_I):	2.698	3.432
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.108	-0.214
	KURTOSIS (K_G):	0.830	0.536
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Coarse Sand	Very Coarse Sand
	SORTING:	Very Poorly Sorted	Very Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Very Platykurtic
	MODE 1 (μm):	1200.0	76.50
	MODE 2 (μm):	76.50	302.5
	MODE 3 (μm):	302.5	1200.0
	MODE 1 (ϕ):	-0.243	3.731
	MODE 2 (ϕ):	3.731	1.747
	MODE 3 (ϕ):	1.747	-0.243
	D_{10} (μm):	78.57	80.27
	D_{50} (μm):	664.5	1037.6
	D_{90} (μm):	11664.2	39831.7
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	148.5	496.2
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	11585.7	39751.4
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	14.65	131.7
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	2236.6	32918.8
	D_{10} (ϕ):	-3.544	-5.316
	D_{50} (ϕ):	0.590	-0.053
	D_{90} (ϕ):	3.670	3.639
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-1.036	-0.685
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	7.214	8.955
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	-2.065	-0.394
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	3.873	7.041
	% GRAVEL:	30.9%	40.8%
	% SAND:	69.1%	59.2%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	27.9%
	% COARSE GRAVEL:	5.1%	2.2%
	% MEDIUM GRAVEL:	8.5%	2.5%
	% FINE GRAVEL:	6.5%	3.2%
	% V FINE GRAVEL:	10.9%	5.0%
	% V COARSE SAND:	17.1%	10.3%
	% COARSE SAND:	10.7%	10.1%
	% MEDIUM SAND:	13.2%	14.0%
	% FINE SAND:	11.9%	10.0%
	% V FINE SAND:	16.2%	14.7%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

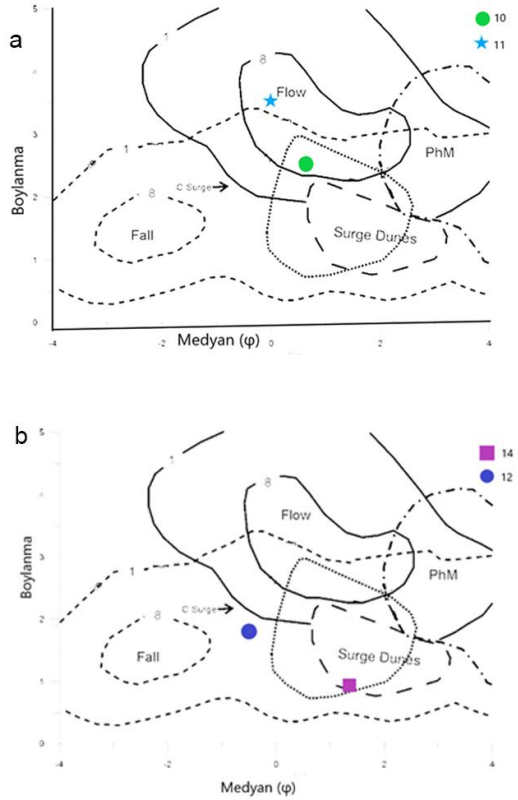
Çizelge 5. 2. Blast çökellerinin gradistat sonuçlarını göstermektedir.

		C-20-012	C-20-014
	ANALYST AND DATE:	,	,
	SIEVING ERROR:		
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Moderately Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sandy Gravel	Slightly Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Sandy Very Fine Gravel	Slightly Very Fine Gravelly Medium Sand
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	2281.6	464.6
	SORTING (σ_a):	3217.5	313.6
	SKEWNESS (Sk_a):	2.985	2.538
	KURTOSIS (K_a):	13.76	18.91
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	1062.8	381.0
	SORTING (σ_g):	3.571	1.827
	SKEWNESS (Sk_g):	-0.048	0.020
	KURTOSIS (K_g):	2.489	3.316
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	-0.088	1.392
	SORTING (σ_ϕ):	1.836	0.869
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	0.048	-0.020
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.489	3.316
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	1128.0	382.3
	SORTING (σ_G):	3.726	1.750
	SKEWNESS (Sk_G):	-0.033	0.334
	KURTOSIS (K_G):	0.874	1.140
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	-0.174	1.387
	SORTING (σ_I):	1.898	0.807
	SKEWNESS (Sk_I):	0.033	-0.334
	KURTOSIS (K_G):	0.874	1.140
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Very Coarse Sand	Medium Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Moderately Sorted
	SKEWNESS:	Symmetrical	Very Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic	Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	1200.0	302.5
	MODE 2 (μm):	605.0	605.0
	MODE 3 (μm):	302.5	1200.0
	MODE 1 (ϕ):	-0.243	1.747
	MODE 2 (ϕ):	0.747	0.747
	MODE 3 (ϕ):	1.747	-0.243
	D_{10} (μm):	173.5	167.1
	D_{50} (μm):	1150.5	329.4
	D_{90} (μm):	5938.7	706.7
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	34.23	4.229
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	5765.2	539.6
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	7.023	2.160
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	2113.9	318.7
	D_{10} (ϕ):	-2.570	0.501
	D_{50} (ϕ):	-0.202	1.602
	D_{90} (ϕ):	2.527	2.581
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-0.983	5.153
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	5.097	2.080
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	-1.161	2.475
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	2.812	1.111
	% GRAVEL:	36.5%	0.3%
	% SAND:	63.5%	99.7%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	1.5%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	4.0%	0.0%
	% FINE GRAVEL:	12.6%	0.0%
	% V FINE GRAVEL:	18.5%	0.3%
	% V COARSE SAND:	23.2%	9.3%
	% COARSE SAND:	14.9%	30.1%
	% MEDIUM SAND:	14.8%	48.3%
	% FINE SAND:	6.5%	9.8%
	% V FINE SAND:	4.1%	2.2%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

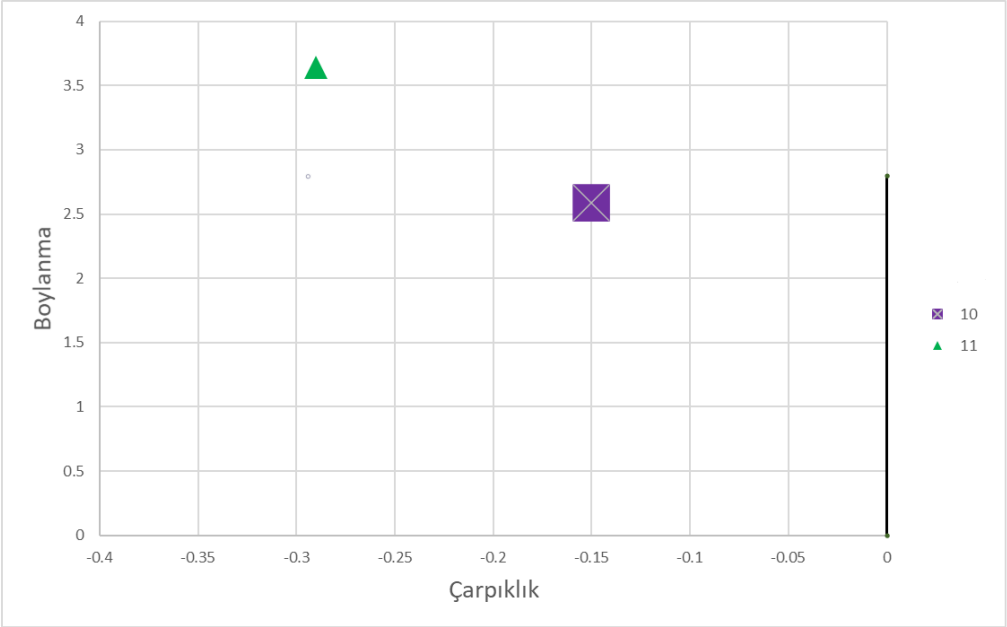
5.4.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

Çalışmada dört alt populasyon belirlenmiştir. Bunlar kaba ve ince taneler içindir. 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar kaba tanelere, 3 ve 4 numaralı alt populasyonlar ince tanelere tayin edilmiştir (Wohletz ve ark.,1995).

Medyan'a karşı boylanma grafiğinde C-20-10 ve C-20-11 çığ akıntısı örnekleri piroklastik akıntı çökeli, blast örnekleri ise taban yayılımları (surge) ve taban yayılımları- geri düşme olarak sınıflanmıştır (Şekil 5.13).



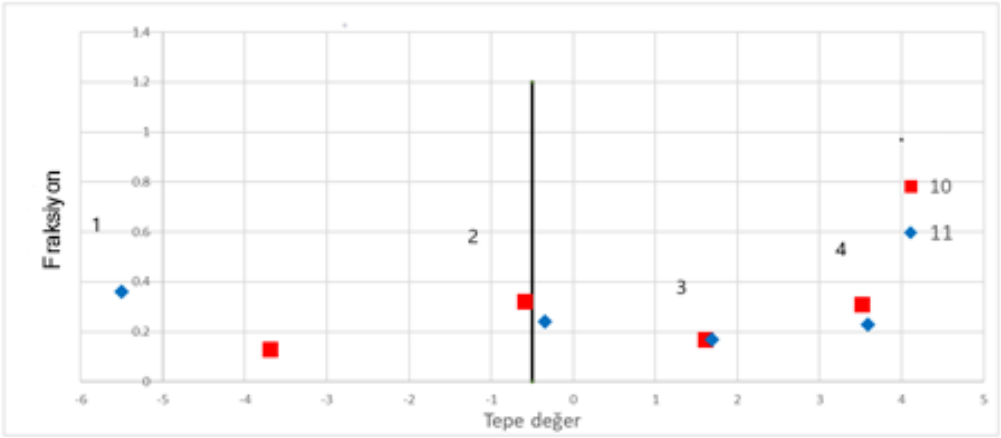
Şekil 5. 13. Çığ akıntısı örnekleri (a) ve blast çökelleri (b) örneklerine ait Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy, 2007)



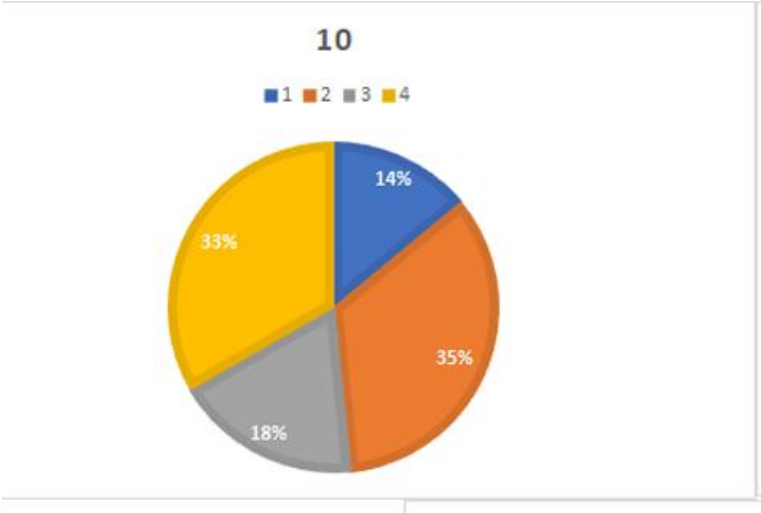
Şekil 5. 14. Çığ akıntı ürünlerinin Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı

Çığ akıntısı örnekleri negatif çarpıklık değerleri sergilemektedir. (Şekil 5.14).

C-20-10 ve C-20-11 numaralı örneklerde dört farklı alt popülasyon tanımlanmıştır. 1 ve 2 numaralı alt popülasyonlar daha kaba tane boyunu, 3 ve 4 numaralı alt popülasyonlar ince tane boyunu ifade etmektedir (Şekil 5.15). (Ersoy, 2007; Ersoy ve ark., 2019).

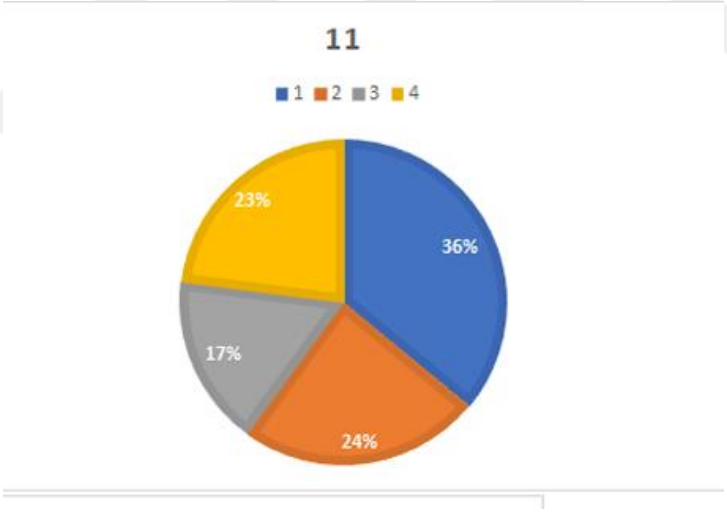


Şekil 5. 15. Çığ akıntısı ürünlerinin Fraksiyon (Fraction)-Tepe değer grafiği.



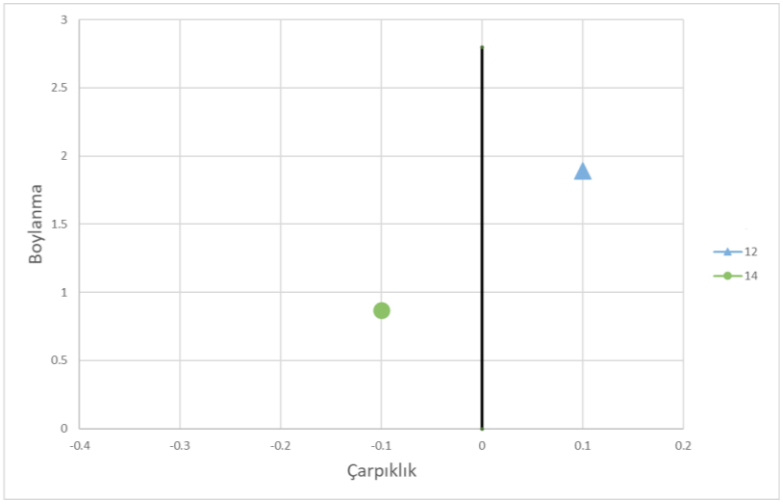
Şekil 5. 16. C-20-10 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı,

C-20-10 numaralı örnek %49'ı kaba taneli partiküllerden, %51'ı ince taneli partiküllerden oluşmaktadır (Şekil 5.16). C-20-11 numaralı örnek %60'ı kaba taneler tanelerden, %40'ı ince taneli tanelerden oluşmaktadır (Şekil 5.17).



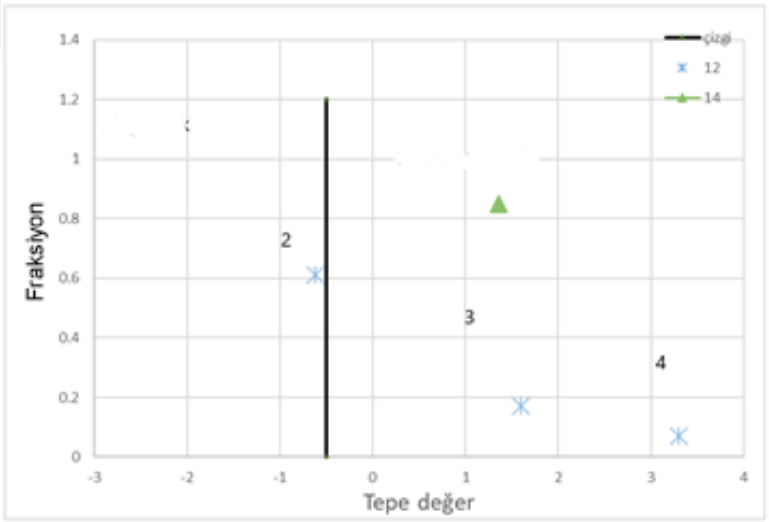
Şekil 5. 17. C-20-11 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı

Blast örnekleri için dört farklı alt populasyon belirlenmiştir. 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar kaba tanelere, 3 ve 4 numaralı altpopulasyonlar ince tanelere tayin edilmiştir. C-20-14 örneği negatif çarpıklık değerleri alırken, C-20-12 örneği pozitif çarpıklık değerleri almaktadır (Şekil 5.18).

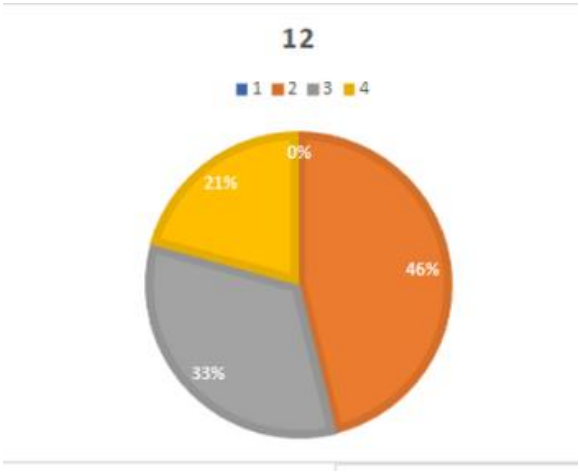


Şekil 5.18. Blast örneklerine ait Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı

C-20-12 numaralı örnekte 2 numaralı alt populasyon kaba taneleri temsil etmektedir, buna karşın 3 ve 4 numaralı örnekler ince taneleri temsil etmektedir. 2 ve 3 numaralı alt populasyon baskın alt populasyonlardır. C-20-14 numaralı örnekte sadece 3 numaralı ince taneyi temsil eden alt populasyon belirlenmiştir.

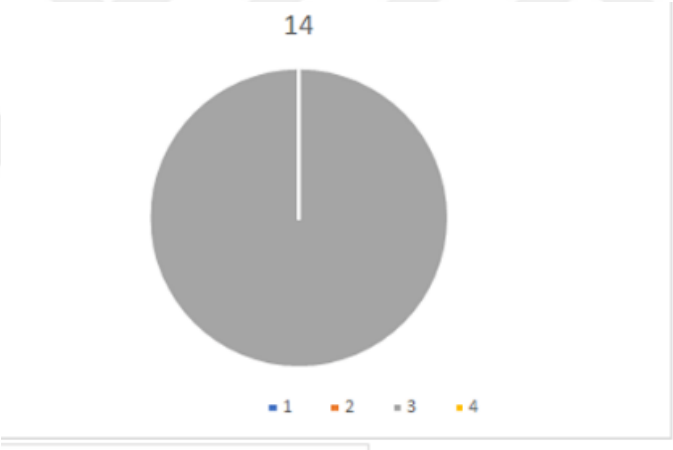


Şekil 5.19. Blast örneklerine ait Fraksyon-Tepe değer grafiği



Şekil 5. 20. C-20-12 örneğine ait pasta diyagramı,

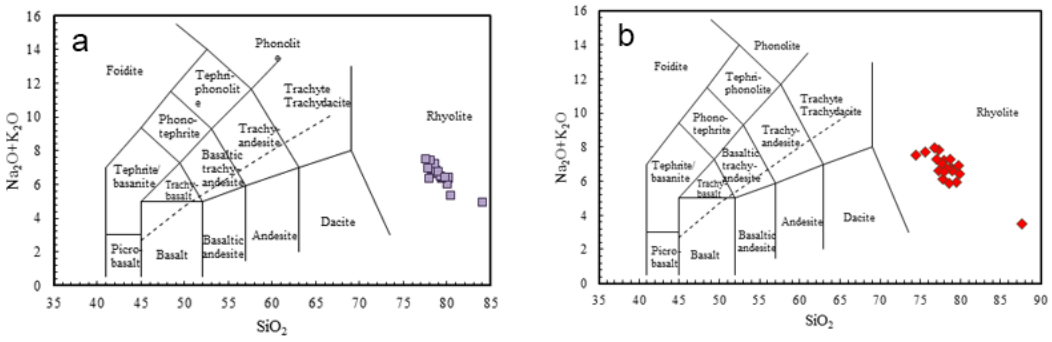
C-20-12 numaralı örnek %46 kaba taneli tane içerirken, % 54 oranında ince taneli tane içermektedir (Şekil 5.20). C-20-14 numaralı örnek tamemen ince tanelerden oluşmaktadır (Şekil 5.21).



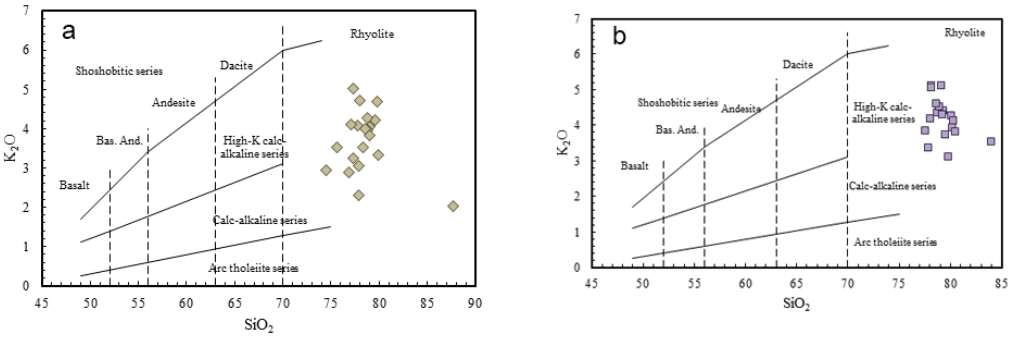
Şekil 5. 21. C-20-14 örneğine ait pasta diyagramı

5.5. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

Çığ akıntısı ve blast örneklerinden alınan cam analizleri Le Bas ve ark., (1986) Toplam alkali (% Na_2O+K_2O) – silis (% SiO_2) TAS diyagramına göre riyolitik bileşim göstermektedir (Şekil 5.22). Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Peccerillo ve Taylor, (1976) tarafından geliştiren K_2O- SiO_2 grafiğinde örnekler kalkalkalin ve yüksek-K- kalkalkalin karakterine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.23).



Şekil 5.22. TAS diyagramları (a) Çığ akıntısı ürünleri, (b) Blast çökelleri (Le Bas ve ark.,1986)



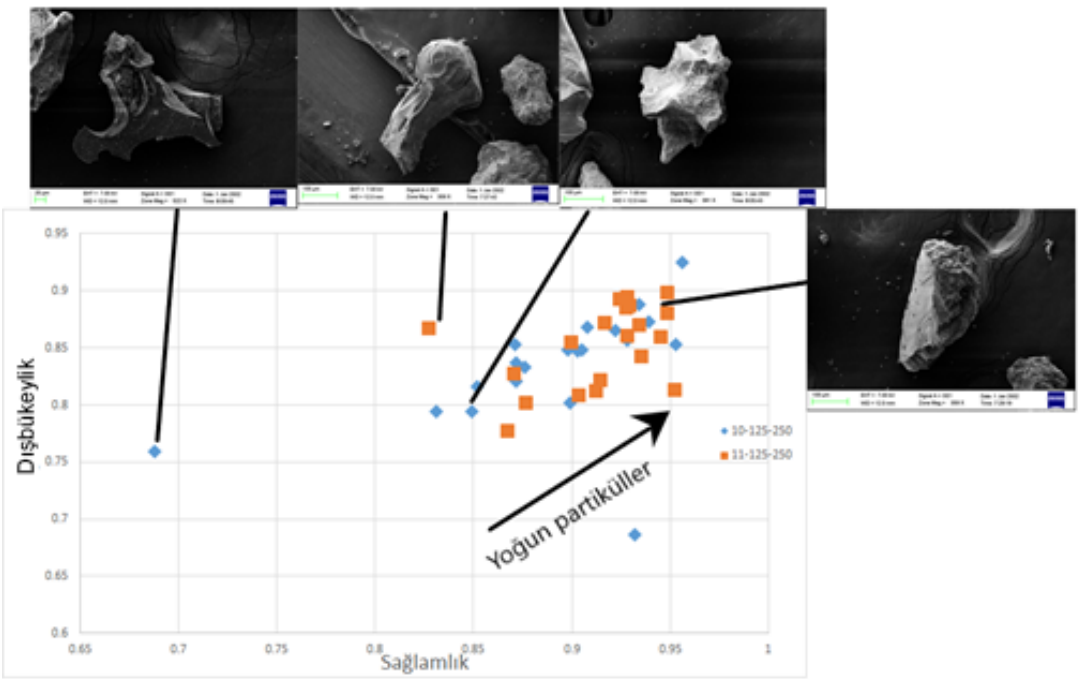
Şekil 5. 23. K_2O -SiO_2 grafikleri (a) Blast çökelleri, (b) Çığ akıntısı ürünleri (Peccerillo ve Taylor, 1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

5.6. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

125-250 µm tane boyundaki örneklerin analiz sonuçlarına göre (Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4); çığ akıntısı çökelleri içerisinde farklı morfoloji de birçok kül partikülü bulundurmaktadır, bu nedenle sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri geniş değer aralıklarında yer almaktadır (Şekil 5.24 ve Şekil 5.25). Gözenekli cam parçası (cam kıymıkları) düşük biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 5.25).

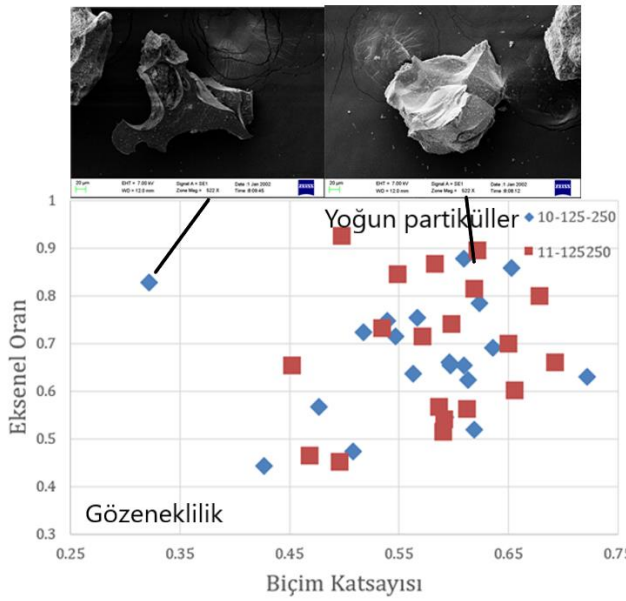
Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama sıkılık grafiklerinde C-20-14, blast örneklerinin hidromagmatik alanda yoğunlaştığı gözlemlenmektedir, çığ akıntısı çökelleri ve C-20-12 blast örnekleri daha dağınıktır (Şekil 5.38)

C-20-10 örneğinde gözenek parçaları ve gözenekli piroklastlar düşük sağlamlık, dışbükeylik (Şekil 5.24) ve biçim katsayısı (Şekil 5.25) değerleri almaktadır. Bu örneklerin uzama ve dikdörtgensellik değerleri de yüksektir buna karşı sıkılık değerleri düşüktür (Çizelge 5.3, partikül 10). Bloksu morfoloji sergilen tanelerde yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 5.24)



Şekil 5. 24. Çığ akıntısı örneklerinin 125-250 µm tane boyundaki Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı

C-20-11 Bazı tanelerde sağlamlık düşükken dışbükeylik yüksek değerler almaktadır (Şekil 5.24). Bir yüzeyi düzlemsel geri kalan kısımları gözenekli olan taneler bulunmaktadır ama bu gözenekler birbiri ile bağlantılı olmayan daha yüzeyde oluşmuş gözeneklerdir, bu tanelerde yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değeri gözlemlenmiştir (Şekil 5.24). Bununla beraber bazı ince, uzun, birbirine paralel gözeneklere sahip partiküller sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri yüksektir (Şekil 5.28)

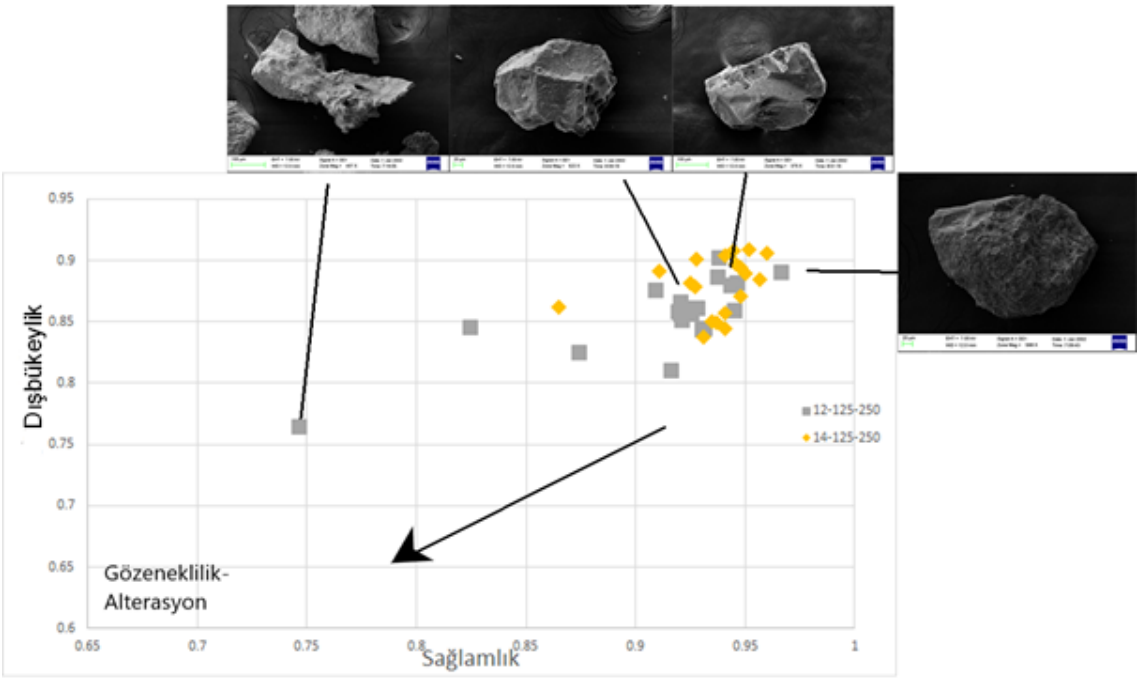


Şekil 5. 25. Çığ akıntısı örneklerinin 125-250 µm tane boyundaki Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği

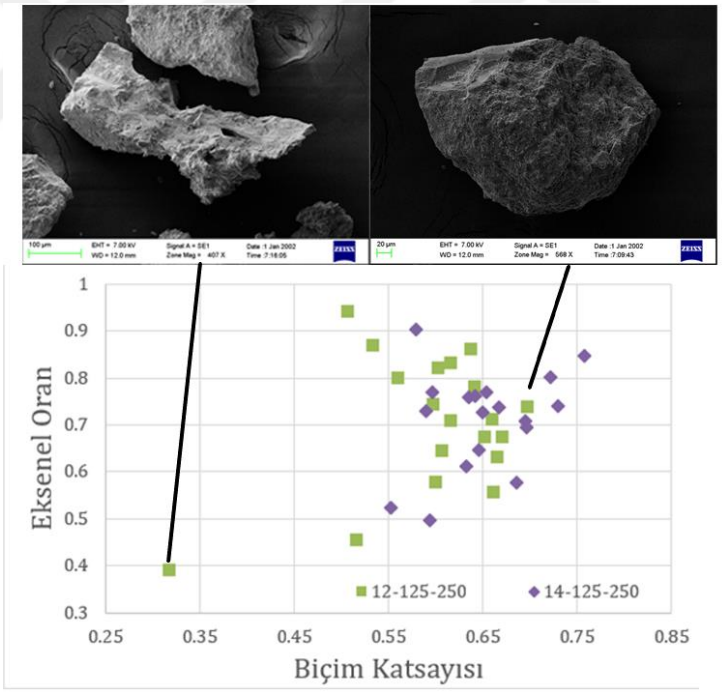
C-20-12 örneğinde bazı tanelerde hidrotermal alterasyon gözlemlenmektedir. Bu tanelerden bazıları göreceli olarak daha düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 5.28). Düşük gözenekliliğe ve daha düzensiz dış kontürlere sahip bazı tanelerde düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.26). Daha bloksu morfoloji sergileyen partiküller yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim faktörü değerleri almaktadır (Şekil 5.26 ve Şekil 5.27). C-20-14 örneğinde genel olarak yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan partiküller gözlemlenmiştir (Çizelge 5.4). Bu taneler arasında hidrotermal alterasyona maruz kalan tanelerde bulunmaktadır (Şekil 5.10). Göreceli olarak daha düşük sağlamlık, dışbükeylik değerleri alan taneler alterasyon ile kaplı partiküllerdir ve bu partiküller gözenekli cam morfolojisine benzer bir morfoloji sunmaktadır (Şekil 5.28) .

Çizelge 5. 3. 125-250 mikrometre tane boyundaki çığ akıntı örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
10-1	0.928	0.892	0.652	0.653	0.898331123	0.694120578	2.229075162	1.23858153	0.652	1.54724694	1.112656338
10-2	0.849	0.794	0.465	0.692	0.996531323	0.604582855	2.647826492	1.467126866	0.465	1.600830501	1.462037877
10-3	0.934	0.888	0.613	0.624	0.862919053	0.606366205	2.516110353	1.277026332	0.613	1.525684285	1.101970352
10-4	0.852	0.816	0.477	0.568	0.919501522	0.520741368	2.491622703	1.447674057	0.477	1.297491014	1.3311385
10-5	0.922	0.865	0.597	0.654	0.981569477	0.749882854	2.203192755	1.294356414	0.597	1.65213647	1.270500747
10-6	0.898	0.848	0.508	0.474	0.951265549	0.603652569	2.960772918	1.403539713	0.508	1.787278177	1.335138975
10-7	0.905	0.848	0.609	0.878	0.923438321	0.661750741	1.761528929	1.281322825	0.609	1.165693074	1.183222598
10-8	0.876	0.833	0.539	0.747	0.906956572	0.569795535	2.141441966	1.361665018	0.539	1.220184071	1.234971037
10-9	0.872	0.821	0.518	0.724	1.011004727	0.679828628	2.24137822	1.389903776	0.518	1.52375308	1.405199288
10-10	0.688	0.759	0.322	0.828	1.074414194	0.475573312	2.694720148	1.762094692	0.322	1.281536986	1.893219549
10-11	0.953	0.853	0.653	0.859	0.987252151	0.811635188	1.713513696	1.237084401	0.653	1.39074801	1.221314236
10-12	0.871	0.853	0.567	0.755	0.894241338	0.578056584	2.067239232	1.327521508	0.567	1.19498125	1.187124609
10-13	0.939	0.873	0.636	0.692	0.877330021	0.638757627	2.262831803	1.253667507	0.636	1.445401073	1.09988014
10-14	0.831	0.794	0.427	0.444	0.997584574	0.559109311	2.846566723	1.530143015	0.427	1.59154196	1.526447067
10-15	0.928	0.857	0.609	0.655	0.928584398	0.680903678	2.302705693	1.28121303	0.609	1.567920775	1.189714429
10-16	0.872	0.837	0.547	0.715	0.93859179	0.61904493	1.98799258	1.35189465	0.547	1.230656727	1.26887722
10-17	0.956	0.925	0.722	0.63	0.858656405	0.706303224	2.186364659	1.177217843	0.722	1.544236408	1.010825641
10-18	0.908	0.868	0.623	0.784	0.8775388	0.611772217	1.851586065	1.266767033	0.623	1.132748913	1.111637222
10-19	0.903	0.847	0.563	0.636	0.920792096	0.609547512	2.339247541	1.333037707	0.563	1.425882518	1.227450584
11-1	0.935	0.869	0.592	0.545	0.919725499	0.690099298	2.617884531	1.299315354	0.592	1.806600276	1.195013462
11-2	0.93	0.886	0.619	0.519	0.865860759	0.61232957	2.417909464	1.270773956	0.619	1.480557463	1.100313302
11-3	0.9	0.854	0.596	0.661	0.939733452	0.683584343	2.035260832	1.29527501	0.596	1.391272439	1.217213256
11-4	0.929	0.86	0.617	0.707	0.905049343	0.66386701	2.180795548	1.272945665	0.75	1.44775822	1.152078638
11-5	0.929	0.894	0.656	0.601	0.899499747	0.690431475	2.362187188	1.235130433	0.656	1.630928384	1.110999513
11-6	0.871	0.826	0.468	0.466	0.976523258	0.621684325	3.221576779	1.461634941	0.468	2.002803787	1.427320516
11-7	0.917	0.871	0.591	0.541	0.931850506	0.696758264	2.499202526	1.30050578	0.591	1.741340012	1.21187697
11-8	0.949	0.897	0.692	0.661	0.892449047	0.720842774	2.002003665	1.202332028	0.692	1.443129876	1.073020073
11-9	0.946	0.859	0.65	0.7	0.914021325	0.691566934	1.881690255	1.240357541	0.65	1.301314761	1.133713243
11-10	0.915	0.821	0.583	0.867	1.007599112	0.754797218	1.768431539	1.309635039	0.583	1.334807205	1.319587102
11-11	0.928	0.884	0.612	0.562	0.913115772	0.690760532	2.496747961	1.277765558	0.612	1.724654949	1.166747884
11-12	0.936	0.842	0.619	0.815	0.88077211	0.611473369	1.684976955	1.271037233	0.619	1.030318535	1.119494146
11-13	0.925	0.892	0.678	0.8	0.919581045	0.730645185	1.847616277	1.214073426	0.678	1.349951936	1.116438909
11-14	0.868	0.776	0.452	0.655	0.978313956	0.568249913	2.553368789	1.4880969	0.452	1.450951593	1.455825964
11-15	0.913	0.811	0.535	0.732	0.978039915	0.652174882	2.108168696	1.366662906	0.535	1.374894671	1.336650872
11-16	0.828	0.866	0.496	0.452	0.879031035	0.496043852	3.045879521	1.420113882	0.496	1.51088981	1.248324176
11-17	0.877	0.801	0.498	0.926	0.97765565	0.605886199	1.821793707	1.417413773	0.498	1.103799665	1.385742584
11-18	0.949	0.879	0.59	0.516	0.919487584	0.672344721	2.589732786	1.301884582	0.59	1.741193168	1.197066709
11-19	0.904	0.808	0.549	0.846	0.982186708	0.674421022	1.853690733	1.34969226	0.549	1.250167999	1.325649797
11-20	0.953	0.812	0.571	0.716	0.961491642	0.67247349	1.939190751	1.32339079	0.571	1.304054372	1.272429184



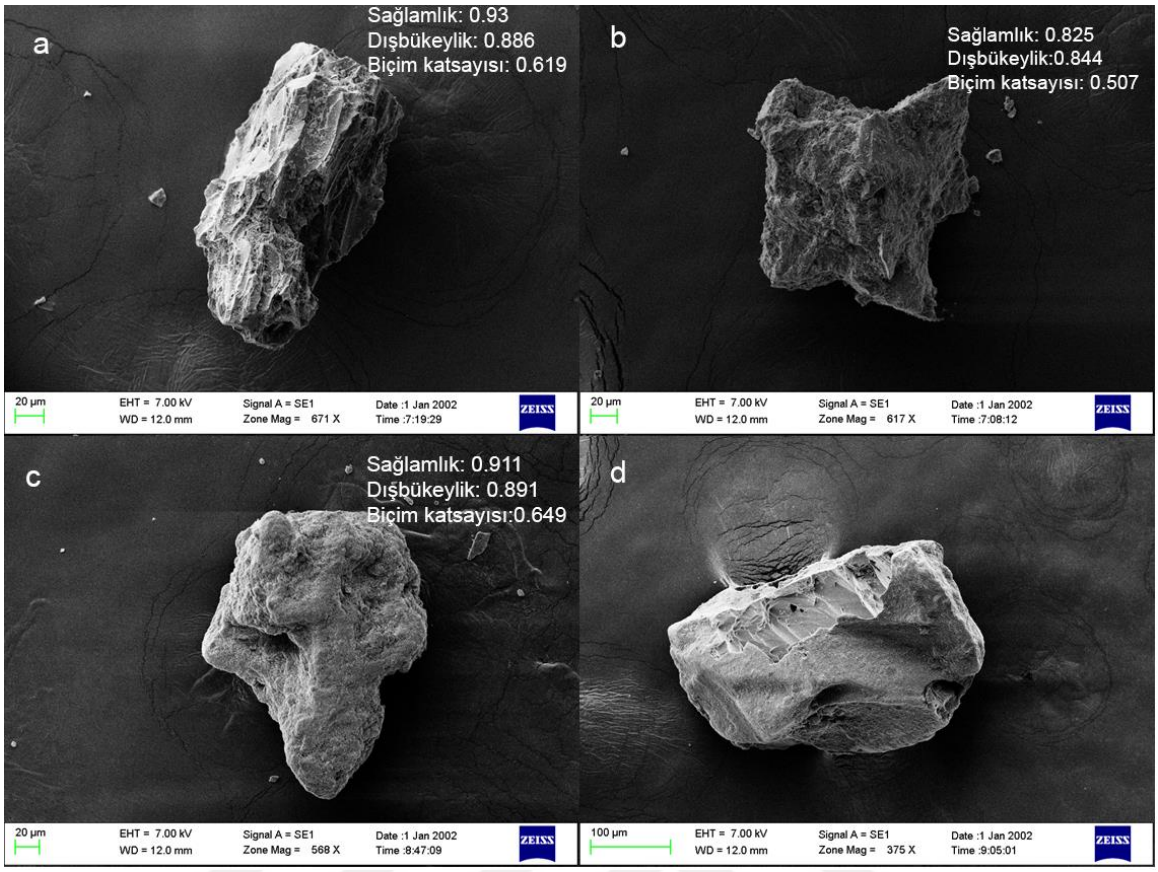
Şekil 5.26. Blast çökellerinin 125-250 µm tane boyundaki Sağlamlık-Dışbükeylik parametresinin diyagramı



Şekil 5. 27. Blast çökellerinin 125-250 µm tane boyundaki Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği

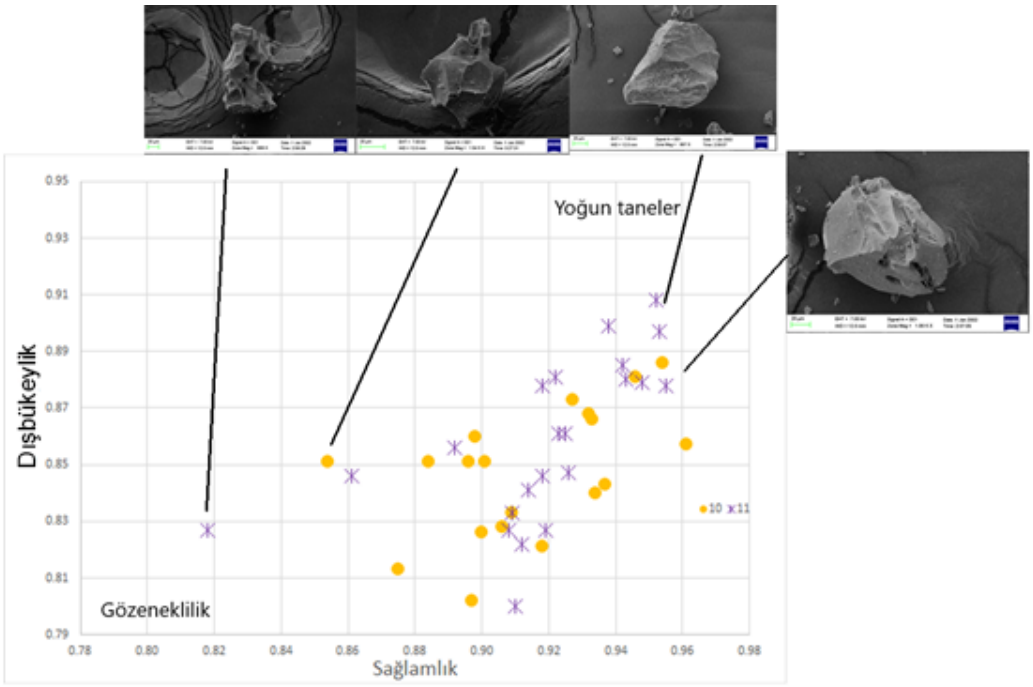
Çizelge 5. 4. 125-250 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
12-1	0.922	0.85	0.587	0.568	0.943645722	0.686107778	2.26667041	1.305514179	0.587	1.555180199	1.23194287
12-2	0.92	0.857	0.622	0.895	0.87078753	0.604801049	1.964141034	1.267697018	0.622	1.187914558	1.103894755
12-3	0.932	0.843	0.598	0.742	0.968193937	0.714264753	2.164652061	1.293001352	0.598	1.54613467	1.251876069
12-4	0.825	0.844	0.507	0.941	1.061276246	0.730930377	2.16574526	1.403854867	0.507	1.583008999	1.489877824
12-5	0.929	0.86	0.617	0.707	0.905049343	0.66386701	2.180795548	1.272945665	0.617	1.44775822	1.152078638
12-6	0.926	0.855	0.637	0.86	0.913543846	0.680026309	1.774612734	1.253194458	0.637	1.206783348	1.144848085
12-7	0.967	0.889	0.698	0.737	0.884608096	0.712498009	1.955342607	1.196760308	0.698	1.393177715	1.058663857
12-8	0.917	0.809	0.561	0.799	0.994353713	0.711666033	1.846149659	1.335202774	0.561	1.313842005	1.327663837
12-9	0.923	0.86	0.6	0.578	0.915574108	0.654621301	2.218438222	1.291292171	0.6	1.452236916	1.182273678
12-10	0.946	0.858	0.642	0.78	0.912934382	0.689227517	1.915124314	1.248469448	0.642	1.319956375	1.139770684
12-11	0.931	0.842	0.603	0.819	0.923143617	0.655736361	1.900317835	1.288290477	0.603	1.246107503	1.189277131
12-12	0.875	0.824	0.534	0.867	0.965138922	0.634711464	1.83646919	1.367946783	0.534	1.165628048	1.320258684
12-13	0.939	0.901	0.652	0.674	0.852624885	0.613056082	2.257011327	1.238345964	0.652	1.383674521	1.055844584
12-14	0.921	0.855	0.617	0.832	0.942952886	0.701801626	1.787267817	1.272740015	0.617	1.254307459	1.200133871
12-15	0.938	0.885	0.671	0.672	0.898009335	0.7120831	2.048517937	1.220719458	0.671	1.458715003	1.096217469
12-16	0.91	0.875	0.607	0.643	0.891031246	0.636722236	2.493923305	1.28333833	0.607	1.587936423	1.143494551
12-17	0.944	0.878	0.66	0.71	0.915238001	0.718460232	2.043408237	1.230820309	0.66	1.468107556	1.126493519
12-18	0.747	0.763	0.318	0.39	0.980162973	0.409469454	3.845887095	1.771975768	0.318	1.574773288	1.736825037
12-19	0.947	0.88	0.665	0.631	0.862667326	0.630452964	1.964840131	1.226195271	0.665	1.238739284	1.057798595
12-20	0.921	0.865	0.516	0.453	0.915932011	0.587075743	3.23484552	1.391468544	0.516	1.899099337	1.274490582
14-1	0.948	0.894	0.662	0.556	0.849709968	0.608534364	2.166407071	1.229390919	0.662	1.318333149	1.044625718
14-2	0.941	0.857	0.643	0.904	0.901034104	0.664663652	1.597037661	1.247362987	0.643	1.061492884	1.123916591
14-3	0.937	0.849	0.59	0.73	0.930794833	0.651885829	2.227255514	1.301465371	0.59	1.451916307	1.211397243
14-4	0.911	0.891	0.649	0.727	0.874855025	0.643328818	2.039290805	1.241259668	0.649	1.311934542	1.085922257
14-5	0.952	0.909	0.729	0.739	0.881580628	0.722741227	1.815836328	1.171491776	0.729	1.312379776	1.032764456
14-6	0.96	0.906	0.758	0.846	0.867633136	0.731305913	1.655757652	1.14847182	0.758	1.210865361	0.996452206
14-7	0.931	0.837	0.553	0.524	0.912824692	0.586833704	2.372997248	1.344666269	0.553	1.392554764	1.227444573
14-8	0.927	0.878	0.653	0.77	0.88404055	0.653148302	1.78166898	1.237740192	0.653	1.163694069	1.09421252
14-9	0.945	0.908	0.686	0.576	0.891543344	0.727006206	2.202166926	1.206982537	0.686	1.600989022	1.076077247
14-10	0.957	0.884	0.696	0.695	0.906298724	0.735796456	1.959815124	1.19903302	0.696	1.442025022	1.086682095
14-11	0.948	0.871	0.645	0.646	0.929403499	0.735882021	2.015736532	1.245379576	0.645	1.483344273	1.157460136
14-12	0.928	0.901	0.594	0.498	0.876940611	0.600350882	3.008892516	1.297702147	0.594	1.806391275	1.138007714
14-13	0.946	0.897	0.721	0.802	0.863081001	0.684577138	1.673474948	1.177764056	0.721	1.14562269	1.01650578
14-14	0.941	0.844	0.635	0.758	0.947624468	0.73538101	1.709242619	1.254929614	0.635	1.256944564	1.189202008
14-15	0.95	0.889	0.667	0.736	0.88696915	0.669223143	1.856436607	1.224742995	0.667	1.242370342	1.086309253
14-16	0.865	0.862	0.579	0.902	0.882982081	0.574514895	1.870177489	1.314685674	0.579	1.074444824	1.160843892
14-17	0.925	0.881	0.632	0.612	0.880623024	0.628387415	2.093407711	1.257635485	0.632	1.31547106	1.107502765
14-18	0.941	0.904	0.695	0.708	0.850854738	0.641724831	1.960459456	1.199434033	0.695	1.258075512	1.02054413
14-19	0.935	0.85	0.641	0.761	0.923757633	0.70027887	1.668338113	1.249328513	0.641	1.168301929	1.15407675

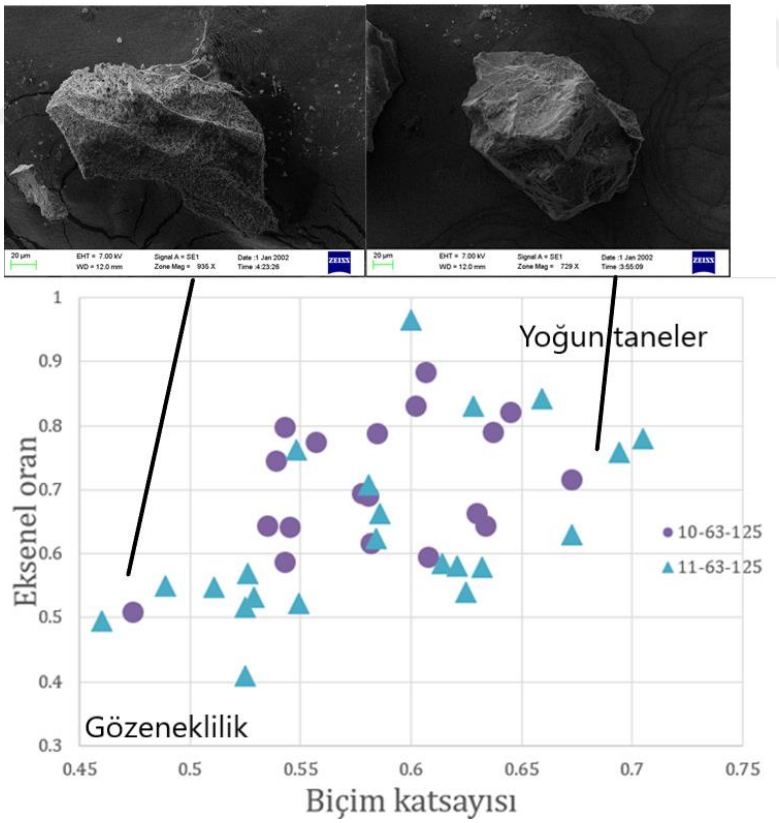


Şekil 5. 28. (a) Çığ akıntısı örneğinde gözlemlenen yüksek gözenekliliğe sahip tane, yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır; (b) Blast örneğinde bulunan düşük sağlamlık değeri alan tane. Tanenin yüzeyinde alterasyon gözlemlenmektedir. (c) Gözenekli cam morfolojisine benzer bir morfoloji sunan göreceli olarak yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri alan tane, (d) Yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tane.

63-125 µm tane boyundaki örneklerin analiz sonuçlarına göre (Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6); C-20-10 örneğinde sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri gözenekli tanelerde düşük değerler alırken, bloksu taneler daha yüksek değerler almaktadır (Şekil 5.29 ve Şekil 5.30). C-20-10 örneğinde pomza parçaları ve gözenekli camlar daha düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 5.29). C-20-11 örneğinde gözenekli taneler ve bazı cam kıymıkları düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı (Şekil 5.30) değerlerine sahiptir. Bloksu tanelerin sağlamlık, dışbükeylik değerleri yüksektir (Şekil 5.29).



Şekil 5. 29. 63-125 µm tane boyutundaki çığ akıntı ürünlerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı



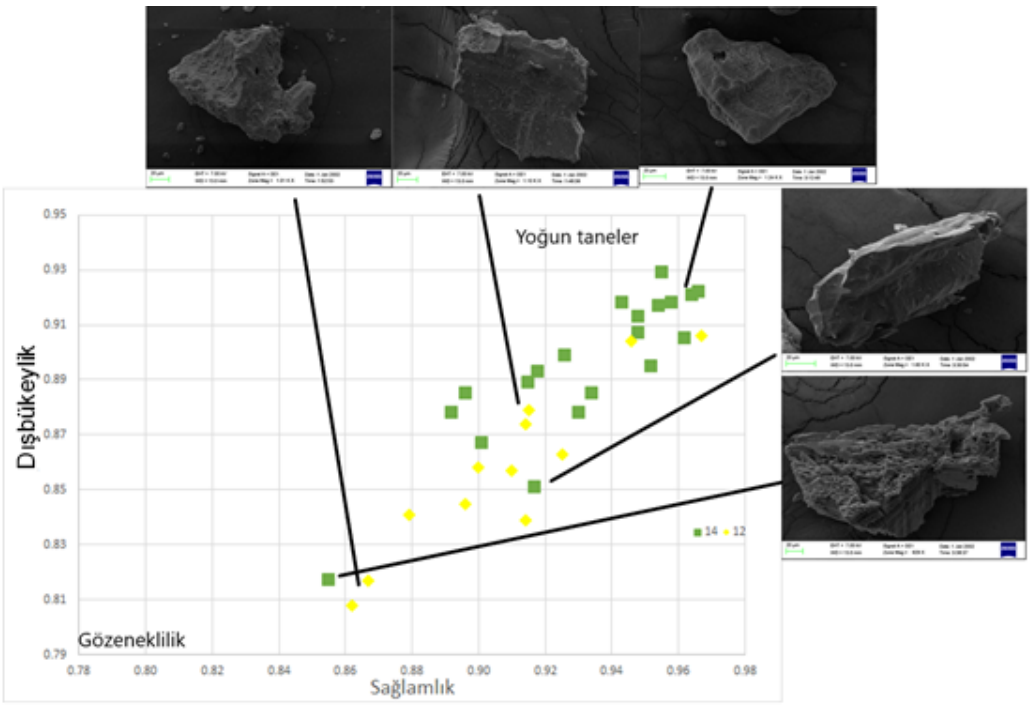
Şekil 5. 30. 63-125 µm tane boyutundaki çığ akıntısı ürünlerine ait Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği

Çizelge 5. 5. 63-125 mikrometre tane boyundaki çığ akıntısı ürünlerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

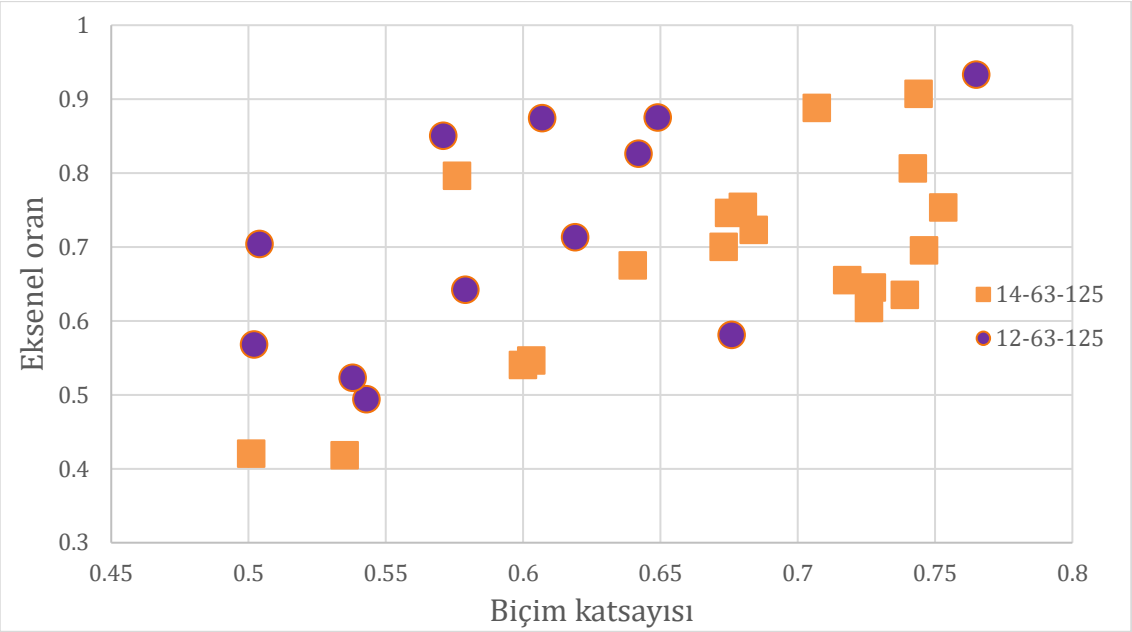
Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
10-1	0.90	0.86	0.607	0.883	0.971982759	0.73154961	1.851569643	1.282353812	0.607	1.35451505	1.246425796
10-2	0.93	0.87	0.63	0.663	0.921524664	0.681547619	2.150950077	1.259558336	0.63	1.465974903	1.160714072
10-3	0.85	0.85	0.543	0.798	0.888535032	0.555335968	2.402135231	1.355362571	0.543	1.333992095	1.204287125
10-4	0.92	0.82	0.545	0.642	0.966129032	0.66765172	2.219257169	1.35335821	0.545	1.481690865	1.307518658
10-5	0.96	0.86	0.637	0.789	0.917279412	0.68672278	1.899810217	1.251754107	0.637	1.304642954	1.148208271
10-6	0.90	0.85	0.581	0.69	0.893987342	0.593578166	2.166542701	1.310611913	0.581	1.286012442	1.171670461
10-7	0.95	0.89	0.645	0.82	0.89039039	0.656767956	1.853395318	1.244465045	0.645	1.217250654	1.108059717
10-8	0.77	0.84	0.428	0.671	0.921568627	0.468142851	2.566393669	1.526227725	0.428	1.201438849	1.406523589
10-9	0.88	0.85	0.535	0.643	0.889460154	0.559878102	2.685038984	1.366975097	0.535	1.503294531	1.215869881
10-10	0.93	0.84	0.582	0.616	0.976708075	0.728326453	1.926313495	1.309939831	0.582	1.402985075	1.27942881
10-11	0.90	0.83	0.557	0.773	0.932055749	0.624803459	2.013211702	1.338361979	0.557	1.257861635	1.247427977
10-12	0.94	0.84	0.602	0.831	0.913432836	0.653664044	2.075500084	1.288696232	0.602	1.356679779	1.177137454
10-13	0.95	0.88	0.673	0.716	0.890670554	0.681001021	1.901154942	1.218738199	0.673	1.294688458	1.085494226
10-14	0.91	0.83	0.543	0.587	0.940993789	0.618601748	2.324924319	1.357597012	0.543	1.438202247	1.277490356
10-15	0.90	0.80	0.539	0.745	0.99	0.6748	1.892264375	1.359886671	0.539	1.2769	1.346287804
10-16	0.93	0.87	0.634	0.644	0.915254237	0.68008658	2.109166136	1.255206262	0.634	1.434415584	1.14883285
10-17	0.875	0.813	0.474	0.508	0.985759494	0.599019608	2.83797054	1.451298975	0.474	1.7	1.430631743
10-18	0.896	0.851	0.578	0.693	0.896166134	0.593333333	2.18404908	1.313920606	0.578	1.295869121	1.17749115
10-19	0.909	0.833	0.585	0.787	0.941368078	0.662714601	1.745751844	1.305660353	0.585	1.156935237	1.229106978
10-20	0.927	0.873	0.608	0.594	0.891791045	0.619084821	2.250225347	1.280203127	0.608	1.393080357	1.141673685
11-1	0.95	0.91	0.705	0.779	0.88378477	0.701330279	1.946656486	1.191023298	0.705	1.365249137	1.052608251
11-2	0.94	0.89	0.659	0.843	0.922444577	0.716302463	1.901582545	1.232143915	0.659	1.362108261	1.136584472
11-3	0.91	0.82	0.511	0.548	0.954368575	0.598034382	2.581392523	1.398679646	0.511	1.543761483	1.3348559
11-4	0.89	0.86	0.584	0.623	0.928707707	0.662721507	2.287645371	1.309086667	0.584	1.516071788	1.215758877
11-5	0.92	0.83	0.6	0.965	0.947421502	0.68653488	1.639903322	1.290474488	0.6	1.125850831	1.222623277
11-6	0.91	0.80	0.489	0.55	1.010009206	0.673269361	2.415767562	1.429668562	0.489	1.626462282	1.44397841
11-7	0.91	0.83	0.526	0.569	0.931411427	0.62395866	2.82654208	1.378540104	0.526	1.763645409	1.283988005
11-8	0.93	0.85	0.581	0.708	0.920562101	0.630041812	2.002964554	1.312017947	0.581	1.261951417	1.207793998
11-9	0.92	0.88	0.632	0.578	0.885828492	0.633290624	2.127640335	1.25787412	0.632	1.347414674	1.114260735
11-10	0.96	0.88	0.694	0.759	0.903723358	0.722180497	1.730987213	1.200339201	0.694	1.250085205	1.084774573
11-11	0.94	0.88	0.621	0.581	0.882665252	0.628586878	2.326661685	1.269021429	0.621	1.462509006	1.12012112
11-12	0.95	0.88	0.625	0.54	0.886776589	0.647946969	2.372258015	1.264651922	0.625	1.53709739	1.121463718
11-13	0.86	0.85	0.548	0.762	0.944457487	0.629933095	2.06137933	1.350721053	0.548	1.29853106	1.27569861
11-14	0.86	0.76	0.406	0.529	1.019858222	0.581420869	3.063277243	1.568858377	0.406	1.781053315	1.600013115
11-15	0.92	0.88	0.586	0.663	0.880954541	0.58001538	2.411666214	1.305975406	0.586	1.398803496	1.150504965
11-16	0.91	0.84	0.525	0.516	0.937405973	0.62535773	2.775890396	1.379534118	0.525	1.735924517	1.293183522
11-17	0.93	0.86	0.628	0.831	0.90818662	0.664971789	1.811152493	1.261469286	0.628	1.204365313	1.145649528
11-18	0.95	0.90	0.673	0.629	0.874764652	0.672413836	2.044367862	1.218880502	0.673	1.374661235	1.066233578
11-19	0.91	0.83	0.529	0.532	0.972737778	0.665754525	2.430319289	1.374727942	0.529	1.617996065	1.337249804
11-20	0.92	0.86	0.525	0.409	0.871762165	0.512946124	3.081837046	1.38060977	0.525	1.580816366	1.203563362
11-21	0.94	0.90	0.614	0.584	0.881728053	0.625095014	2.711391539	1.276651372	0.614	1.694877331	1.125659329
11-22	0.92	0.85	0.549	0.523	0.950065085	0.671243212	2.474735912	1.350101648	0.549	1.661149683	1.282684437
11-23	0.82	0.83	0.46	0.495	1.033411784	0.665391535	2.661085937	1.473783523	0.46	1.770664057	1.523025259

C-20-12 örneğinde cam kıymıkları göreceli olarak daha düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 5.31 ve Şekil 5.32). Daha temiz tane yüzeylerine sahip bloksu morfoloji gösteren taneler yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 5.31 ve Şekil 5.32). Bazı altere tanelerde de sağlamlık, dışbükeylik değerleri göreceli olarak düşük değerler almaktadır. C-20-14 örneğinde, sağlamlık değerleri yüksektir (Çizelge 5.6)

C-20-12 örneği C-20-14 örneğine göre göreceli olarak daha düşük biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.32 ve Çizelge 5.6)



Şekil 5. 31. 63-125 µm tane boyutundaki blast çökellerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı

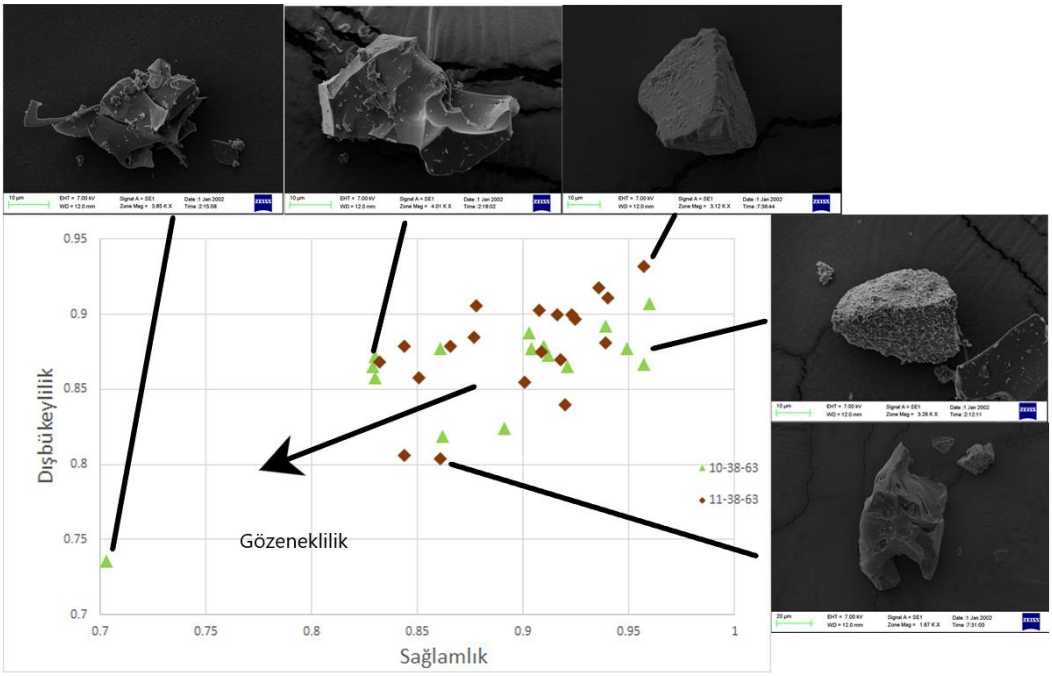


Şekil 5. 32. 63-125 µm tane boyutundaki Blast çökellerine ait Biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği

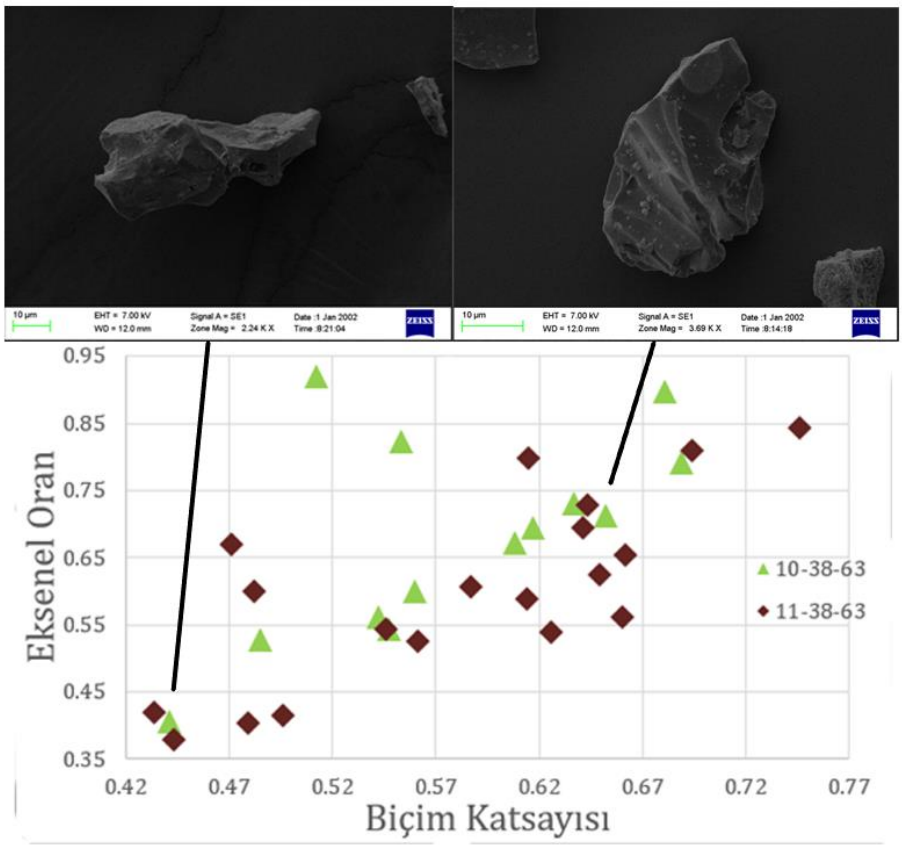
Çizelge 5. 6. 63-125 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
12-1	0.90	0.86	0.543	0.90913926	0.58447179	2.71037667	1.584138703	1.357521733	0.543	1.584138703	1.234176304
12-2	0.93	0.86	0.649	0.889874546	0.657358753	1.739268938	1.143323661	1.241083166	0.649	1.143323661	1.10440832
12-3	0.87	0.82	0.502	0.955585195	0.602746312	2.516361864	1.516727833	1.411127717	0.502	1.516727833	1.348452755
12-4	0.91	0.84	0.579	0.96660954	0.704420245	2.097421482	1.477466154	1.314246364	0.579	1.477466154	1.270363073
12-5	0.86	0.81	0.504	0.954147855	0.590969128	2.257089622	1.333870285	1.408709749	0.504	1.333870285	1.344117385
12-6	0.91	0.87	0.619	0.941375602	0.69898529	2.260608823	1.580132314	1.270863954	0.619	1.580132314	1.19636032
12-7	0.91	0.86	0.607	0.911114471	0.641377821	1.74312677	1.118002849	1.283722739	0.607	1.118002849	1.169618364
12-8	0.90	0.85	0.538	0.964610843	0.682446859	2.512440016	1.714606797	1.363026323	0.582	1.714606797	1.31478997
12-9	0.95	0.90	0.676	0.854337304	0.630051673	2.327393623	1.466378246	1.216213859	0.676	1.466378246	1.039056869
12-10	0.92	0.88	0.642	0.852762399	0.594790574	1.931229446	1.14867707	1.248112674	0.642	1.14867707	1.064343558
12-11	0.97	0.91	0.765	0.8648767	0.728945664	1.52425198	1.111096872	1.143106289	0.765	1.111096872	0.988645995
12-12	0.88	0.84	0.571	0.999235839	0.735172855	1.798001475	1.321841877	1.323702875	0.571	1.321841877	1.322691353
14-1	0.96	0.93	0.726	0.617	0.801867947	0.596749469	2.026907761	1.173354031	0.726	1.209556131	0.940874987
14-2	0.94	0.92	0.673	0.7	0.832713642	0.603320255	2.241736873	1.218919338	0.673	1.352485261	1.015010761
14-3	0.93	0.89	0.707	0.888	0.888774194	0.713390461	1.583737449	1.189412016	0.707	1.129823189	1.057118706
14-4	0.90	0.89	0.603	0.546	0.957804055	0.754664492	2.321487857	1.287956947	0.603	1.751944454	1.233610386
14-5	0.95	0.91	0.744	0.907	0.867662471	0.713756431	1.571449809	1.15931842	0.744	1.121632407	1.005897085
14-6	0.92	0.89	0.68	0.754	0.892544354	0.697738164	1.803040358	1.212426127	0.68	1.258050068	1.082144095
14-7	0.89	0.88	0.535	0.418	0.910182483	0.625918512	3.236168952	1.367373915	0.535	2.025578055	1.244559785
14-8	0.95	0.91	0.742	0.806	0.828238648	0.648419394	1.711440981	1.1609502	0.742	1.109731524	0.961543824
14-9	0.92	0.89	0.6	0.54	0.884058607	0.59728621	2.629690386	1.290760788	0.6	1.570677805	1.141108184
14-10	0.95	0.92	0.753	0.753	0.859978835	0.713025552	1.775987254	1.152043685	0.753	1.266324292	0.990733186
14-11	0.93	0.88	0.64	0.675	0.90990135	0.696778537	2.088094292	1.2502558	0.64	1.454939287	1.13760944
14-12	0.96	0.92	0.746	0.695	0.845714826	0.680495667	1.868792871	1.15814499	0.746	1.271705452	0.979460389
14-13	0.96	0.91	0.718	0.655	0.893345611	0.763054224	2.025169987	1.180187329	0.718	1.545314513	1.05431517
14-14	0.92	0.85	0.501	0.42	0.919138727	0.558046308	3.221753443	1.412621389	0.501	1.797887614	1.298395025
14-15	0.97	0.92	0.739	0.635	0.843333096	0.670260544	2.096355339	1.16308251	0.739	1.405104269	0.980865975
14-16	0.90	0.87	0.576	0.796	0.905023212	0.602834333	2.117173245	1.318096341	0.576	1.27630472	1.192907784
14-17	0.93	0.90	0.684	0.723	0.861997334	0.648728419	1.882493714	1.20925863	0.684	1.221227171	1.042377715
14-18	0.95	0.90	0.675	0.746	0.870223633	0.664276557	2.024072074	1.217116345	0.675	1.344543628	1.059163407
14-19	0.86	0.82	0.438	0.48	0.986352192	0.572238149	2.90083978	1.510298871	0.438	1.659971187	1.489686603
14-20	0.96	0.92	0.727	0.645	0.816299562	0.62259358	2.0739309	1.17250432	0.727	1.291216064	0.957114763

38-63 μm tane boyundaki örneklerin analiz sonuçlarına göre çığ akıntısı örnekleri geniş bir değer aralığında yer almaktadır (Çizelge 5.7), blast örnekleri genellikle yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Çizelge 5.8). C-20-10 örneğinde bazı pomza parçalarının sağlamlık ve dışbükeylik değerleri yüksektir (Şekil 5.33). C-20-0-11 örneğinde gözenekli tanelerde sağlamlık ve dışbükeylik değerleri düşüktür (Şekil 5.33). Bazı gözenek duvarı parçalarında yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.37).



Şekil 5.33. 38-63 μm tane boyutundaki çığ akıntı ürünlerinin Sağlamlık-Dışbükeylik diyagramı

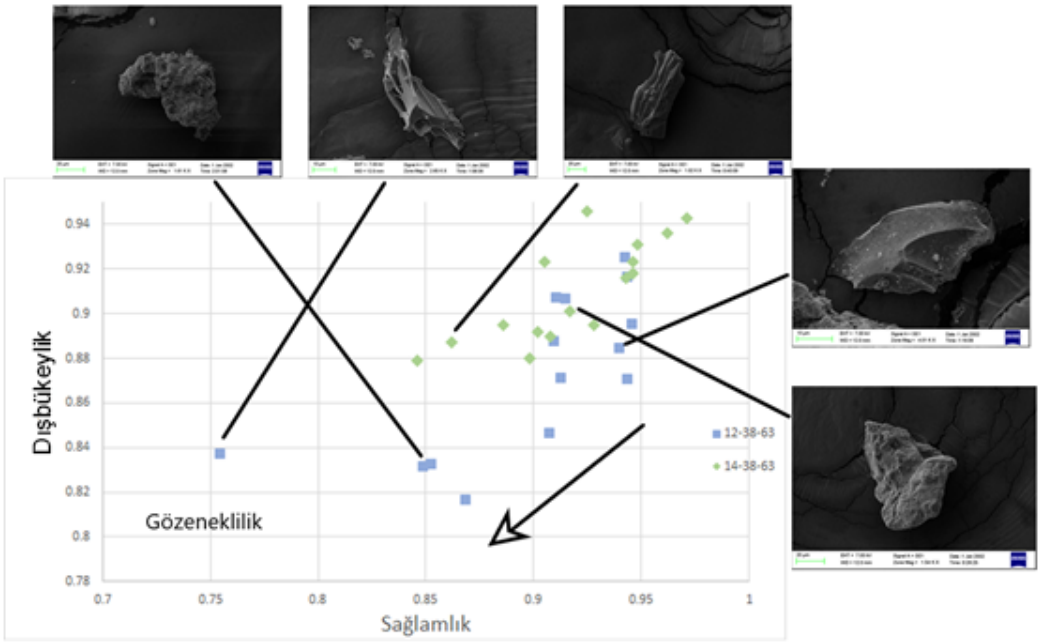


Şekil 5.34. 63-125 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı örneklerinin biçim katsayısı-eksenel oran diyagramları

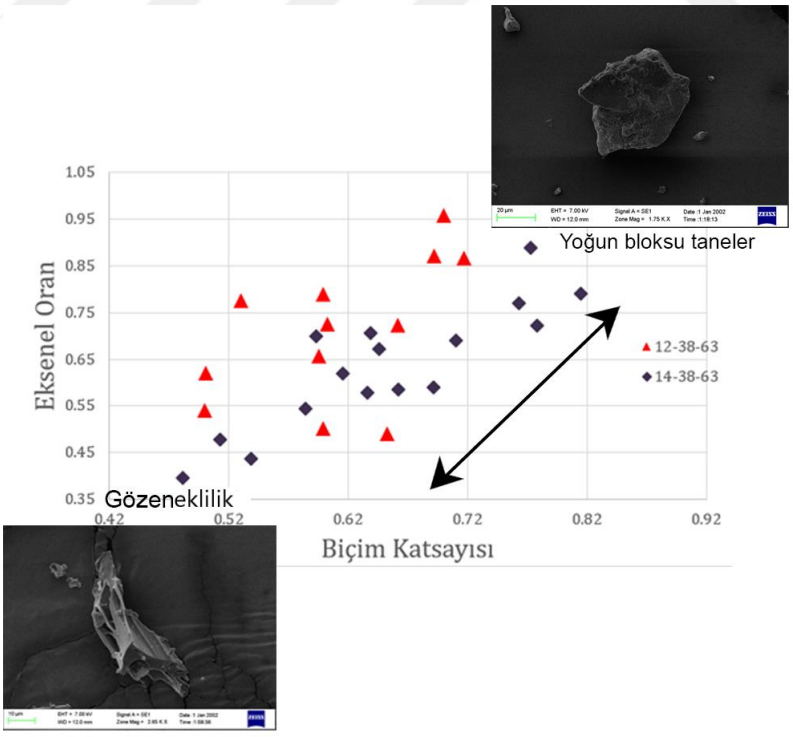
Blast örneklerinde 38-63 mikrometre tane boyutunda biçim katsayısı değerleri gözenekliliği yüksek tanelerde düşük; bloksu ve düşük gözenekli taneler ise yüksek değerler almaktadır (Şekil 5.36). C-20-12 örneğinde yüksek alterasyon gösteren piroklastların sağlamlık, dışbükeylik parametreleri düşük değerler almaktadır. Bloksu ve bazı altere partiküllerin sağlamlık, dışbükeylik göreceli olarak yüksektir (Şekil 5.35). C-20-14 örneğinde gözenek duvarı parçaları (cam kıymıkları) düşük sağlamlık, dışbükeylik (Şekil 5.35) ve biçim katsayısı (Şekil 5.36) değerleri almaktadır. Bazı altere ve daha bloksu taneler yüksek sağlamlık, dışbükeylik (Şekil 5.35) ve biçim katsayısı (Şekil 5.36) değerleri almaktadır.

Çizelge 5. 7. 38-63 mikrometre tane boyundaki çığ akıntısı ürünlerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

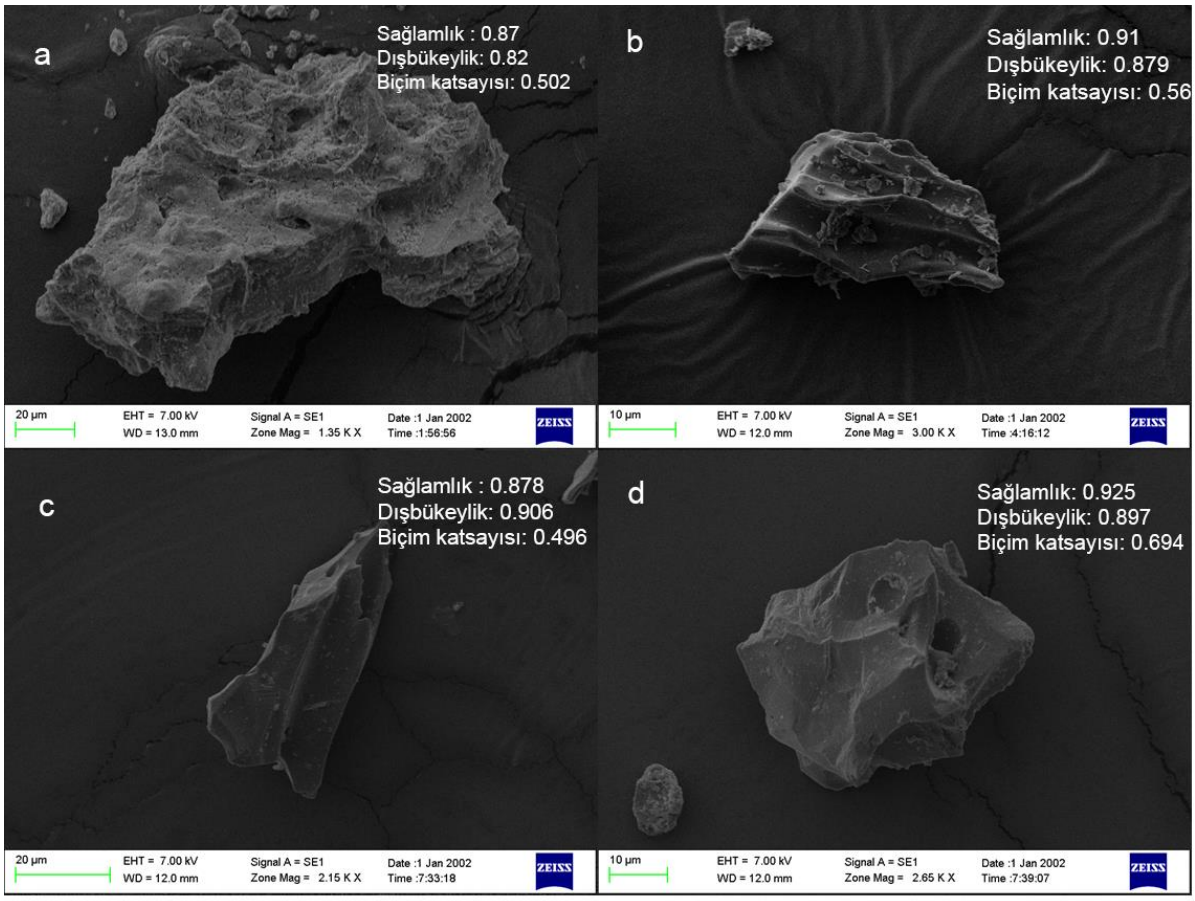
Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
10-1	0.83	0.858	0.441	0.407	0.976664957	0.592771329	3.251871159	1.506102227	0.441	1.92761599	1.470957267
10-2	0.957	0.867	0.652	0.713	0.935292618	0.743911851	1.897958202	1.238009832	0.652	1.411913599	1.157901457
10-3	0.921	0.865	0.608	0.673	0.877573576	0.597279634	2.157538887	1.282636741	0.608	1.288654036	1.125608112
10-4	0.912	0.873	0.617	0.696	0.86271195	0.585902467	1.849697423	1.272632873	0.617	1.083742283	1.097915587
10-5	0.891	0.824	0.553	0.824	0.917345386	0.592667385	1.699329464	1.344566931	0.553	1.00713715	1.23343227
10-6	0.703	0.736	0.295	0.587	1.102984088	0.483645127	3.399053741	1.841114533	0.295	1.643935778	2.030720035
10-7	0.939	0.892	0.637	0.731	0.922737602	0.693459999	2.23709329	1.252738782	0.637	1.551334711	1.15594918
10-8	0.83	0.872	0.547	0.543	0.889530633	0.567806645	2.538960421	1.352481064	0.547	1.441638599	1.203073338
10-9	0.96	0.907	0.689	0.791	0.911112144	0.730042356	1.97657004	1.204763262	0.689	1.442979848	1.097674439
10-10	0.903	0.888	0.42	0.258	0.888480327	0.468464014	4.187774459	1.542178439	0.42	1.961821633	1.370195203
10-11	0.829	0.865	0.412	0.355	0.933119235	0.536381634	4.284859451	1.557597805	0.412	2.298319912	1.453424473
10-12	0.861	0.877	0.512	0.921	0.928329349	0.564259885	2.323201934	1.39744647	0.512	1.310889655	1.297290572
10-13	0.862	0.819	0.485	0.528	0.95793264	0.566996759	2.638934113	1.436252678	0.485	1.496267089	1.375833319
10-14	0.91	0.879	0.56	0.6	0.945293105	0.680760291	2.483953797	1.336116829	0.56	1.69097711	1.263022026
10-15	0.949	0.877	0.681	0.898	0.939831115	0.766842631	1.784446314	1.211852558	0.681	1.368389506	1.13893674
10-16	0.904	0.877	0.542	0.562	0.874817249	0.538531849	2.960642838	1.358500601	0.542	1.594400462	1.188439758
11-1	0.861	0.804	0.471	0.671	0.996192817	0.632622708	2.664913469	1.45783934	0.471	1.685884776	1.452289079
11-2	0.936	0.918	0.66	0.561	0.823415796	0.573059077	2.380154089	1.230859858	0.66	1.363968906	1.01350945
11-3	0.878	0.906	0.496	0.416	0.850099561	0.476140822	3.391672169	1.419541693	0.496	1.614913576	1.20675177
11-4	0.908	0.903	0.445	0.295	0.853010399	0.463522444	4.694369925	1.498950052	0.445	2.17594582	1.278619982
11-5	0.909	0.875	0.643	0.729	0.909963464	0.689974768	1.89399015	1.247143898	0.643	1.306805413	1.134855382
11-6	0.957	0.932	0.746	0.844	0.849295964	0.686007914	1.617530373	1.157689183	0.746	1.109638638	0.983220752
11-7	0.925	0.897	0.694	0.809	0.853051936	0.647277223	1.836759353	1.200707542	0.694	1.188892494	1.024265894
11-8	0.94	0.911	0.626	0.539	0.867200811	0.614168623	2.685253317	1.263652851	0.626	1.649198333	1.095840777
11-9	0.844	0.806	0.482	0.6	0.974074465	0.599378032	2.530813341	1.440975087	0.482	1.516913918	1.403617037
11-10	0.844	0.879	0.479	0.403	0.961109545	0.636405307	3.467381749	1.444252923	0.479	2.206660146	1.388085269
11-11	0.832	0.868	0.434	0.42	0.964184491	0.605563382	3.937830972	1.518068165	0.434	2.384606241	1.463697782
11-12	0.918	0.87	0.641	0.695	0.942377773	0.738252718	1.872697296	1.249219234	0.641	1.382523869	1.17723644
11-13	0.901	0.855	0.587	0.608	0.931581795	0.67392741	2.243766842	1.304908906	0.587	1.512135977	1.215629381
11-14	0.877	0.885	0.546	0.544	0.898217295	0.595395564	2.813898561	1.353427719	0.546	1.67538272	1.215672185
11-15	0.923	0.9	0.662	0.655	0.915122018	0.721572816	2.021622535	1.22936783	0.662	1.458747865	1.12502157
11-16	0.939	0.881	0.649	0.624	0.891297865	0.674369226	2.231274356	1.24097411	0.649	1.50470276	1.106077575
11-17	0.866	0.879	0.561	0.525	0.898451201	0.614774751	2.73658282	1.3354975	0.561	1.682382022	1.199879334
11-18	0.916	0.9	0.614	0.588	0.841664393	0.554041474	2.546088905	1.276402911	0.614	1.41063885	1.074302882
11-19	0.851	0.858	0.443	0.379	0.927465182	0.559544944	3.908832645	1.502489651	0.443	2.187167542	1.393506838
11-20	0.92	0.84	0.615	0.799	0.92400209	0.672837083	1.779265098	1.275038421	0.615	1.197155538	1.178138166



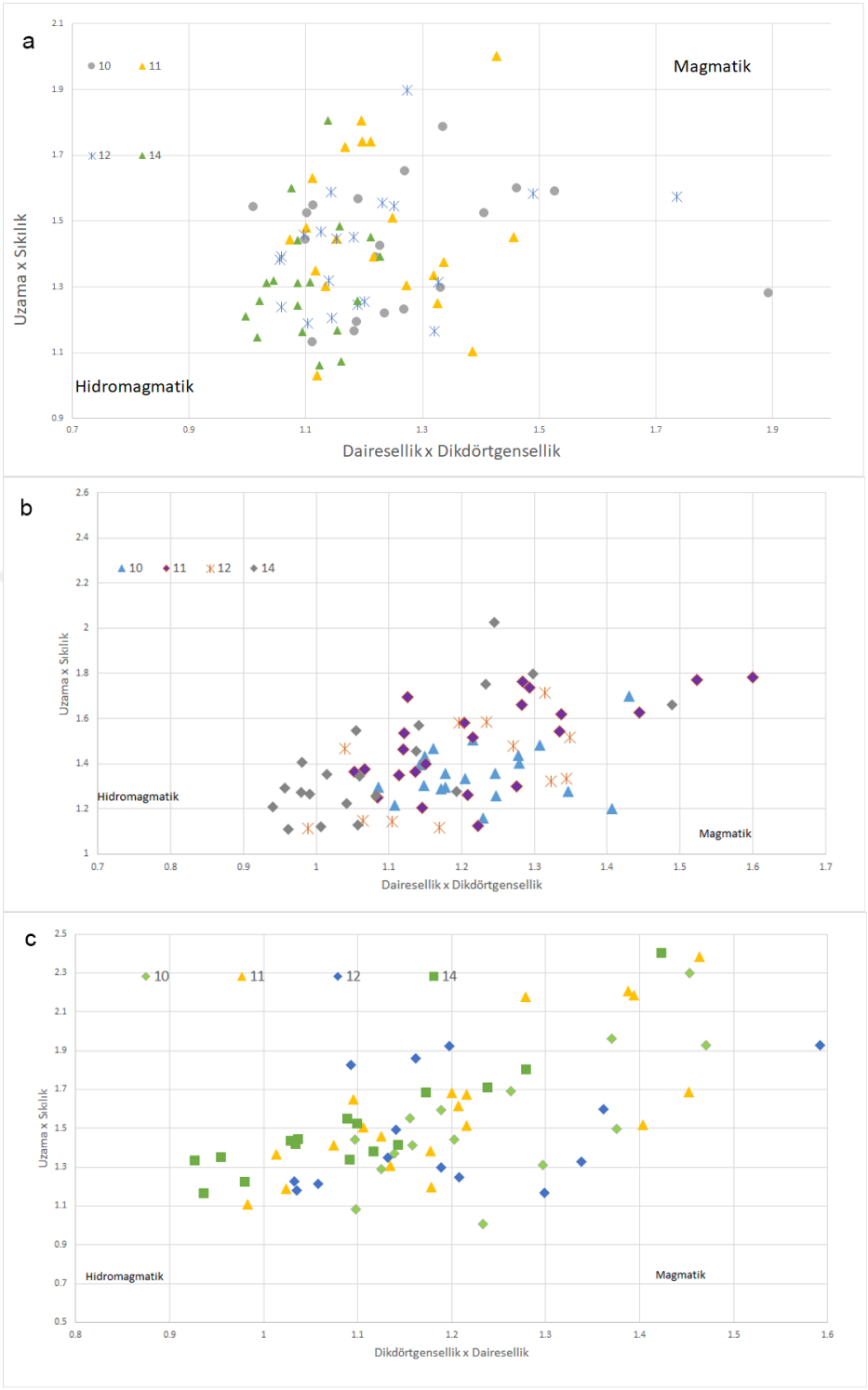
Şekil 5.35. 38-63 µm tane boyutundaki Blast çökellerine ait sağlamlık-dışbükeylik grafiği



Şekil 5. 36. 38-63 µm tane boyutundaki Blast örneklerine ait biçim katsayısı-Eksenel oran grafiği



Şekil 5. 37. (a) 63-125 mikrometre tane boyutunda düşük gözenekli blast tanesi, (b) 38-63 mikrometre boyutunda çığ akıntısı örneğinden alınmış cam kıymığı, (c) Çığ akıntısı örneğinden alınmış cam kıymığı örneği, (d) Çığ akıntısı örneğinden alınan gözenekli ve yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır.



Şekil 5.38. Dikdörtgensellik x Dairesellik – Uzama x Sıkılık grafikleri (a) 125-250 mikrometre tane boyu, (b) 63-125 mikrometre tane boyu ve (c) 38-63 mikrometre tane boyunu temsil etmektedir.

Çizelge 5. 8. 38-63 mikrometre tane boyundaki blast çökellerinin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
12-1	0.908	0.846	0.599	0.789	0.935000805	0.674158411	1.85188279	1.291622238	0.599	1.248462359	1.207667832
12-2	0.944	0.916	0.717	0.866	0.874750527	0.703391513	1.746454571	1.180798046	0.717	1.228441323	1.032903713
12-3	0.94	0.884	0.599	0.501	0.89933929	0.666597326	2.793354455	1.292156015	0.599	1.86204261	1.162086673
12-4	0.911	0.907	0.497	0.317	0.844175116	0.489920088	3.92818623	1.418979549	0.497	1.924497343	1.197867225
12-5	0.915	0.906	0.692	0.871	0.860886067	0.653150958	1.806096576	1.202121594	0.692	1.179653708	1.034889731
12-6	0.913	0.871	0.596	0.656	0.874004655	0.590271835	2.285167388	1.295101449	0.596	1.348869947	1.131924695
12-7	0.944	0.87	0.662	0.724	0.928718594	0.728531448	2.050219309	1.228837897	0.662	1.493649242	1.141244603
12-8	0.853	0.832	0.5	0.541	0.962819563	0.597875481	2.67138686	1.41423043	0.5	1.597156702	1.361648724
12-9	0.943	0.925	0.653	0.491	0.88354822	0.707882604	2.581481775	1.237305509	0.653	1.827386042	1.093219079
12-10	0.946	0.895	0.7	0.957	0.885718888	0.699720684	1.737546413	1.194878265	0.678	1.215797164	1.058326248
12-11	0.849	0.831	0.501	0.621	0.947252397	0.574881453	2.307037218	1.412859531	0.501	1.326272908	1.338334577
12-12	0.869	0.816	0.53	0.775	0.945696803	0.603404086	1.937187233	1.373780264	0.53	1.168906691	1.299179604
12-13	0.755	0.837	0.343	0.352	0.932466723	0.395169531	4.875318635	1.707671424	0.343	1.926577381	1.592346777
12-14	0.91	0.887	0.603	0.726	0.923076248	0.664074401	1.952852652	1.288077653	0.603	1.296839454	1.188993887
14-1	0.917	0.901	0.616	0.62	0.863501614	0.594411134	2.563932679	1.27369874	0.616	1.524030131	1.099840918
14-2	0.928	0.895	0.639	0.705	0.892933515	0.652015042	2.111925867	1.251011515	0.639	1.377007433	1.117070109
14-3	0.946	0.918	0.692	0.59	0.85599021	0.664469363	2.154376836	1.202541496	0.692	1.431517403	1.029363748
14-4	0.902	0.892	0.584	0.545	0.896785895	0.603977982	2.788307312	1.308432008	0.584	1.684076225	1.173383369
14-5	0.862	0.887	0.539	0.436	0.909762618	0.603586868	2.833036102	1.361748729	0.539	1.709983388	1.238868089
14-6	0.946	0.923	0.763	0.769	0.856027548	0.717475967	1.703710729	1.144848271	0.763	1.222371502	0.980021658
14-7	0.908	0.89	0.636	0.579	0.870538429	0.614641717	2.175727471	1.25431768	0.636	1.337292869	1.091931742
14-8	0.905	0.923	0.646	0.672	0.875930541	0.631665139	2.44951017	1.24416735	0.646	1.547270182	1.089804179
14-9	0.971	0.943	0.815	0.791	0.862235684	0.781640165	1.72814774	1.107437873	0.815	1.350789685	0.954872452
14-10	0.948	0.931	0.773	0.889	0.823045128	0.667054263	1.740883455	1.137735026	0.773	1.16126373	0.936407271
14-11	0.886	0.895	0.513	0.478	0.916341871	0.576409886	3.124344813	1.396154428	0.513	1.800903239	1.27935476
14-12	0.846	0.879	0.482	0.396	0.988189644	0.708443838	3.390880583	1.440485073	0.482	2.402248455	1.423472431
14-13	0.943	0.916	0.71	0.69	0.871562162	0.706428868	2.003236088	1.186981441	0.71	1.415143801	1.034528111
14-14	0.925	0.946	0.662	0.585	0.843834008	0.60311414	2.392093851	1.228795083	0.662	1.442705627	1.03689908
14-15	0.898	0.88	0.593	0.699	0.880416439	0.597919594	2.358723474	1.298902006	0.593	1.410326982	1.143574679
14-16	0.962	0.936	0.778	0.723	0.817263747	0.674745733	1.973009866	1.1340475	0.778	1.331279989	0.926815909

5.7. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

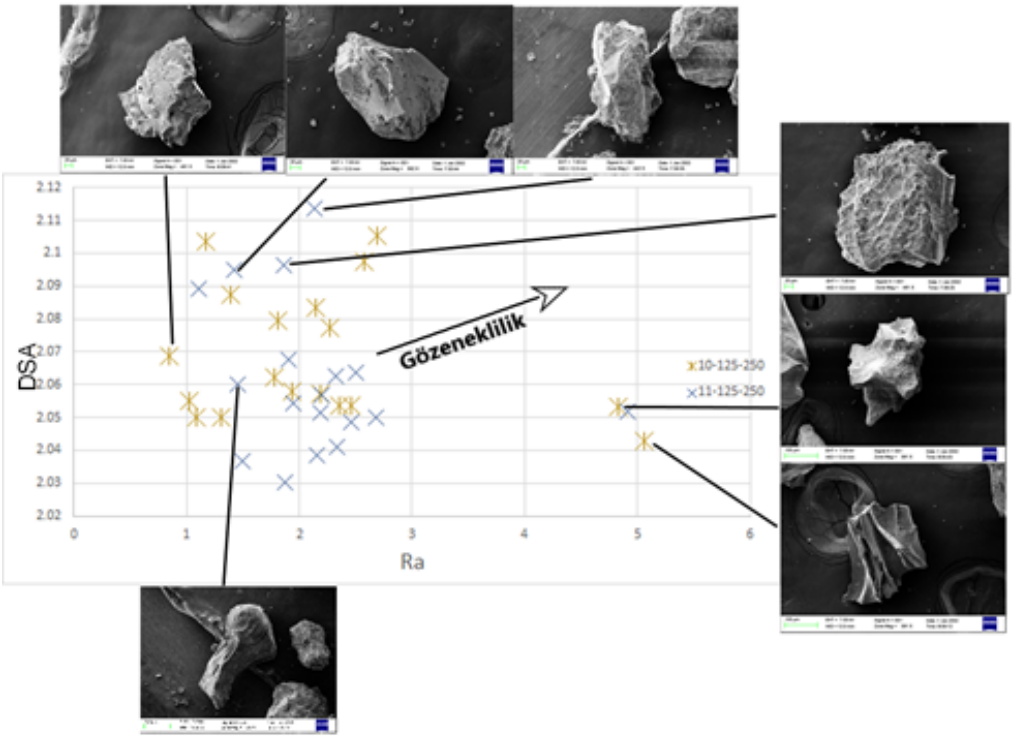
Üç boyutlu analizler 125-250 µm, 63-125 µm ve 38-63 µm tane boyu aralıkları arasında yapılmıştır. Pürüzlülük (Ra); Fraktal boyut (DSA); SA/V; SA/PA değerleri hesaplanmıştır. Yükseklik modeli (DEM) verileri üzerinden hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 5.51)

125-250 µm tane boyundaki çığ akıntısı örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 5.9'de ve blast örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 5.10'da verilmektedir. Çığ akıntısı örneklerinin SA/V ve SA/PA değerlerinde morfolojilerine göre belirgin bir ayrımlanma gözlemlenmemektedir (Şekil 5.41) Bununla beraber blast örneklerinin DSA, SA/PA ve SA/V değerleri düşük değer aralıklarında yer almaktadır (Şekil 5.41)

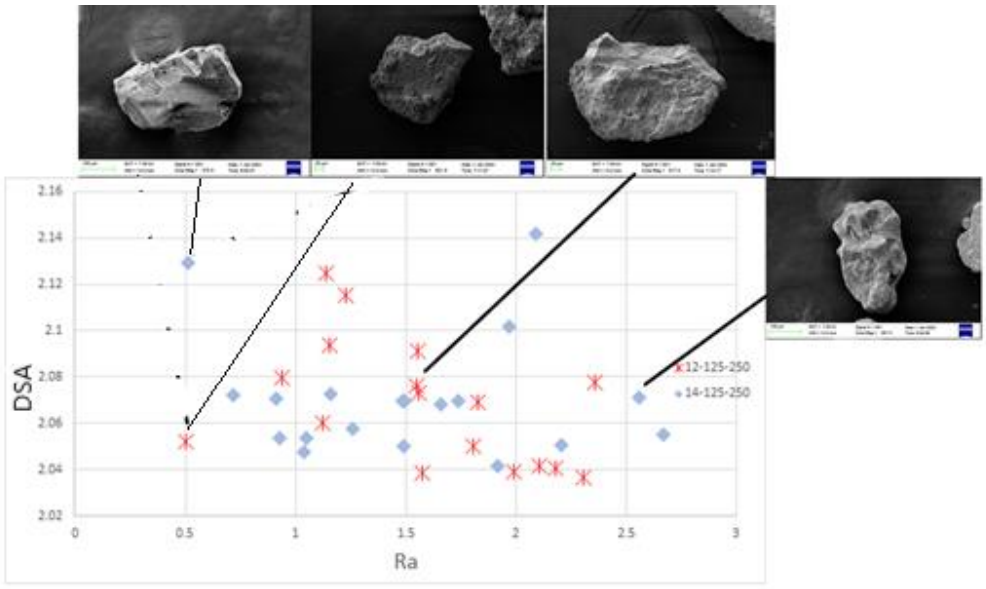
C-20-10 örneğinde bloksu tanelerde Ra, SA/V, SA/PA ve DSA değerleri düşüktür (Şekil 5.42a). Gözenekliliği yüksek olan piroklastlarda yüksek DSA ve Ra değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 5.39). Cam kıymıkları (gözenek duvar parçası) göreceli olarak daha düşük DSA ve yüksek pürüzlülük ve SA/V değerine sahiptir (Şekil 5.42b). Bunun sebebi kopan camın kopuş şekli ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Merceksi (lenticular) gözeneklere sahip olan bazı tanelerde pürüzlülük çok düşüktür (Şekil 5.39). Bloksu tanelerden yüzeyleri düzlemsel bir yapı sergileyen tanelerin ve DSA değerleri yüksek, Ra değerleri daha düşüktür. (Şekil 5.39).

C-20-11 örneğinde SA/V değeri C-20-10 numaralı örneğe göre daha düşük değer aralıklarında bulunmaktadır (Çizelge 5.9). Gözenek parçalarında yüksek Ra, SA/PA ve SA/V değerleri gözlemlenirken düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.42c). Bazı düşük gözenekli-bloksu tanelerde yüksek Ra ve DSA değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.39). Bazı tanelerde düşük pürüzlülük ve SA/V değerleri gözlemlenmiştir, buna karşın bu partiküllerde ortalama DSA değerleri ve yüksek SA/PA değerleri belirlenmiştir (Şekil 5.42d).

Gözenek parçalarında yüksek Ra, SA/PA ve SA/V değerleri gözlemlenirken düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.42c)



Şekil 5. 39. 125-250 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı ürünlerinin Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği

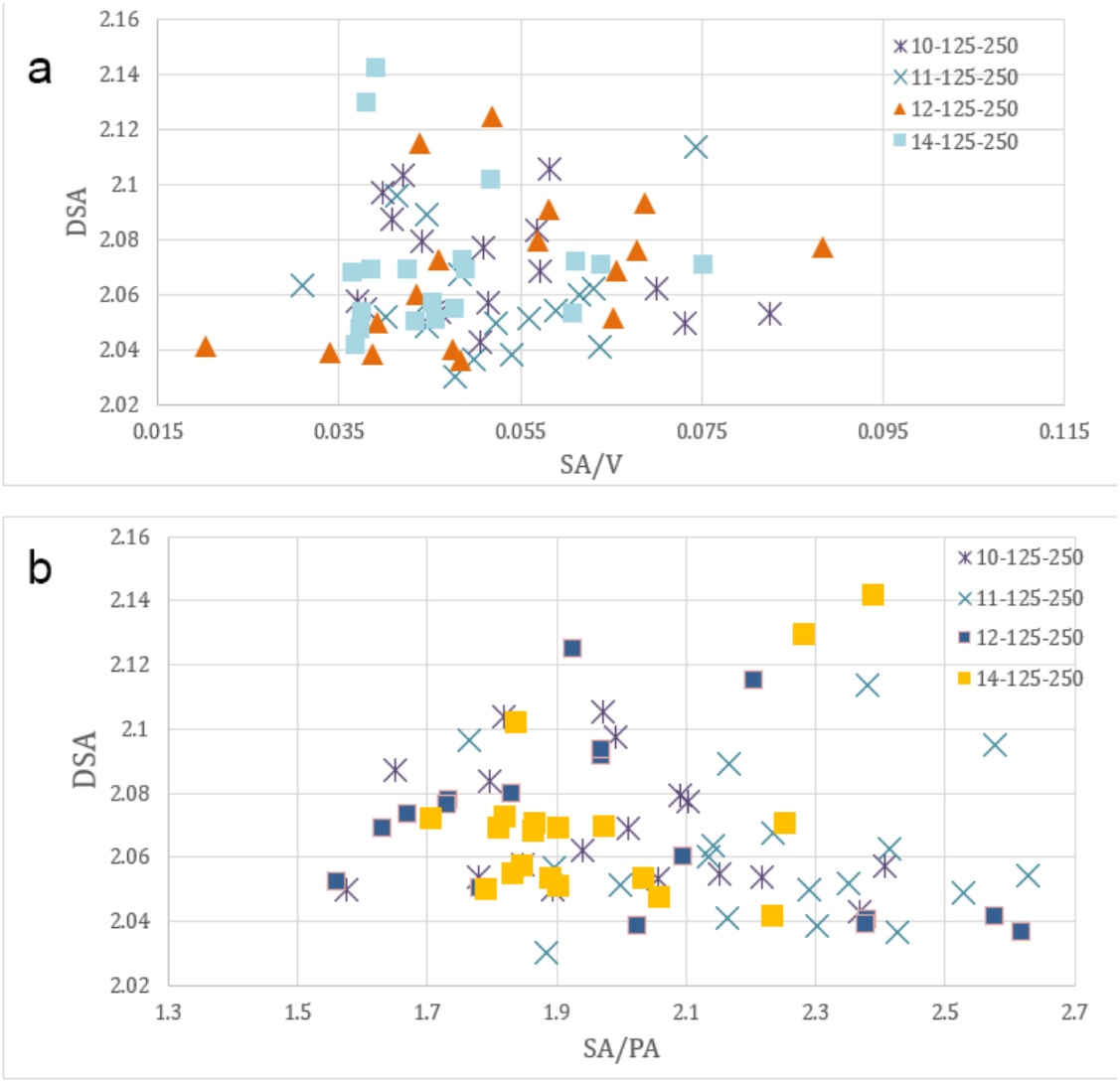


Şekil 5.40. 63-125 µm tane boyutundaki Blast çökellerinin Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği

Çizelge 5. 9. Çığ akıntısı ürünlerinin 125-250 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
10-1	138211	0.037012	2.0578	1.8465	1.931
10-2	114190.5	0.050554	2.0429	2.369	5.0655
10-3	119656.2	0.058153	2.1055	1.9719	2.6894
10-4	120615.4	0.045288	2.0537	2.2182	2.357
10-5	103939.7	0.044082	2.0795	2.0913	1.8115
10-6	74225.7	0.051402	2.0572	2.4065	2.1914
10-7	62568	0.06994	2.0622	1.9397	1.7795
10-8	72123.4	0.057083	2.0688	2.0102	0.85
10-9	111396.3	0.082489	2.0531	2.0569	4.8256
10-10	47696	0.16202	2.05	1.5755	1.0873
10-11	127154	0.037944	2.0549	2.1515	1.0197
10-12	124130	0.050882	2.0775	2.1023	2.2691
10-13	105324	0.040911	2.0873	1.6504	1.3922
10-15	89204	0.04208	2.1037	1.8189	1.166
10-16	176794.1	0.046069	2.0536	1.7803	2.457
10-17	134314.7	0.039827	2.0974	1.9899	2.5714
10-18	92212.7	0.056884	2.0835	1.7962	2.1429
10-19	88696.8	0.073152	2.05	1.8931	1.3042
11-1	66912.8	0.058941	2.0412	2.1635	2.3368
11-2	66748.2	0.049824	2.0544	2.6283	1.9482
11-3	51534.1	0.063055	2.0366	2.4267	1.4926
11-4	58840	0.07434	2.0626	2.414	2.3221
11-5	95986	0.044457	2.1138	2.3802	2.1396
11-6	67122.6	0.052338	2.0568	1.8966	2.1943
11-7	118706.3	0.041371	2.05	2.2898	2.6767
11-8	125962.7	0.044613	2.0963	1.7658	1.8593
11-9	55323.5	0.054077	2.0891	2.1657	1.1028
11-10	146240	0.030901	2.0384	2.3021	2.154
11-11	79202.7	0.044709	2.0638	2.1411	2.4993
11-12	77583.8	0.055956	2.0487	2.5283	2.4568
11-13	77885.5	0.061505	2.0513	1.9993	2.1838
11-14	120659	0.040155	2.06	2.1337	1.4556
11-15	157642.3	0.048265	2.0519	2.3507	4.9157
11-16	126075.6	0.034385	2.0676	2.2331	1.9057
11-18	80154.6	0.047743	2.0948	2.5779	1.417
11-19	113364.9	0.055818	2.0303	1.883	1.8747

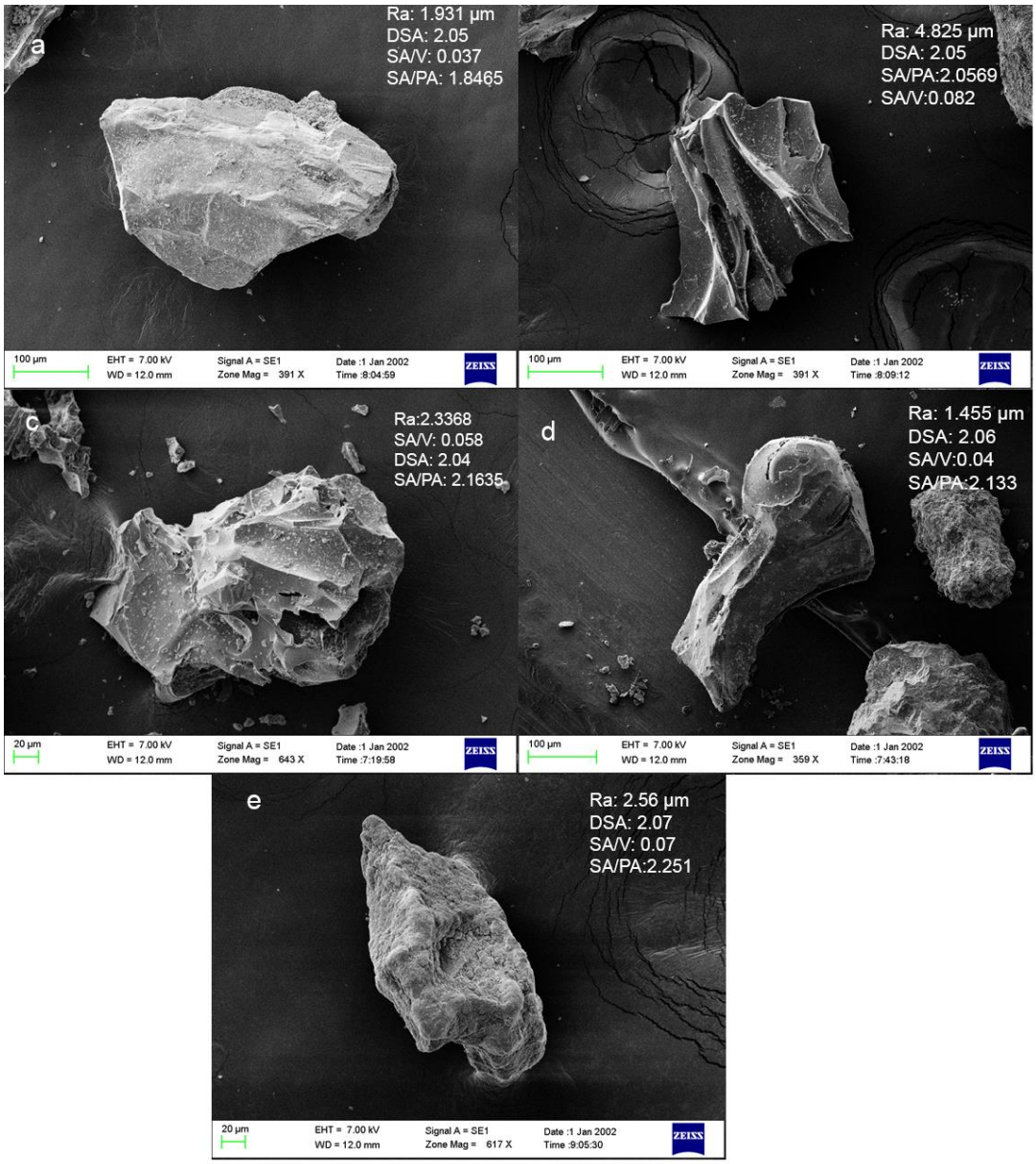
Blast örneklerinde genellikle SA/V değeri arttıkça DSA değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.41). C-20-12 örneğinde yüzeyi göreceli olarak daha temiz bloksu morfoloji sergileyen tanelerde DSA ve Ra değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.40). Yüzeyleri daha temiz ve kırıklı morfoloji sergileyen tanelerde göreceli olarak yüksek DSA ve Ra değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.40). C-20-14 örneğinin yüzeyi temiz düzlemsel morfolojiye sahip tanelerde düşük pürüzlülük değerleri ve yüksek DSA değerleri almaktadır (Şekil 5.40). Gözenekli tane morfoloji gösteren fakat yüzeyleri alterasyon ile kaplı tanelerde Ra, DSA ve SA/PA değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Şekil 5.42e).



Şekil 5. 41. 125-250 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği

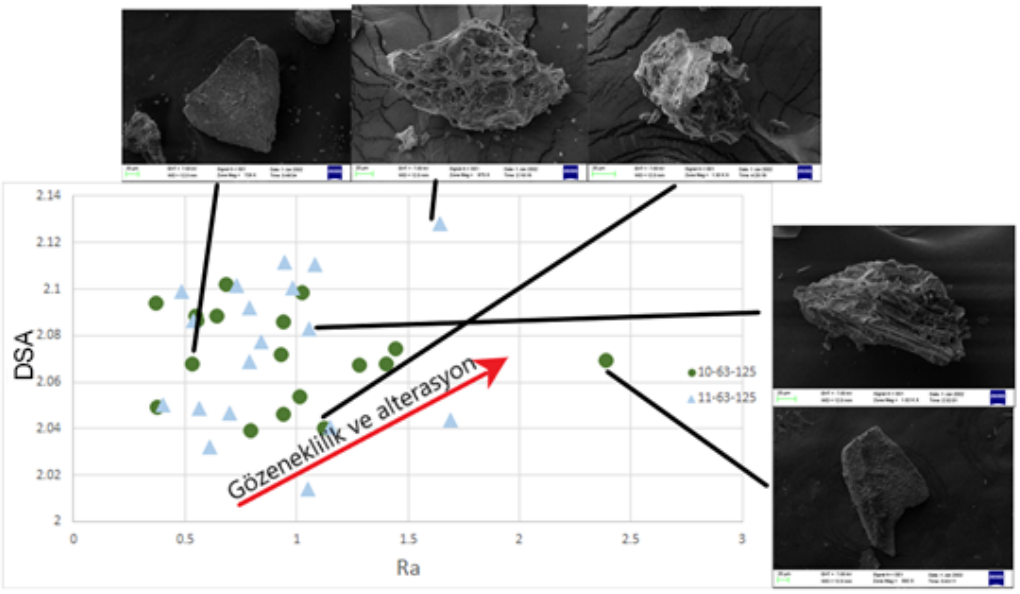
Çizelge 5. 10. Blast çökellerinin 125-250 mikrometre tane boyutundaki üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
12-1	73221.7	0.088282	2.0776	1.7335	2.3581
12-2	58358.2	0.051842	2.1248	1.926	1.1364
12-3	59533.6	0.058092	2.0914	1.9684	1.5542
12-4	41783.1	0.068628	2.0935	1.9694	1.1563
12-5	72519.7	0.06565	2.069	1.6303	1.8282
12-6	61830.7	0.048316	2.0363	2.6172	2.3046
12-7	98017.7	0.0391	2.0501	1.7823	1.8091
12-8	105450.2	0.043573	2.0603	2.0967	1.1256
12-9	46919.1	0.065317	2.0521	1.5618	0.50148
12-10	75802.7	0.047514	2.0405	2.3792	2.1811
12-11	95946.5	0.038649	2.0385	2.0258	1.5779
12-12	112659.5	0.033976	2.039	2.378	1.9904
12-13	74155.1	0.056965	2.0799	1.8313	0.94006
12-14	109870.8	0.045902	2.0732	1.67	1.5585
12-15	74835	0.043956	2.1153	2.2053	1.2284
12-16	58429.7	0.067807	2.0763	1.7306	1.5479
12-17	110029.6	0.020191	2.0414	2.5764	2.1065
14-1	87454.1	0.037537	2.0536	1.8913	1.0519
14-2	83882.7	0.048671	2.0727	1.8194	1.1602
14-3	114967	0.036844	2.0416	2.2323	1.9161
14-4	53074	0.060833	2.0534	2.0342	0.92922
14-5	89186.7	0.051776	2.1019	1.8368	1.9694
14-6	55131.6	0.061143	2.0722	1.7062	0.71868
14-7	120635.6	0.045631	2.0508	1.902	2.2071
14-8	82587.4	0.04342	2.0502	1.7912	1.4906
14-9	112798.1	0.04774	2.0549	1.8325	2.6668
14-10	113291.1	0.038505	2.0695	1.9729	1.4964
14-11	176204.8	0.038101	2.1295	2.282	0.5131
14-12	45034.2	0.075204	2.0709	2.2518	2.5601
14-13	101184.1	0.04538	2.0575	1.847	1.2586
14-14	87764.4	0.037287	2.0477	2.0588	1.0365
14-15	115330	0.039156	2.142	2.3888	2.0912
14-16	95104.7	0.064011	2.0708	1.8668	0.91255
14-17	105912.7	0.042598	2.0694	1.9025	1.7397
14-18	120424.4	0.049048	2.0694	1.8104	1.4835
14-19	134031.8	0.036441	2.0681	1.864	1.6593



Şekil 5. 42. (a) C-20-10 çığ akıntısı örneğinde bloksu tanelerde Ra SA/V, SA/PA ve DSA değerleri düşüktür, (b) C-20-10 çığ akıntısı örneğinde cam kıymıkları (gözenek duvar parçası) göreceli olarak daha düşük DSA ve yüksek pürüzlülük ve SA/V değerine sahiptir, (c) C-20-11 çığ akıntısı örneğinde yüksek Ra, SA/PA ve SA/V değerleri gözlemlenirken düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir, (d) Yüksek SA/PA değerine sahip tane, (e) Yüksek alterayon gözlemlenen blast örneğidir.

63-125 µm tane boyundaki çığ akıntı çökellerinden C-20-11 örneğinin C-20-10 örneğine göre daha yüksek DSA değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 5.11) Bununla beraber blast örnekleri de daha düşük DSA değerleri almaktadır (Çizelge 5.12 ve Şekil 5.45). Blast örnekleri düşük SA/V değer aralıklarında yoğunlaşmaktadır (Şekil 5.45). Çığ akıntısı ürünlerinde DSA değerleri ile SA/V değerleri arasında pozitif bir korelasyon gözlemlenmiştir (Şekil 5.45a). Diğer taraftan SA/PA değerlerinde negatif korelasyon belirlenmiştir (Şekil 5.45b). C-20-10 örneğinde cam kıymıklarının yüksek Ra değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 5.46a). Yüzeyleri daha düzlemsel morfoloji sergileyen tanelerin pürüzlülük ve DSA değerleri göreceli olarak daha düşük değerler almaktadır (Şekil 5.43). Bazı cam parçalarının yüzeyleri alterasyon ile kaplanmış olduğu gözlemlenmektedir. Bu taneler yüksek Ra ve DSA değeri göstermektedir (Şekil 5.43). Gözenekli tanelerin genellikle yüksek SA/PA değerleri aldıkları belirlenmiştir (Şekil 5.46b). C-20-11 örneğinde gözenekliliği yüksek tanelerde DSA ve Ra değerleri göreceli olarak yüksektir (Şekil 5.43). Gözenekliliği yüksek tanelerde yüksek DSA ve SA/V değerleri almaktadır. Yüksek pürüzlülük, DSA, SA/V ve SA/PA değeri olan taneler genel olarak, gözenekliliği yüksek tanelerdir (Şekil 5.46d).

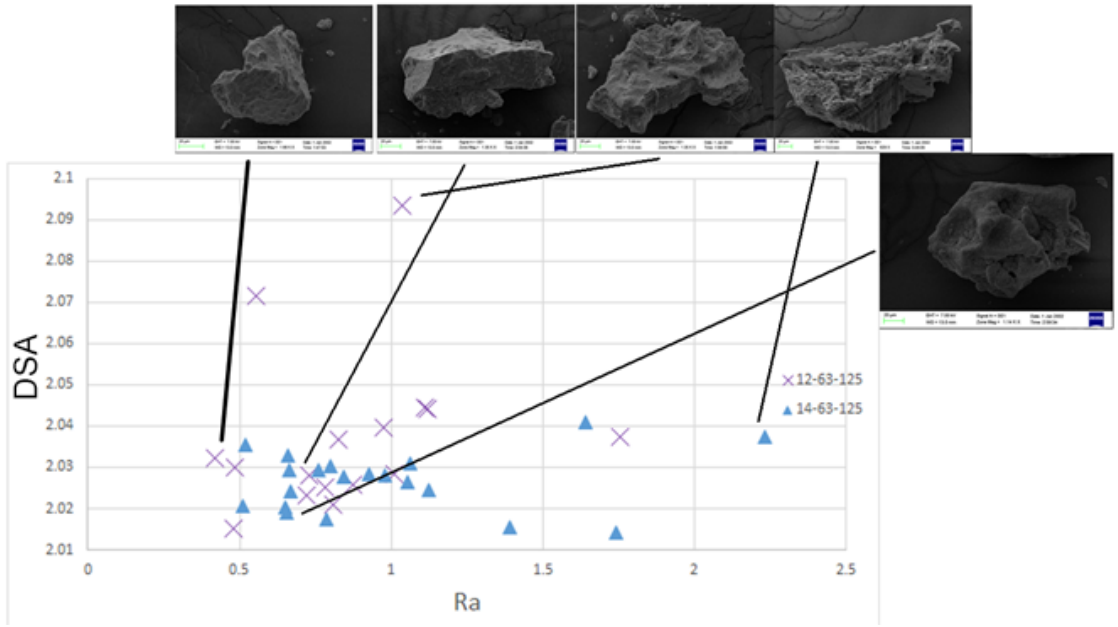


Şekil 5. 43. 63-125 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı çökellerine ait Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

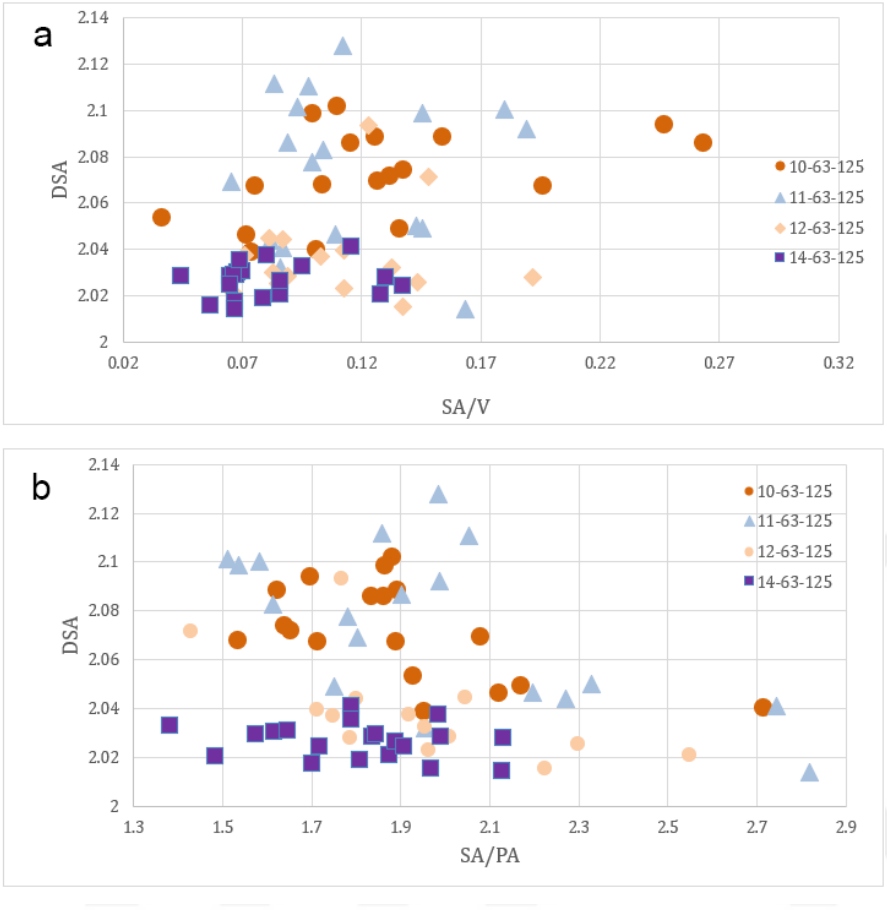
Çizelge 5. 11. 63-125 mikrometre tane boyutunda Çığ akıntısı ürünlerine ait üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
10-1	18688.4	0.11003	2.1017	1.8818	0.69165
10-2	5908.9	0.26372	2.0857	1.8354	0.55644
10-3	5623.6	0.24715	2.0937	1.6987	0.37289
10-4	26045.8	0.13803	2.0738	1.6396	1.4517
10-5	24784.1	0.07403	2.0386	1.9529	0.79733
10-6	28030.8	0.10384	2.0675	1.5349	0.54002
10-7	18269.8	0.19667	2.067	1.7141	1.2869
10-8	45206.5	0.12683	2.069	2.0811	2.3927
10-9	34436.2	0.07579	2.0673	1.8897	1.4094
10-10	24609.7	0.09975	2.0982	1.8659	1.0322
10-11	28624.4	0.12581	2.0881	1.6251	0.55291
10-12	39217.5	0.03686	2.0531	1.928	1.0216
10-13	8609.5	0.13626	2.0488	2.1712	0.3799
10-14	17884.5	0.10131	2.0398	2.7147	1.1279
10-15	17629.3	0.15414	2.0881	1.8926	0.6497
10-16	26418.8	0.11598	2.0856	1.8629	0.94585
10-17	32945	0.07212	2.0459	2.1222	0.94636
10-18	23889	0.13199	2.0715	1.6528	0.93618
11-1	21726.2	0.09938	2.0775	1.7799	0.83973
11-2	18285.8	0.16341	2.014	2.8192	1.0527
11-3	14787.8	0.18931	2.092	1.9883	0.7889
11-4	13238	0.10917	2.0465	2.1969	0.69912
11-5	32985.3	0.11197	2.128	1.9847	1.6421
11-6	8260.7	0.14307	2.0501	2.3277	0.4001
11-7	19426.5	0.18005	2.1004	1.5818	0.98372
11-8	42361.2	0.09314	2.1013	1.5112	0.7313
11-9	41888.9	0.06551	2.069	1.8021	0.79012
11-10	14109.9	0.14531	2.0489	1.7503	0.56112
11-11	32545.1	0.09795	2.1106	2.0517	1.0851
11-12	23438.7	0.08577	2.0321	1.9532	0.60948
11-13	27966.6	0.10395	2.0828	1.6137	1.0561
11-14	29345	0.08342	2.1115	1.8566	0.94741
11-15	32220.4	0.0818	2.0438	2.27	1.6896
11-16	24060.9	0.1457	2.0988	1.5352	0.4869
11-17	21560.7	0.08894	2.0864	1.9025	0.53831
11-18	28494.1	0.0871	2.0408	2.7433	1.1507

Blast örnekleri genellikle 63-125 mikrometre tane boyunda daha düşük DSA değerleri almaktadır (Çizelge 5.12 ve Şekil 5.45). C-20-12 örneğinde düzlemsel yüzeylere sahip tanelerde daha düşük pürüzlülük değerleri gözlemlenirken göreceli olarak yüksek DSA değerleri, bazılarında da düşük DSA değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 5.44). Bazı cam kıymıklarının Ra ve SA/PA değerleri düşük, DSA ve SA/V değerleri daha yüksektir (Şekil 5.46e). C-20-14 örneğinin yüzeyleri nispeten temiz gözenekli taneler yüksek pürüzlülük değerlerine sahipken göreceli olarak daha düşük DSA değerleri almaktadır (Şekil 5.44). Bazı tanelerde yuvarlaklaşmalar gözlemlenmiştir.



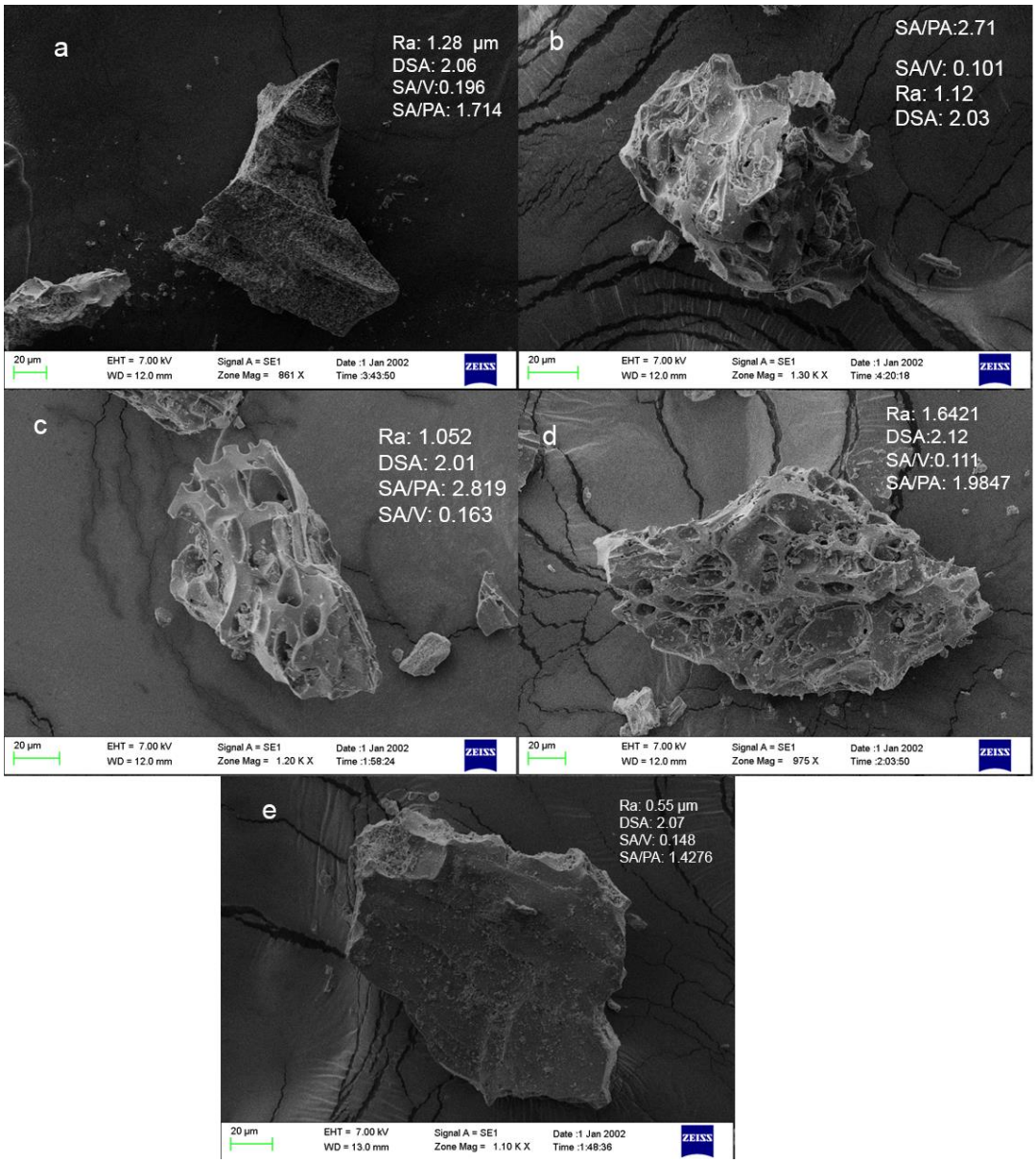
Şekil 5.44. 63-125 µm tane boyutundaki blast örneklerine ait Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 5. 45. 63-125 µm tane boyutundaki çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği

Çizelge 5. 12. 63-125 mikrometre tane boyutuna ait blast örneklerinin üç boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

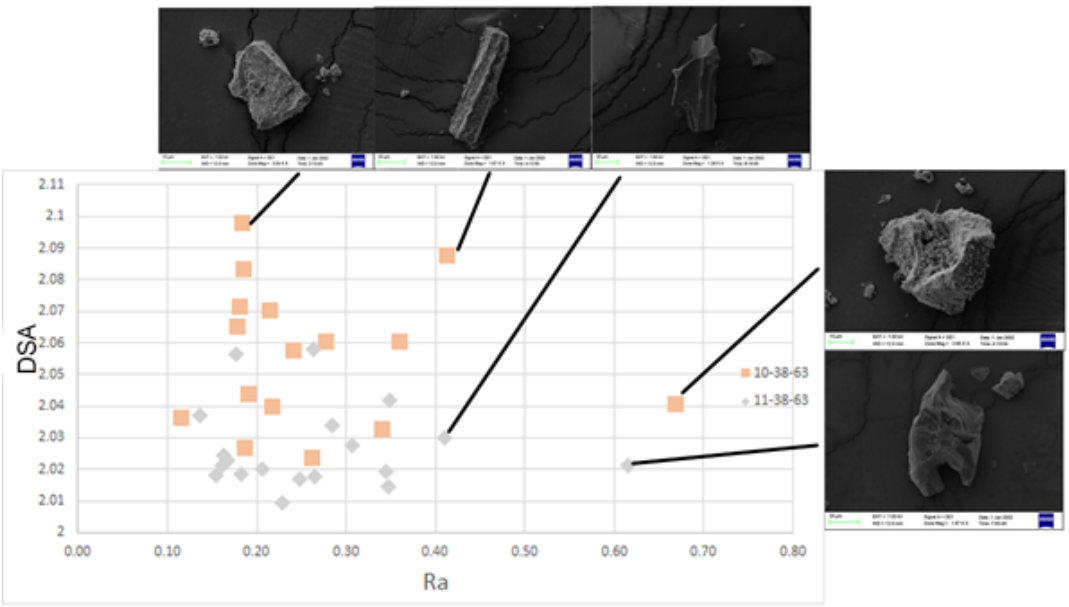
Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
12-1	14051.6	0.10301	2.0368	1.7473	0.82431
12-2	19259.7	0.12289	2.0934	1.7672	1.0388
12-3	8816.7	0.14331	2.0259	1.8916	0.87539
12-4	19047.8	0.08893	2.0284	2.0099	1.0085
12-5	19385.4	0.14836	2.0715	1.4276	0.55384
12-6	10063.3	0.13747	2.0153	2.2239	0.48179
12-7	35974.4	0.07109	2.0375	1.9189	1.7573
12-8	21095.8	0.08517	2.0252	2.2979	0.78135
12-9	26517.4	0.08158	2.0446	2.0435	1.1118
12-10	26868.2	0.08709	2.0442	1.7991	1.1214
12-11	11007.6	0.1126	2.0231	1.9614	0.72217
12-12	21792.2	0.11258	2.0395	1.712	0.97467
12-13	16140.8	0.08308	2.0299	1.6252	0.48488
12-14	7415.1	0.19202	2.0281	1.7866	0.73206
12-15	7285.1	0.13251	2.0323	1.9542	0.41899
12-16	28093.7	0.06652	2.0208	2.5478	0.80672
14-1	37253.7	0.06794	2.0302	1.6155	0.80016
14-2	14922.5	0.13743	2.0242	1.7166	0.66862
14-3	38127.6	0.06716	2.0174	1.6997	0.78649
14-4	29073.2	0.06697	2.0142	2.1261	1.7435
14-5	20756.9	0.08584	2.0207	1.8751	0.51177
14-6	31983.8	0.06492	2.0282	1.8365	0.98193
14-7	31734.2	0.11594	2.0409	1.7897	1.6411
14-8	30425.5	0.09519	2.0328	1.3819	0.65934
14-9	20541.9	0.07885	2.019	1.8076	0.65538
14-10	21993.5	0.06755	2.0292	1.8438	0.66395
14-11	18169.3	0.12819	2.0204	1.4823	0.6509
14-12	50078.5	0.04445	2.0283	1.9896	0.92808
14-13	34009	0.07025	2.0308	1.6469	1.0635
14-14	23344.1	0.08606	2.0264	1.8875	1.0521
14-15	15141.8	0.13007	2.0277	2.1301	0.84338
14-16	31951.8	0.05671	2.0155	1.9665	1.3906
14-17	32656.6	0.06645	2.0292	1.5756	0.75889
14-18	31644	0.0651	2.0246	1.9078	1.1236
14-19	49955.6	0.08042	2.0375	1.9831	2.231
14-20	28737	0.06889	2.0354	1.7877	0.52155



Şekil 5. 46. (a) Çığ akıntısı ürünlerinden alınan yüksek Ra değerleri alan cam kıymıkları, (b) çığ akıntı örneklerinde yüksek SA/PA değerleri alan partiküller, (c) Yüksek pürüzlülük ve SA/PA değerleri alan tane, (d) Yüksek pürüzlülük, DSA, SA/V ve SA/PA değeri olan taneler, (e) Blast örneklerinde bulunan Ra ve SA/PA değerleri düşük, DSA ve SA/V değerleri daha yüksek tane

38-63 µm tane boyundaki üç boyutlu analiz sonuçlarına göre C-20-11 çığ akıntısı örneğinin DSA değerlerinde belirgin düşüş gözlemlenmiştir (Çizelge 13 ve Şekil 5.47). Çığ akıntısı ürünlerinde C-20-10 ve C-20-11 örneklerinde DSA değerlerinde belirgin bir ayrılma gözlemlenmiştir (Şekil 5.50). İki örnekte de 38-63 µm tane boyutunda çoğunlukla gözenek parçaları (cam kıymıkları) baskındır ama C-20-10 örneğinde tanelerin üzerine yapışık halde bulunan alterasyonlar bu ayrıma sebep olmuş olabilir (Şekil 5.47)

C-20-10 örneğinde bazı cam kıymıklarının pürüzlülük ve DSA değerleri yüksektir. Yüzeyleri daha düzlemsel örneklerin pürüzlülükleri düşüktür (Şekil 5.47). Bazı cam kıymıklarında DSA ve SA/V değerleri yüksektir (Şekil 5.49). C-20-11 örneğinde DSA değerleri düşük değer aralığında yer almaktadır (Çizelge 5.13).



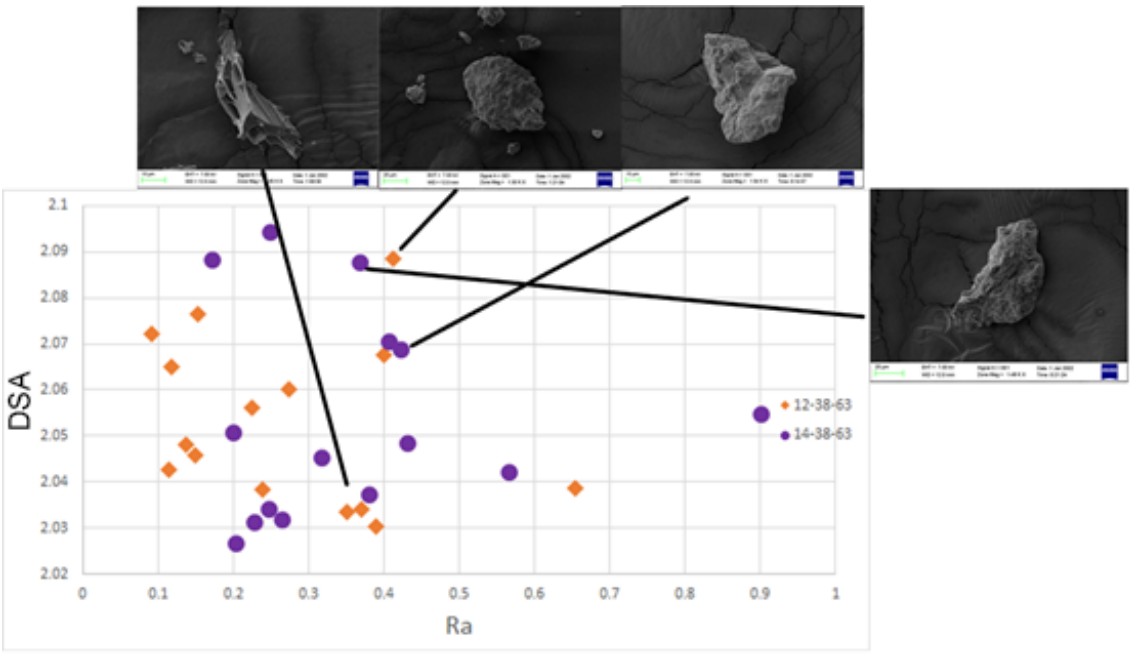
Şekil 5. 47. 38-63 µm tane boyutundaki Çığ akıntısı örneklerine ait DSA-Ra grafiğidir

Çizelge 5. 13. 38-63 mikrometre tane boyutunda çığ akıntısı ürünlerinin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir

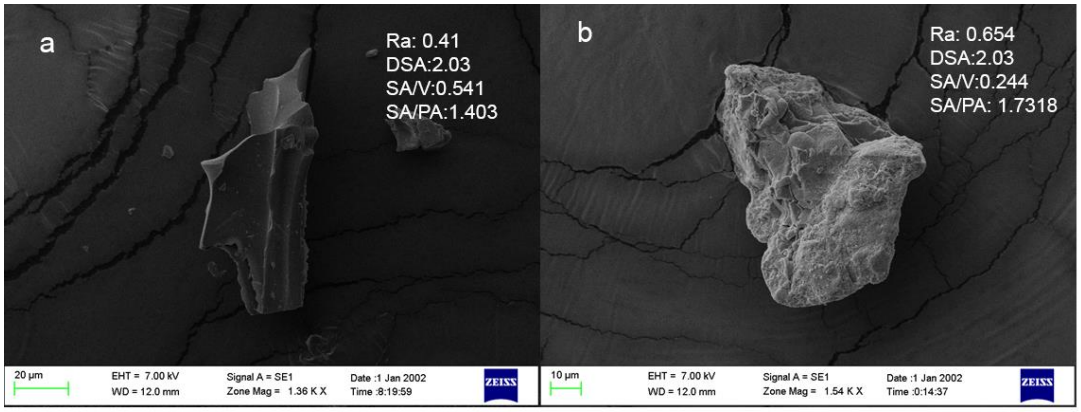
Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
10-1	4908.4	0.503367	2.0231	2.1477	0.26329
10-2	1572.5	0.348122	2.0647	1.9484	0.17945
10-3	1490.7	0.493197	2.0357	1.9357	0.11706
10-4	912.33	0.554271	2.0977	1.7695	0.18571
10-5	3588.9	0.2699	2.0433	1.7001	0.19274
10-6	920	0.668834	2.0265	1.6389	0.18819
10-7	1672.6	0.480301	2.0574	1.8585	0.24274
10-8	2789.8	0.201104	2.0325	2.5998	0.34203
10-9	3653	0.272499	2.0872	1.9928	0.41398
10-10	3139.7	0.526177	2.0598	1.6153	0.36079
10-11	3486.4	0.30244	2.0404	2.3444	0.67076
10-12	1075.3	0.893509	2.0831	1.7582	0.18691
10-13	5183.6	0.189341	2.0599	2.0075	0.27907
10-14	1295.4	0.455264	2.0393	1.9163	0.21841
10-15	3442.2	0.235067	2.0709	1.6259	0.18316
10-16	4755.6	0.267885	2.0698	2.1745	0.21571
11-1	4220	0.338319	2.0213	1.5668	0.6164
11-2	1077.2	0.357917	2.018	1.9672	0.15469
11-3	1655.2	0.542308	2.0184	1.5253	0.18222
11-4	3594.4	0.440135	2.0579	1.3335	0.26407
11-5	1511.4	0.309018	2.0212	2.0521	0.16199
11-6	2354	0.247056	2.0094	2.4897	0.22888
11-7	2458.2	0.223815	2.0179	1.7427	0.26465
11-8	1179.3	0.602725	2.0566	1.5322	0.17655
11-9	1507	0.484018	2.0146	1.8188	0.34752
11-10	2145.3	0.290416	2.0274	1.9604	0.3072
11-11	3450.5	0.541975	2.03	1.403	0.41079
11-12	1456	0.40509	2.0227	1.7009	0.16775
11-13	980.78	0.392031	2.0369	1.8412	0.13646
11-14	1177.6	0.724333	2.0245	1.4463	0.16281
11-16	1295.1	0.572111	2.0191	1.7462	0.34518
11-17	4130.3	0.26525	2.0418	1.5876	0.3492
11-18	906.02	0.48373	2.02	1.6928	0.20621
11-19	2232.4	0.524342	2.0341	1.2791	0.28512
11-20	980.79	0.345507	2.0168	2.0693	0.24868

C-20-12 örneği yüzeyi temiz gözenekli tanelerde pürüzlülük değerleri göreceli olarak yüksektir, DSA değerleri düşük değerler almaktadır (Şekil 5.48). Yüzeyleri temiz, gözenekli tanelerde göreceli olarak yüksek DSA ve pürüzlülük değerleri

aldıkları gözlemlenmiştir (Şekil 5.48). C-20-14 örneğinin, yüksek SA/V, SA/PA ve pürüzlülük değerleri alan yüzeyleri altere taneler bulunmaktadır (Şekil 5.49b). Yuvarlaklaşmış taneler bulunmaktadır.



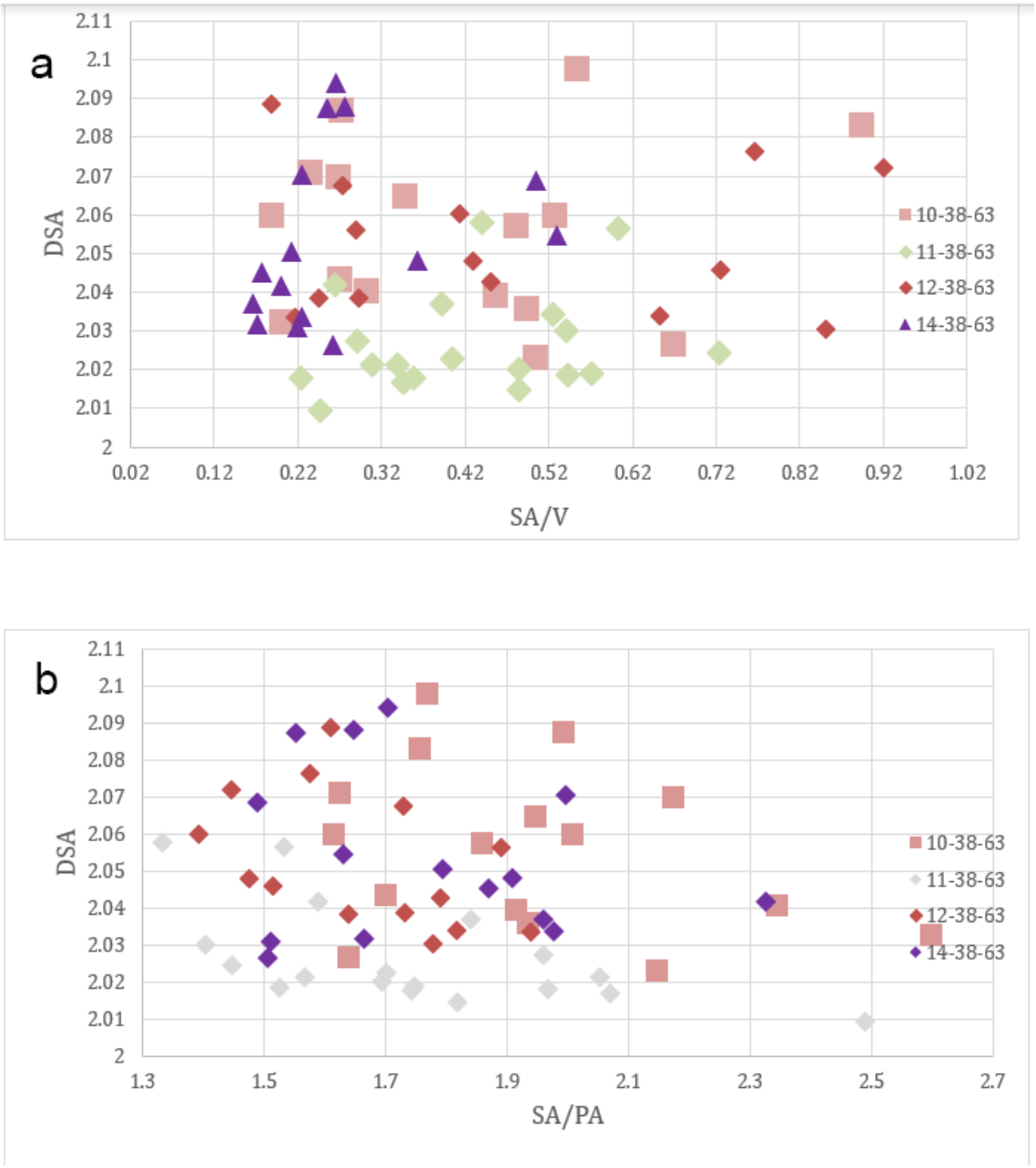
Şekil 5. 48. 38-63 µm tane boyutundaki Blast örneklerine ait Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği



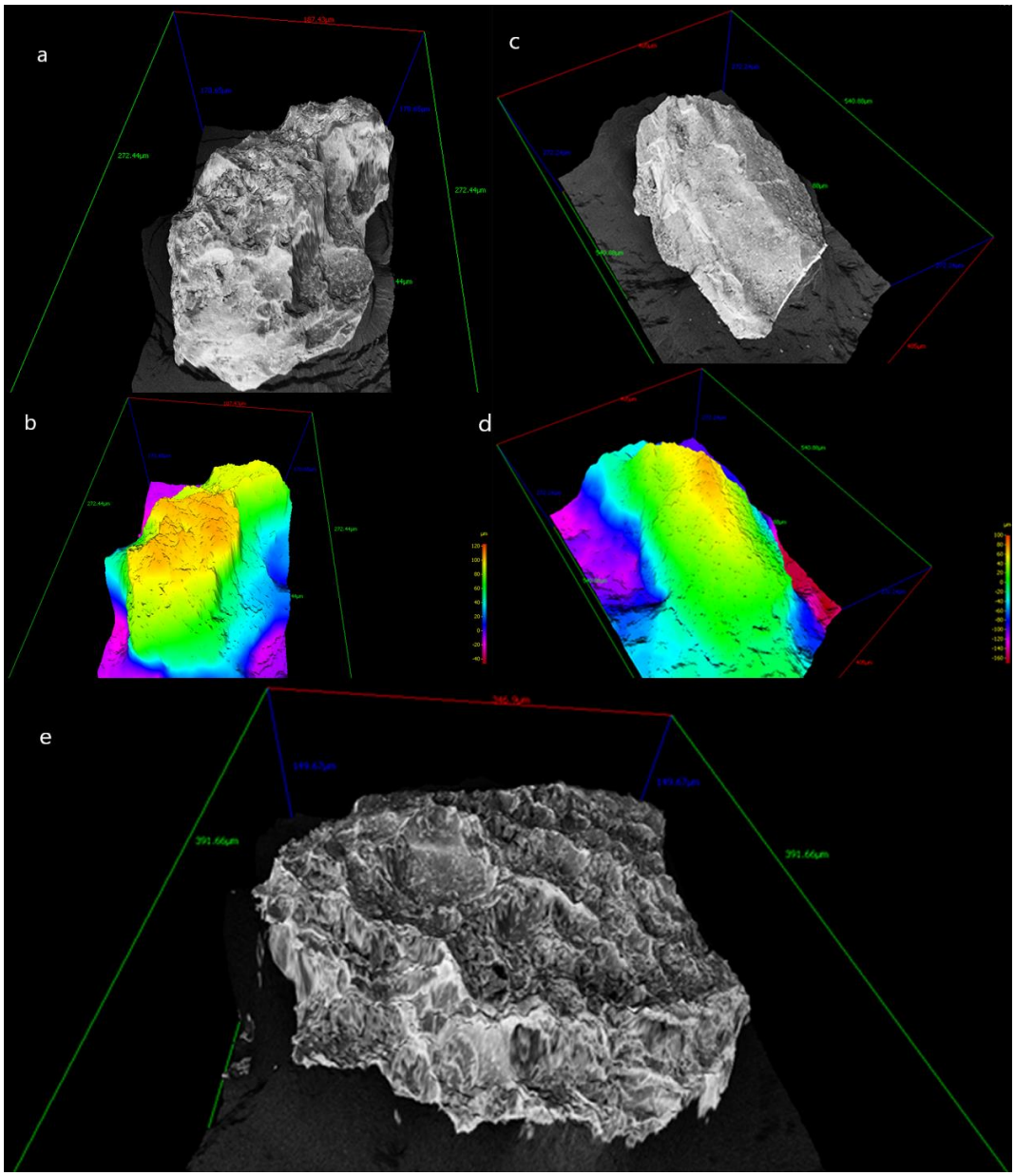
Şekil 5. 49. (a) Çığ akıntısı ürünlerinde yüksek SA/V değerlerine sahip cam kıymığı, (b) Yüzeyinde alterasyon bulunan ve yüksek Ra değeri alan blast tanesi

Çizelge 5. 14. 38-63 mikrometre tane boyutunda blast çökellerinin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir

Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
12-1	4168.5	0.21649	2.0336	1.9386	0.35159
12-2	2745.9	0.292347	2.0384	1.6379	0.23852
12-3	910.38	0.451063	2.0427	1.7889	0.11428
12-4	1190.6	0.42869	2.0481	1.4763	0.13691
12-5	1107.9	0.851222	2.0304	1.7768	0.38888
12-6	2951.9	0.41337	2.0601	1.391	0.27435
12-7	503.03	0.920575	2.0721	1.4465	0.091205
12-8	2236.9	0.289668	2.0562	1.8913	0.22462
12-9	5147	0.187654	2.0886	1.609	0.41218
12-10	660.31	0.724837	2.0459	1.5131	0.14883
12-11	570.46	1.767118	2.065	1.3077	0.11752
12-12	4674.1	0.244974	2.0386	1.7318	0.65453
12-13	3926.8	0.27319	2.0675	1.7302	0.40016
12-14	1348.1	0.652323	2.034	1.8175	0.37015
12-15	808.48	0.766548	2.0764	1.5759	0.1533
14-1	6499.5	0.22427	2.0704	1.9969	0.40773
14-2	5077.1	0.165753	2.037	1.9588	0.38121
14-3	5737.4	0.1998	2.0418	2.3256	0.56698
14-4	4633.8	0.255006	2.0875	1.5527	0.36995
14-5	7553.9	0.362855	2.0481	1.9074	0.43268
14-6	2668.5	0.225047	2.0338	1.9771	0.24836
14-7	4162.6	0.219532	2.031	1.5099	0.22899
14-8	2267	0.261512	2.0266	1.5045	0.20467
14-9	3426.3	0.177232	2.0452	1.8684	0.31792
14-10	2717.7	0.276691	2.0881	1.6461	0.17286
14-11	4393.5	0.505647	2.0687	1.4878	0.42284
14-12	7069.6	0.529403	2.0546	1.6307	0.902
14-13	2510.8	0.211593	2.0505	1.7937	0.20189
14-14	2695.2	0.26602	2.0942	1.7031	0.25019
14-15	3857.8	0.172406	2.0317	1.6649	0.26671



Şekil 5. 50. 38-63 µm tane boyuna sahip Çığ akıntısı ürünlerinin ve blast çökellerinin (a) SA/V- DSA grafiği, (b) SA/PA-DSA grafiği



Şekil 5. 51. (a) Gözenekli partikülün 3D görüntüsü, (b) Gözenekli camın yüksek modeli, (c) Düzlemsel yüzey morfolojisine sahip piroklastın 3D görüntüsü, (d) Yüzeyi düzlemsel piroklastın yükseklik modeli, (e) Pürüzlü yüzeye sahip pomza tanesinin 3D görüntüsü

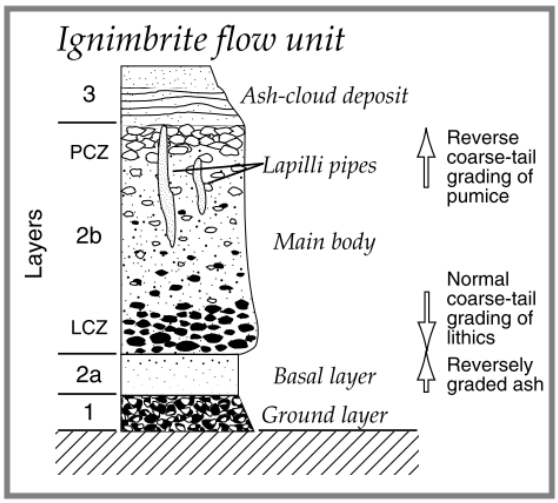
6. İGNİMBİRİT

İgnimbiritler, konsantre piroklastik yoğunluk akıntılarıdır (Wohletz ve Sheridan, 1979; Branney ve Kokelaar, 2002; Giordano ve Cas, 2021). Hızları saniyede birkaç metreden birkaç on metreye kadar ulaşabilmektedir (Wilson ve Houghton, 2000). Piroklastik akıntı ürünleri topografya tarafından kontrol edilmektedir. Vadilerde daha kalın seviyelerde, daha yüksek topografyalarda ince kalınlıkta seviyeler olarak çökelebilirler. İgnimbiritler hem magmatik hem de freatomagmatik kökenli taneleri içerebilir. Bu bileşenlerin yanında, blok, lapilli, pomza, cüruf, cam kıymığı, baca duvarından kopan litik fragmanlar da ignimbiritlerde gözlemlenmektedir. Bazaltikten riyolite kadar değişen kimyalara sahip olabilir ama baskın olarak riyolitik bileşimdeki magmanın volkanik faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır (Şekil 6.1) (Freundt ve ark., 2000; Erkan, 2013). İgnimbiritler genel olarak yüksek boylanma değerleri almaktadır ve medyan (median diameter) değerleri 0-2 arasında değişmektedir (Freundt ve ark., 2000) ama bu değerler kaynağa olan yakınlık ve piroklastik akışın içerdiği bileşenlerin türüne göre yersel farklılıklar göstermektedir. Kaynaktan uzaklaştıkça medyan çapı (median diameter) azalmaktadır. (Freundt ve ark., 2000, Giordano ve Cas, 2021).



Şekil 6.1. Kapadokya ignimbiritleri (Fotoğraf: Prof. Dr. Erkan Aydar tarafından çekilmiştir.)

Tipik bir patlama birimi 3 farklı ana seviyeden oluşmaktadır. En altta taban seviyesi denilen daha ağır materyalin baskın olduğu kalın litik seviyelerinden ve cm kalınlığında kül seviyelerinden oluşmaktadır. Taban yayılımları ise (Ground surge), ince taneli laminalı ve çapraz tabakalanma göstermektedir. Bu seviyenin üzerine ters derecelenmiş kül seviyesi gelmektedir (2a) ve bunun üzerinde ignimbirit akışının ana seviyesi bulunmaktadır (2b). 3. Seviye olan ve ana ignimbirit seviyesinin üzerine gelen külün , kül bulutunda taşındığı ve çökeller ile ilişkilidir (Şekil 6.2) (Gevrek ve Kazanci, 1991; Freundt ve ark., 2000; Giordano ve Cas, 2021)).

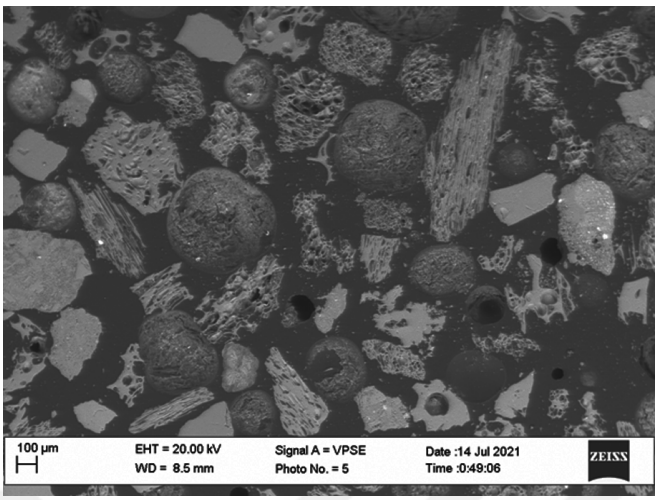


Şekil 6. 2. Tipik bir ignimbirit dizilimi. 2 seviye pomza ve litik konsantrasyonun göreceli olarak yüksek olduğu alanalar (LCZ (Litikçe zengin alanlar) ve PCZ (pomza bakımından zengin alanlar)) kadar çeşitli derecelendirme yapıları gösterebilir (Freundt ve ark., 2000). İgnimbirit akıntı birimi (Ignimbrite flow unit), seviyeler (Layers), taban seviyesi (Ground layer), taban seviyesi (basal layer), ana seviye (main body), kül bulutu çökeller, (ash-cloud deposits), lapilli bacası (lapilli pipes), ters derecelenme gösteren kül (Reversely graded ash), ters derecelenmiş pomza (Reverse coarse-tail grading of pumice), normal derecelenmiş litikler (normal coarse-tail grading of lithics)

Kaynaşmış (welded) ignimbiritler, sıcaklıkları, içerdikleri uçuculara göre bir takım iç dokular kazanmaktadır. Kaynaşma magmanın kompozisyonu, stres ve sıcaklık ile ilişkilidir. Kalkalkalin kompozisyondaki bir magmanın kaynaşması 500-600 °C arasındadır (Gevrek ve Kazanci, 1991; Freundt ve ark., 2000).

Kaynaşma hidromagmatik mekanizmalarda daha nadir gözlemlenmektedir. İgnimbiritlerde kaynaşmanın yoğunluğu arttıkça “fiamme” gözlemlenir (Quane ve Russell, 2005; Erkan, 2013).

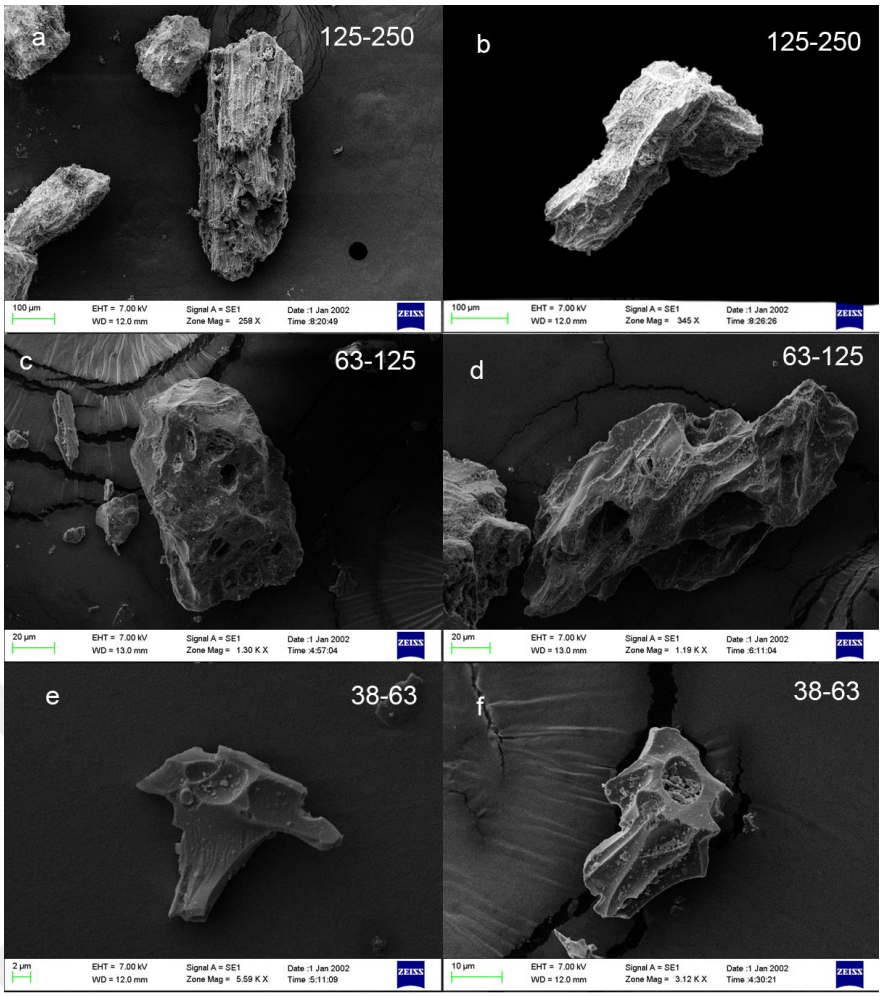
Bu çalışma kapsamında Hasandağının Neovolkan aşamasında oluşan ignimbiritlerin matriksinden alınan kül partikülleri incelenmiştir (Şekil 6.3).



Şekil 6. 3 İgnimbirit örneğinin BSD görüntüsü

6.1. Genel Tanımlamalar

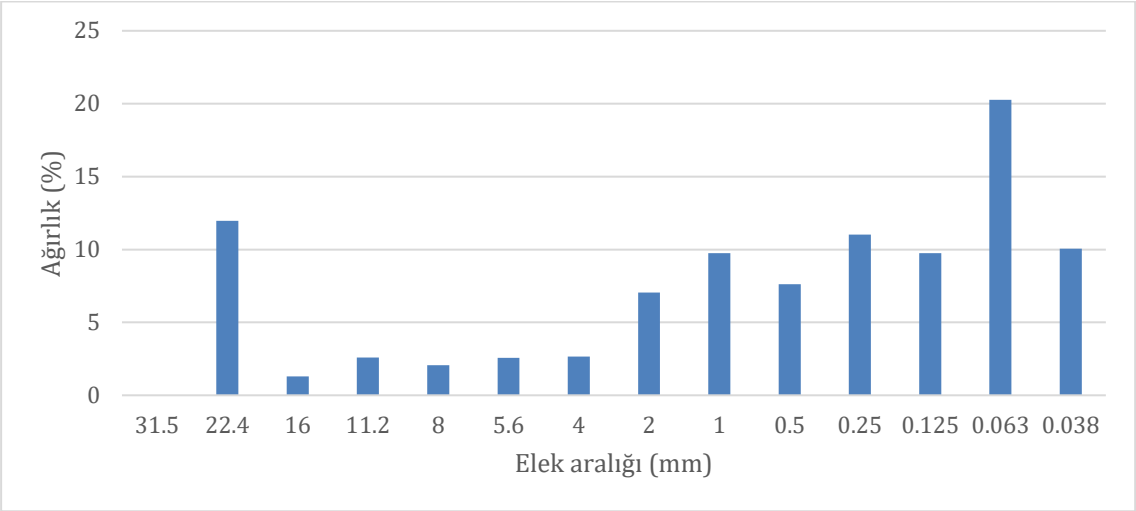
Genel olarak bileşenleri gözenekli camlar (pomza) ve parçaları oluşturmaktadır. Daha büyük tane boylarında (125-250 µm) uzunlamasına ince gözenekleri olan, pomza taneleri ve bu tanelerin üzerine yapışık halde tozlar, alterasyonlar gözlemlenmektedir. Tane boyu küçüldükçe bu tozlu tanelerin sayısı azalmaktadır. Tane boyu azaldıkça cam kıymıklarının sayısı artmaktadır. Hem pomza hem de daha bloksu ve düşük gözenekli taneler gözlemlenmiştir. (Şekil 6.4; Şekil 6.15).



Şekil 6. 4. İgnimbirit örneğinin farklı tane boyların ait piroklast örnekleri. (a-b) 125-250 mikrometre tane boyuna ait pomza fotoğrafları, (c) Daha düşük gözenekiliğe sahip 63-125 mikrometre boyutundaki tane, (d) 63-125 mikrometre boyutundaki gözenekliliği yüksek volkanik cam, (e-f) 38-63 mikrometre boyutundaki cam kıymıkları

6.2. Tane Boyu Dağılımları ve İlişkili İstatistiksel Parametreler

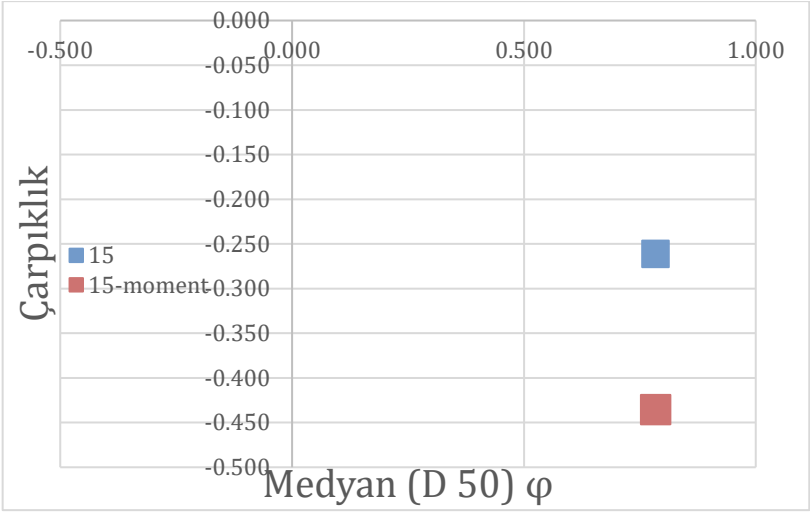
Tane boyu analizleri ve tanımlamaları Gradistat ve SFT (Ardışıklı Parçalanma/Taşınma) analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Elekler yardımıyla örnek farklı fraksiyonlara ayrılmışlardır (Şekil 6.5). Eleme verileri Gradistat ve SFT programları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 6. 5. Tane boyu dağılım histogramı

6.2.1. Gradistat

Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre yapılan sınıflama sonucunda örnek çok kötü boylanmış, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri 0.784 φ olarak hesaplanmıştır. İgnimbirit örneği istatistiksel olarak negatif çarpıklık değerleri göstermektedir (Çizelge 6.1; Şekil 6.6).



Şekil 6. 6. İkili diyagram moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir

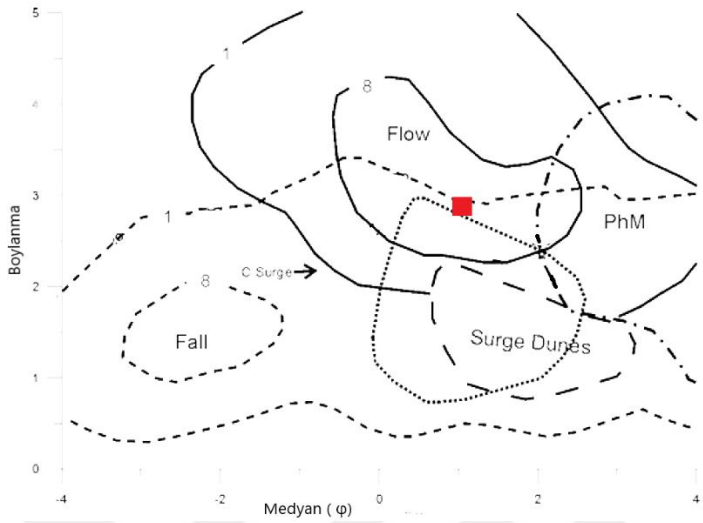
Çizelge 6. 1. İgnimbirit örneğine ait gradistat analiz sonuçları

		C-20-015
	ANALYST AND DATE:	,
	SIEVING ERROR:	
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Very Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sandy Gravel
	SEDIMENT NAME:	Sandy Coarse Gravel
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	5326.3
	SORTING (σ_a):	9234.8
	SKEWNESS (Sk_a):	1.701
	KURTOSIS (K_a):	4.209
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	824.3
	SORTING (σ_g):	7.812
	SKEWNESS (Sk_g):	0.436
	KURTOSIS (K_g):	1.855
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	0.279
	SORTING (σ_ϕ):	2.966
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.436
	KURTOSIS (K_ϕ):	1.855
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	871.1
	SORTING (σ_G):	9.030
	SKEWNESS (Sk_G):	0.261
	KURTOSIS (K_G):	0.700
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	0.199
	SORTING (σ_I):	3.175
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.261
	KURTOSIS (K_G):	0.700
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Coarse Sand
	SORTING:	Very Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Platykurtic
	MODE 1 (μm):	76.50
	MODE 2 (μm):	302.5
	MODE 3 (μm):	1200.0
	MODE 1 (ϕ):	3.731
	MODE 2 (ϕ):	1.747
	MODE 3 (ϕ):	-0.243
	D_{10} (μm):	73.63
	D_{50} (μm):	580.8
	D_{90} (μm):	24470.4
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	332.3
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	24396.7
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	33.76
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	4393.5
	D_{10} (ϕ):	-4.613
	D_{50} (ϕ):	0.784
	D_{90} (ϕ):	3.764
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-0.816
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	8.377
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	-1.330
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	5.077
	% GRAVEL:	34.1%
	% SAND:	65.9%
	% MUD:	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	15.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	5.3%
	% FINE GRAVEL:	5.9%
	% V FINE GRAVEL:	7.9%
	% V COARSE SAND:	11.0%
	% COARSE SAND:	8.6%
	% MEDIUM SAND:	12.4%
	% FINE SAND:	11.0%
	% V FINE SAND:	22.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%
	% CLAY:	0.0%

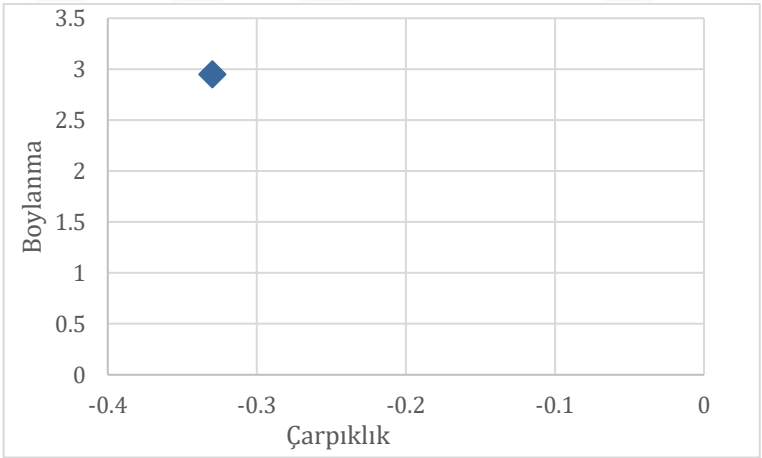
6.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

Örnekte dört alt populasyon belirlenmiştir.

Medyan- boylanma diyagramına göre ignimbirit örneği piroklastik akış olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 6.7).

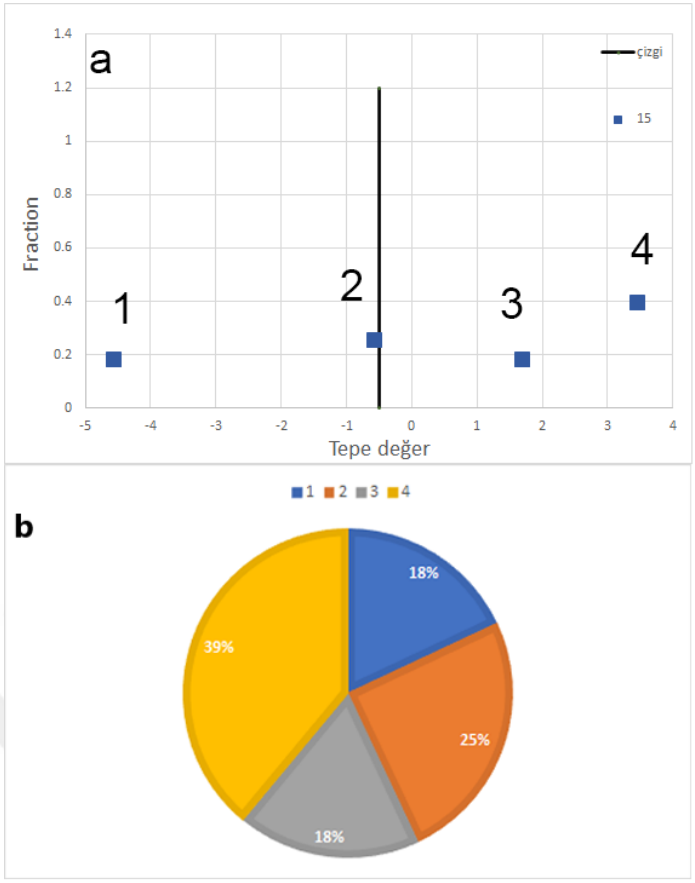


Şekil 6. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007)



Şekil 6. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı (SFT sonuçlarına göre hazırlanmıştır)

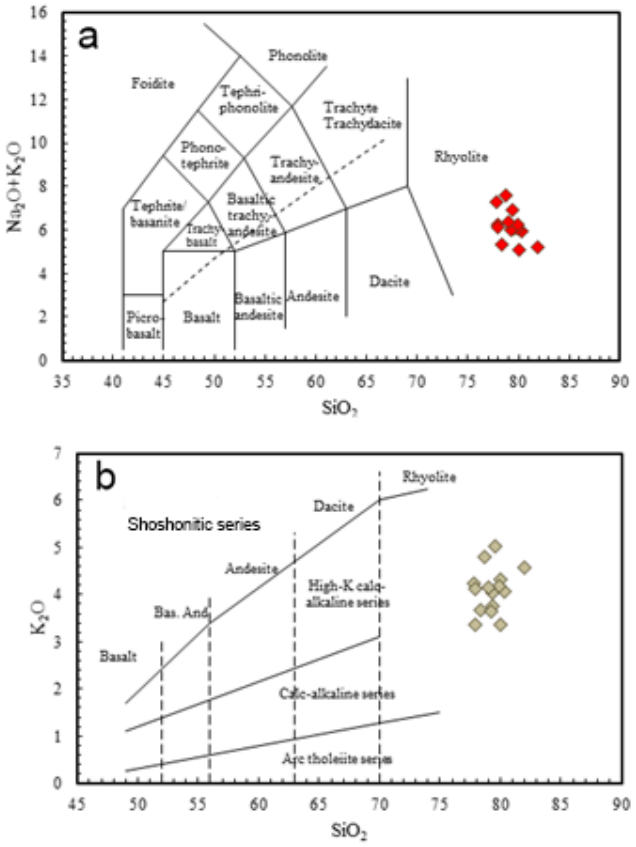
Baskın alt populasyon 4 numaralı alt populasyondur. 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar kaba taneleri ve 3 ve 4 numaralı alt populasyon ince taneleri işaret etmektedir (Şekil 6.9).



Şekil 6. 9. (a) Fraksiyona (Fraction) karşılık Tepe değer grafiği, (b) Alt populasyonların yüzde fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı

6.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

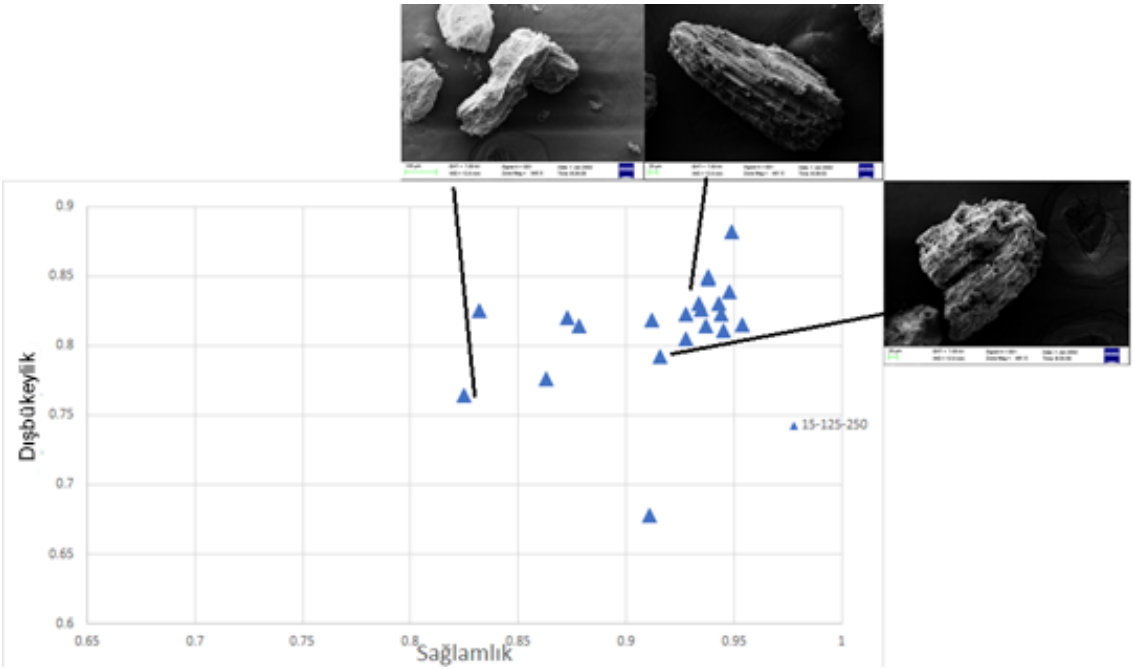
Le bas ve ark., (1986)'ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na_2O+K_2O) – silis (% SiO_2) (TAS) diyagramı ile değerlendirilmiştir. TAS diyagramına göre örnekler riyolitik bileşimlidir. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Volkanik camlarda Potasyum (K) içeriğini belirlemek ve magmanın kimyasal karakteristiğin belirlemek amacıyla Peccerillo ve Taylor,1976 tarafından geliştirilmiş silise karşı K_2O diyagramı kullanılarak oluşturulan diyagrama göre örnek kalkalkalin ve yüksek- K-kalkalkalin karakterde olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 6.10).



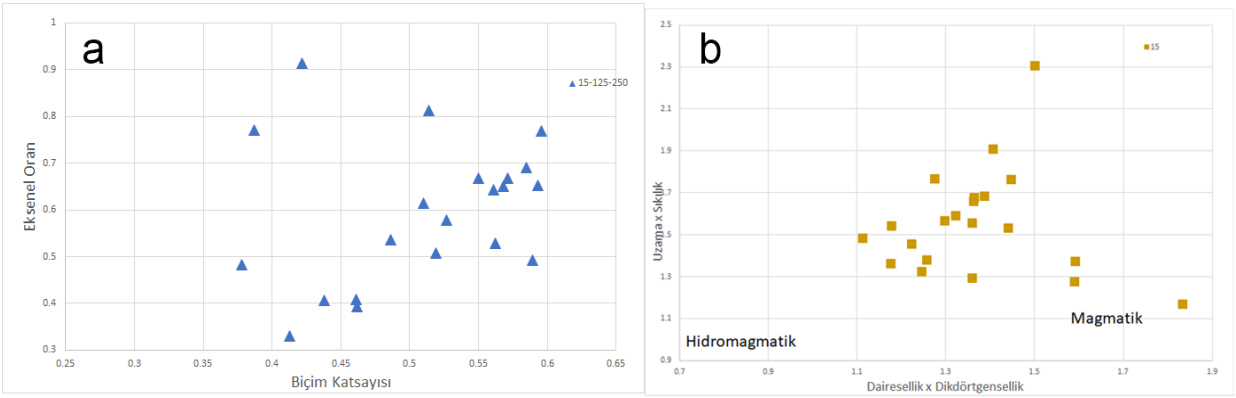
Şekil 6. 10. İgnimbirit örneğinin (a) TAS diyagramı (Le bas ve ark.,1986), (b) SiO_2- K_2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

6.4. İki Boyutlu Morfolojik Analizler

125-250 µm boyundaki volkanik küllerden alınan iki boyutlu analizler Çizelge 6.2'de verilmektedir. Genel olarak gözenekli taneler (pomzalar) bulunmaktadır. Bu tanelerin sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük değerler almaktadır (Şekil 6.11). İnce, uzun, birbirine paralel gözenekler içeren bazı tanelerin sağlamlık, dışbükeylik değerleri yüksektir (Şekil 6.11). Biçim katsayısı parametresi genellikle düşük değerler almaktadır (Şekil 6.12a) Dikdörtgensellik x dairesellik değerleri yüksek değerler almaktadır (Şekil 6.12b).

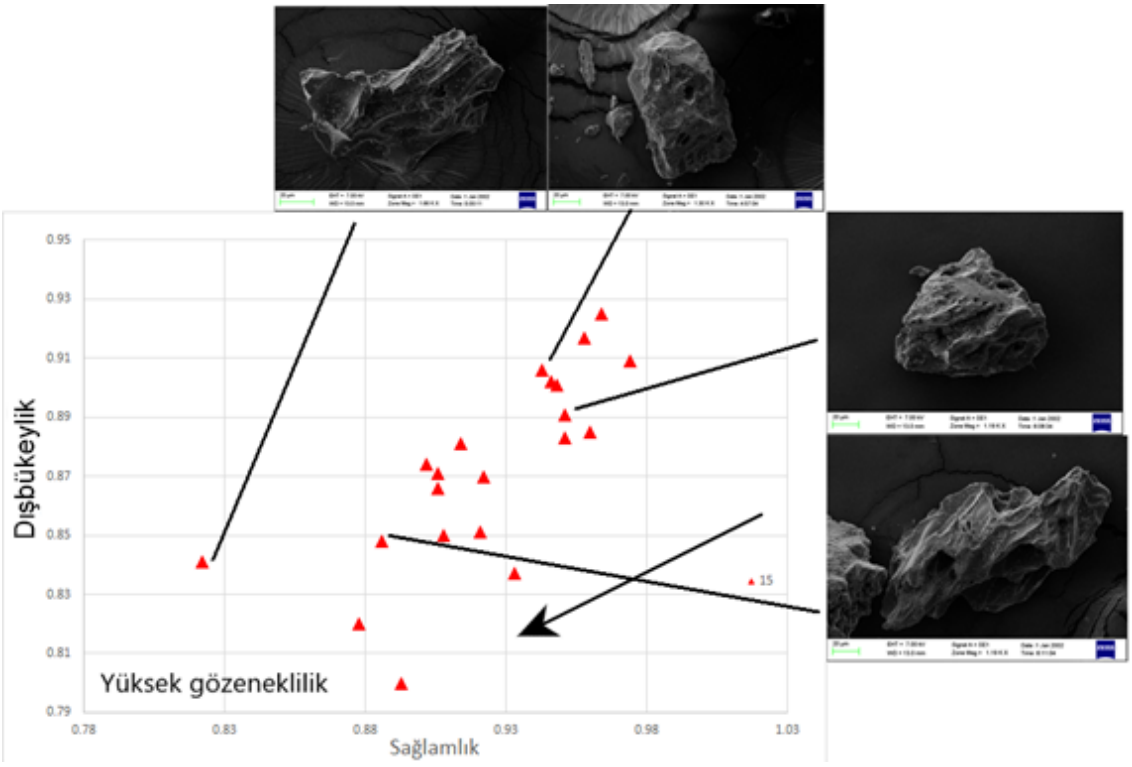


Şekil 6. 11. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı

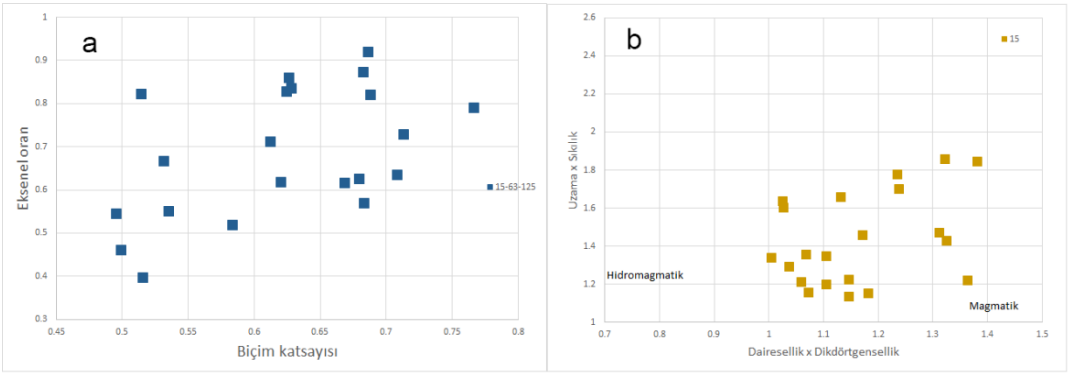


Şekil 6. 12. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık Eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama-Sıkılık grafiği

63-125 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analiz sonuçlarına göre gözenekliliği yüksek tanelerde ve cam kıymıklarında sağlamlık, dışbükeylik ve düşük değerler almaktadır (Şekil 6.13). Daha düşük gözenekliliğe sahip tanelerde daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 6.13). Pomza tanelerinin dikdörtgensellik x dairesellik değerleri yüksektir, daha az gözenekli tanelerde dikdörtgensellik x dairesellik değerleri göreceli olarak daha düşüktür (Şekil 6.17a). Biçim katsayısı değerleri çok düşük değer aralıklarında bulunmamaktadır (Şekil 6.14a). Dairesellik x dikdörtgensellik değerleri göreceli olarak yüksek değer aralıklarındadır (Şekil 6.14b).

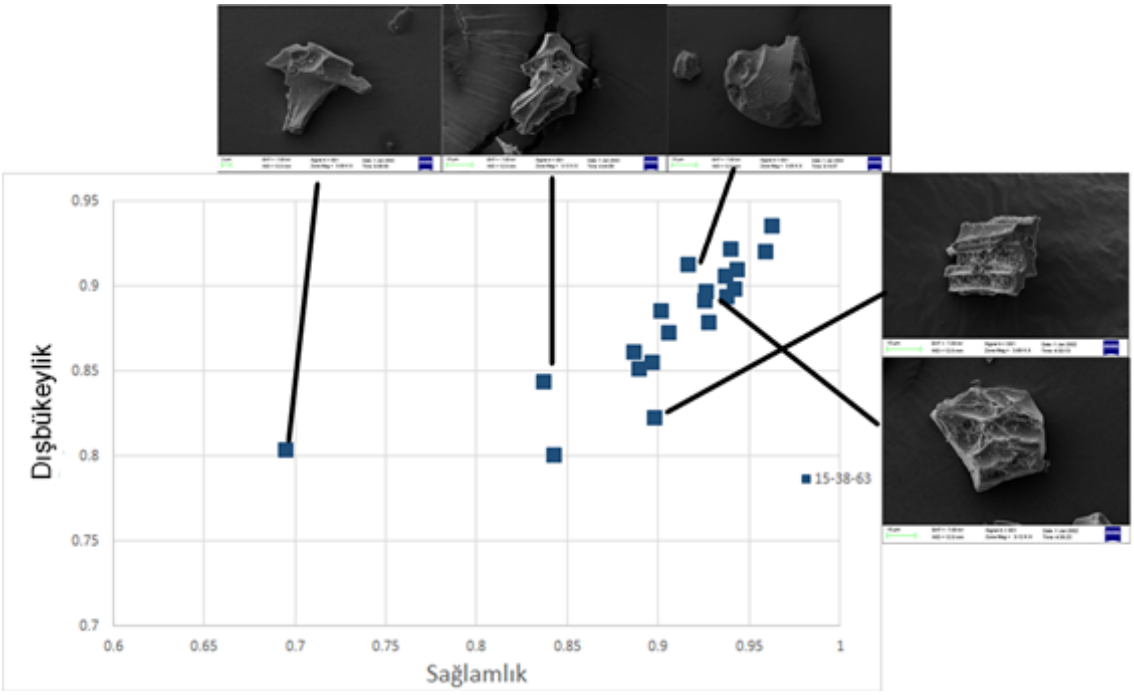


Şekil 6. 13. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık parametresine karşılık Dışbükeylik parametresinin diyagramı

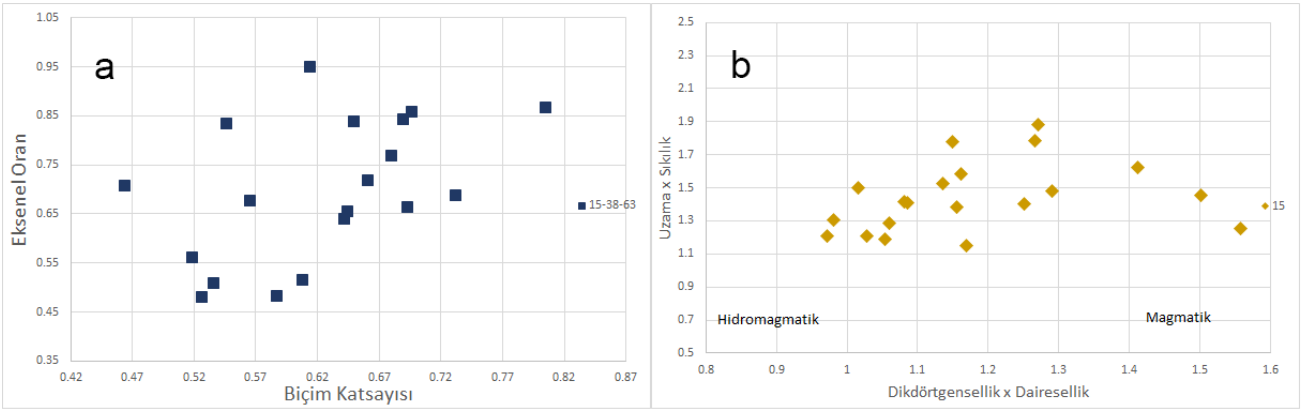


Şekil 6. 14. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık Eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama-Sıkılık grafiği

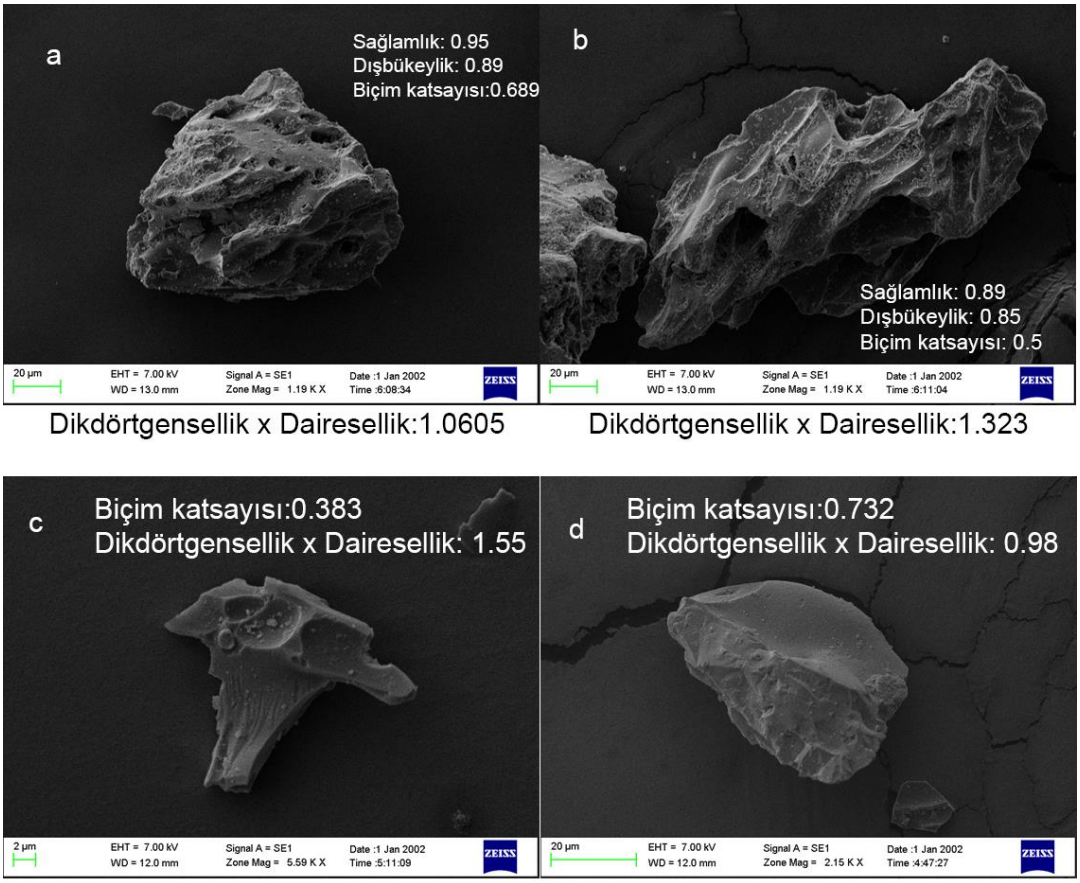
38-63 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizlere göre, cam kıymıkları ve gözenekli tanelerin sağlamlık, dışbükeylik (Şekil 6.15) ve biçim katsayısı değerleri düşüktür (Şekil 6.17c). Daha gözeneksiz cam kıymıklarının sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri yüksektir. Biçim katsayısı değerleri geniş bir aralıkta değişim göstermektedir (Şekil 6.15 ve Çizelge 6.2). Dikdörtgensellik x Dairesellik parametresi gözeneksiz tanelerin artmasıyla (cam kıymıkları) daha düşük değer aralıklarında da gözlemlenmektedir (Şekil 6.15 ve Çizelge 6.2)



Şekil 6. 15. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık parametresine karşılık Dışbükeylik parametresinin diyagramı



Şekil 6. 16. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısına karşılık eksenel oran diyagramı, (b) Dairesellik x Dikdörtgensellik- Uzama-Sıkılık grafiği



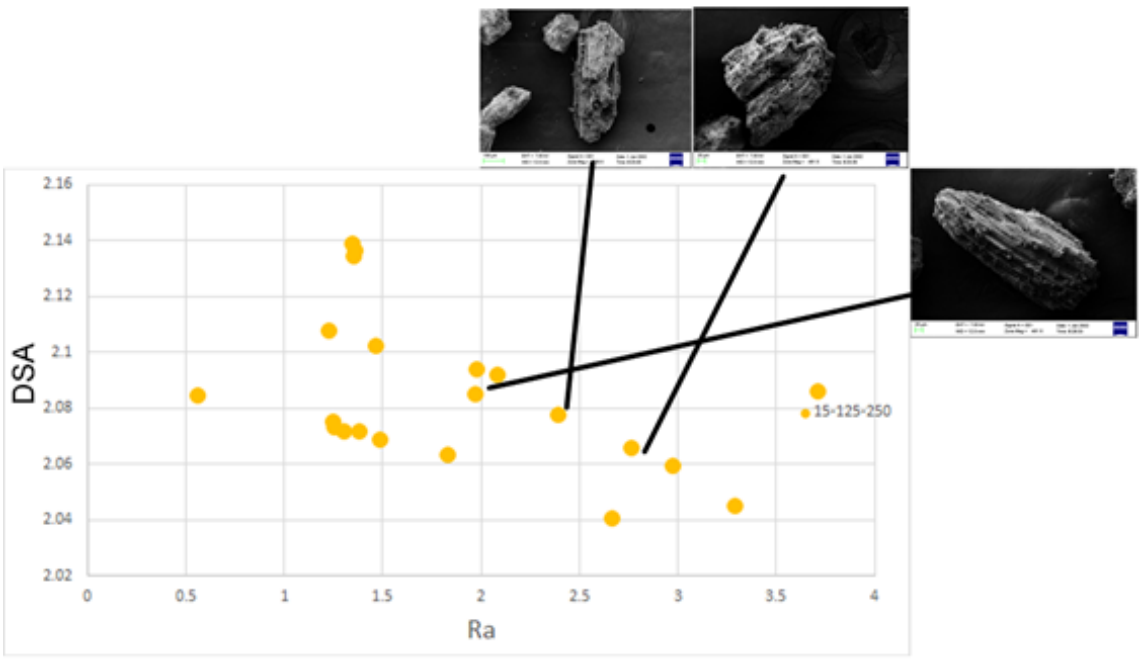
Şekil 6. 17. (a) Yüksek Sağlamlık ve biçim katsayısı; düşük Dikdörtgensellik x Dairesellik parametresi değerleri alan düşük gözenekliliğe sahip tane, (b) Yüksek gözenekliliğe, düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane, bu tane aynı zamanda yüksek Dikdörtgensellik x Dairesellik değeri almaktadır, (c) Düşük biçim katsayısı değerleri ve yüksek dikdörtgensellik x dairesellik değeri alan cam kıymığı, (d) Yüksek biçim katsayısı değerleri ve düşük dikdörtgensellik x dairesellik değeri alan tane

Çizelge 6. 2. İgnimbirit örneğine ait iki boyutlu analiz sonuçları

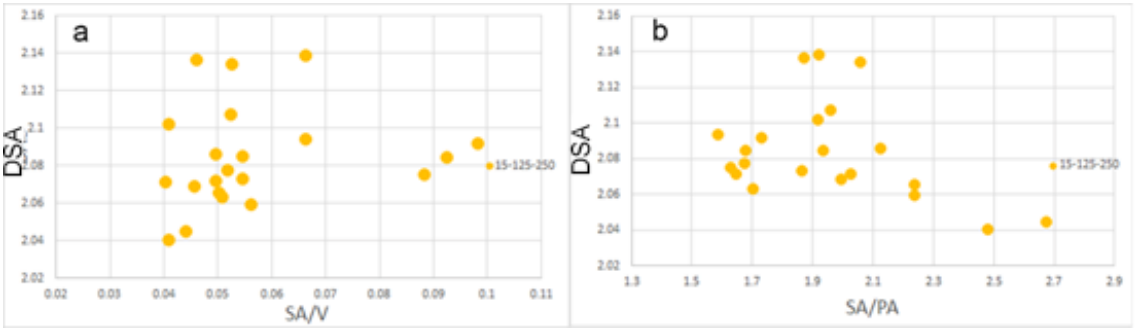
	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
125-250 µm	15-1	0.934	0.83	0.596	0.769	0.963008948	0.70394738	1.874445001	1.295744862	0.596	1.319510647	1.247813897
	15-2	0.863	0.776	0.422	0.914	1.034164003	0.574785752	2.215862841	1.539331759	0.422	1.273646388	1.591921494
	15-3	0.928	0.805	0.51	0.615	0.971831103	0.623829282	2.489512887	1.400860077	0.51	1.553031038	1.361399393
	15-4	0.878	0.814	0.438	0.407	0.959867754	0.521657679	3.37089529	1.510246358	0.438	1.758453412	1.44963678
	15-5	0.832	0.825	0.413	0.33	0.927279431	0.466554723	3.27273196	1.556607601	0.413	1.526908553	1.44341021
	15-6	0.928	0.823	0.561	0.644	0.973940158	0.679226771	2.298404196	1.335018187	0.561	1.561137662	1.300227825
	15-7	0.912	0.818	0.462	0.393	1.021020333	0.723436395	3.182061755	1.471062637	0.462	2.302019284	1.501984863
	15-8	0.937	0.814	0.55	0.667	1.01387808	0.744207363	2.249214148	1.348072675	0.55	1.67388173	1.366781336
	15-9	0.938	0.848	0.585	0.69	0.900676129	0.60592818	2.244756739	1.307815479	0.585	1.360161365	1.177918184
	15-10	0.954	0.815	0.568	0.65	0.948851833	0.663564649	2.075072537	1.326773635	0.568	1.37694478	1.258911596
	15-11	0.949	0.882	0.589	0.493	0.855696801	0.549702862	2.694400871	1.302721192	0.589	1.481119869	1.114734357
	15-12	0.943	0.83	0.519	0.508	1.013828871	0.736285119	2.58785666	1.388699269	0.519	1.90540035	1.407903411
	15-13	0.948	0.839	0.562	0.529	0.956807589	0.707492674	2.493792297	1.334440458	0.562	1.764339781	1.276802757
	15-14	0.944	0.823	0.571	0.668	0.925487002	0.644186204	2.253267427	1.323105349	0.571	1.45152379	1.224516803
	15-15	0.916	0.792	0.514	0.812	0.97579621	0.623912849	2.069651639	1.394929996	0.514	1.29128225	1.361167403
	15-16	0.825	0.764	0.378	0.483	0.98041102	0.464361937	2.946586661	1.626125059	0.378	1.368282691	1.594270927
	15-17	0.911	0.678	0.387	0.771	1.142787505	0.644316535	1.807934583	1.606672244	0.387	1.164882146	1.836084966
	15-18	0.945	0.811	0.461	0.408	0.942591111	0.533132084	3.1521496	1.47330408	0.461	1.680512085	1.388723329
	15-19	0.935	0.826	0.527	0.579	0.989926423	0.685752509	2.416080258	1.378054082	0.527	1.656833099	1.364172149
	15-20	0.938	0.85	0.593	0.652	0.907944975	0.649431593	2.368885692	1.298998256	0.593	1.538429207	1.179418939
	15-21	0.873	0.82	0.486	0.537	0.923679613	0.554913959	2.858577156	1.433922381	0.486	1.586264366	1.324484869
63-125 µm	15-1	0.948	0.901	0.68	0.624	0.881404319	0.68776473	1.969239096	1.212867917	0.68	1.354373196	1.06902702
	15-2	0.951	0.883	0.683	0.871	0.914317517	0.733066084	1.629621963	1.20968702	0.683	1.194620591	1.106038032
	15-3	0.822	0.841	0.496	0.542	0.933978626	0.568343405	2.509003568	1.419805681	0.496	1.425975631	1.32606816
	15-4	0.922	0.87	0.621	0.616	0.871390738	0.611353333	2.199032333	1.268780105	0.621	1.344385746	1.105603232
	15-5	0.921	0.851	0.627	0.857	0.908755263	0.660134664	1.718296908	1.262983797	0.627	1.134307353	1.147743173
	15-6	0.914	0.881	0.584	0.517	0.944377601	0.716010173	2.479286558	1.309040024	0.584	1.775194397	1.236228077
	15-7	0.974	0.909	0.767	0.789	0.880623414	0.761177505	1.755285845	1.142101778	0.767	1.3360841	1.005761566
	15-8	0.958	0.917	0.709	0.633	0.865519579	0.682013466	2.348343114	1.187490624	0.709	1.601601627	1.027796386
	15-9	0.908	0.85	0.536	0.549	1.011382545	0.763084219	2.414001091	1.366372472	0.536	1.842086138	1.381925269
	15-10	0.951	0.891	0.689	0.819	0.88019763	0.684467858	1.766874833	1.204943323	0.689	1.209369033	1.060588257
	15-11	0.943	0.906	0.687	0.917	0.889303048	0.691458698	1.668976953	1.206789601	0.687	1.154028631	1.073201671
	15-12	0.886	0.848	0.5	0.459	0.935108781	0.572799719	3.238298338	1.414917787	0.5	1.854896379	1.323102047
	15-13	0.933	0.837	0.625	0.825	0.93522849	0.697432889	1.651398134	1.26509035	0.625	1.151739373	1.183148537
	15-14	0.96	0.885	0.669	0.614	0.926174635	0.768095246	2.155519076	1.222340329	0.669	1.655643954	1.132100609
	15-15	0.878	0.82	0.532	0.665	0.957188709	0.627997838	2.338742076	1.3714223	0.532	1.468724968	1.312709942
	15-16	0.902	0.874	0.516	0.395	0.889591133	0.532771248	3.188301784	1.392225399	0.516	1.698635522	1.238511371
	15-17	0.964	0.925	0.684	0.568	0.848787386	0.653290608	2.502468994	1.208862049	0.684	1.634839492	1.026066859
	15-18	0.946	0.902	0.714	0.727	0.877092485	0.704429789	1.832695029	1.183322283	0.714	1.291004972	1.037883082
	15-19	0.906	0.871	0.629	0.834	0.909827589	0.669314014	1.825163432	1.260859564	0.629	1.221607463	1.147164817
	15-20	0.906	0.866	0.613	0.71	0.917718585	0.664001834	2.19362648	1.277158635	0.613	1.456572006	1.172072215
	15-21	0.893	0.8	0.515	0.82	0.979154311	0.630701277	1.932586426	1.393795783	0.515	1.218884726	1.364741149
38-63 µm	15-1	0.938	0.893	0.661	0.719	0.882876389	0.658446484	2.143974648	1.229823951	0.661	1.411692568	1.085782528
	15-2	0.887	0.861	0.536	0.51	0.926429665	0.595012517	2.99810824	1.366260269	0.536	1.783911931	1.265744043
	15-3	0.837	0.843	0.518	0.561	0.928711876	0.580269753	2.553299193	1.389519759	0.518	1.481602292	1.290463502
	15-4	0.942	0.898	0.68	0.768	0.848056499	0.624703912	1.932124988	1.212397427	0.680	1.207006038	1.028181517
	15-5	0.906	0.872	0.526	0.48	0.922040211	0.603976775	3.121441342	1.379041837	0.526	1.885278076	1.271532026
	15-6	0.898	0.822	0.546	0.834	1.043749059	0.760120639	2.133968668	1.353589324	0.546	1.622073628	1.412807584
	15-7	0.926	0.891	0.642	0.639	0.930930066	0.733813477	2.154949971	1.248103737	0.642	1.581331332	1.161897294
	15-8	0.937	0.905	0.689	0.842	0.879512653	0.679654505	1.892227992	1.204911466	0.689	1.28606128	1.05973488
	15-9	0.959	0.92	0.732	0.687	0.83932456	0.661542061	1.972280283	1.168759761	0.732	1.304746364	0.980968773
	15-10	0.94	0.921	0.693	0.665	0.845270859	0.651921807	2.304024558	1.201666863	0.693	1.502043852	1.015733982
	15-11	0.917	0.912	0.649	0.838	0.849429391	0.600212646	1.983117381	1.241229017	0.649	1.19029213	1.054336407
	15-12	0.928	0.878	0.644	0.655	0.927576392	0.716786681	1.932341255	1.245774614	0.644	1.385076476	1.155551122
	15-13	0.897	0.855	0.614	0.949	0.916798187	0.657546851	1.746489235	1.276079424	0.614	1.148398497	1.169907302
	15-14	0.902	0.885	0.587	0.482	0.869833411	0.568290476	2.690532301	1.305157495	0.587	1.529003881	1.135269595
	15-15	0.843	0.8	0.464	0.708	1.023216625	0.632914481	2.301606521	1.46727875	0.464	1.456720098	1.501344011
	15-16	0.927	0.896	0.608	0.515	0.896553591	0.655698945	2.715417402	1.282134206	0.608	1.780496325	1.149502026
	15-17	0.963	0.935	0.805	0.868	0.872069647	0.782181344	1.542536161	1.114360958	0.805	1.206543008	0.971800367
	15-18	0.89	0.851	0.565	0.677	0.940096725	0.651344262	2.156097558	1.330382665	0.565	1.404361772	1.250688386
	15-19	0.944	0.909	0.696	0.858	0.902803235	0.723085508	1.955101655	1.198307169	0.696	1.413705673	1.081835588
	15-20	0.695	0.803	0.383	0.916	0.965070202	0.457467581	2.736782508	1.614965709	0.383	1.251989274	1.558555283

6.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler

Üç boyutlu morfolojik analiz sonuçları Çizelge 6.3'te verilmektedir. Analizler yükseklik modeli (DEM verileri) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 6.25). 125-250 µm boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu analizlerine göre; bazı ince uzun ve birbirine paralel gözenekliliğe sahip tanelerde göreceli olarak daha düşük Ra , yüksek DSA, değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 6.18). Göreceli olarak daha düşük gözenenkliliğe sahip, yüzeylerine yapışık halde bulunan alterasyona sahip tanelerin DSA ve Ra değerleri yüksektir (Şekil 6.18). Gözenekliliği yüksek camlarda (pomza) yüksek Ra, DSA ve SA/PA değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 6.24a). SA/PA değerleri ile DSA değerleri arasında negatif bir korelasyon gözlenmiştir (Şekil 6.19b). Gözeneksiz tanelerde ve cam kıymıklarında yüksek SA/V değerleri gözlemlenmektedir (Şekil 6.19a)

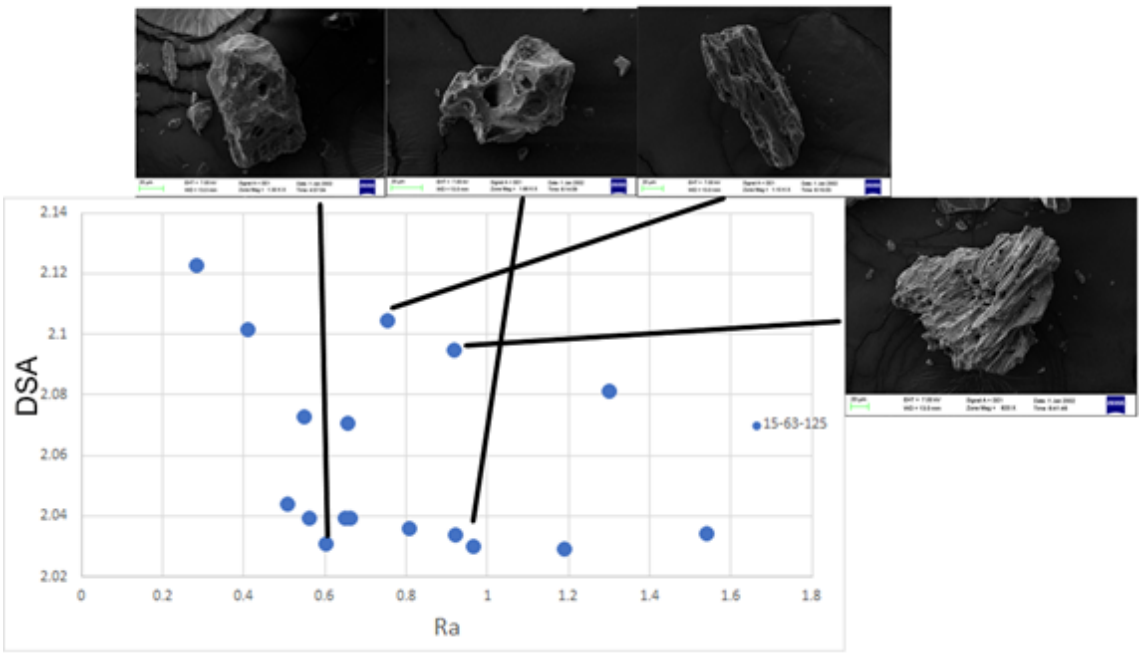


Şekil 6. 18. İgnimbirit örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

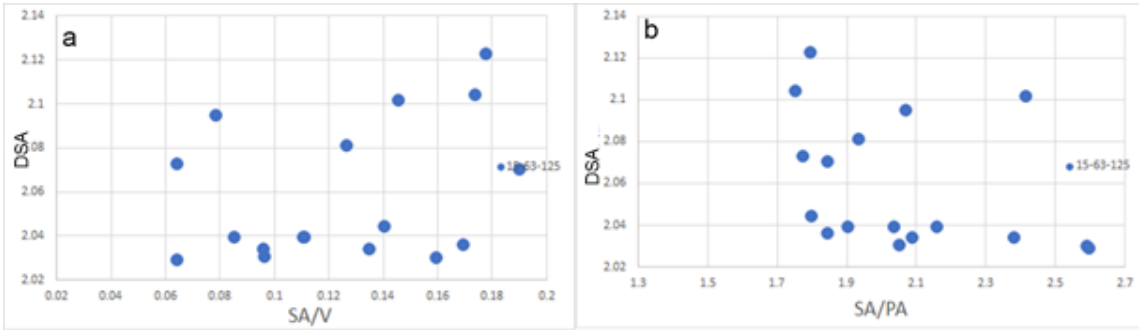


Şekil 6. 19. 125-250 μm tane boyundaki (a) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/PA grafiği

63-125 μm boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu analizlerine göre; yüksek gözenekliliğe sahip tanelerde yüksek SA/V, DSA, SA/PA ve Ra değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 6.24c). Göreceli olarak daha düşük gözenenkliliğe sahip taneler düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır (Şekil 6.20). Bazı gözenekli cam parçası tanelerin (cam kıymığı) DSA değerleri düşük, Ra, SA/V ve SA/PA değerleri yüksektir (Şekil 6.24d). SA/PA ve SA/V değerleri farklı değerler almaktadır (Şekil 6.21)

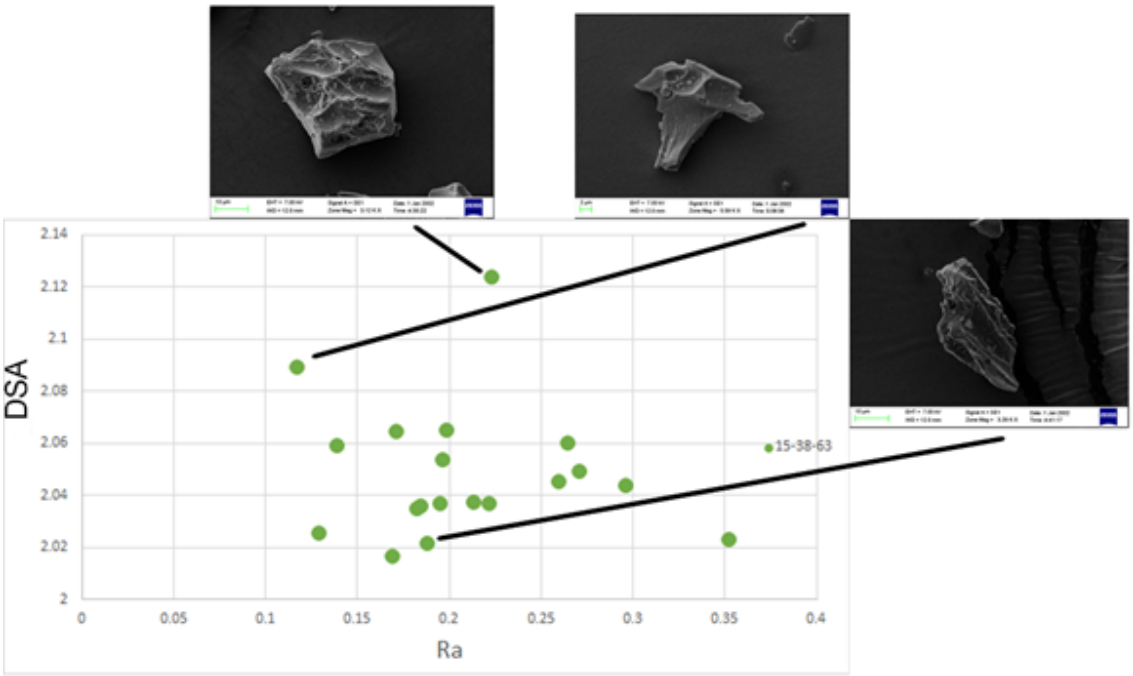


Şekil 6. 20. İgnimbirit örneğine ait 63-125 μm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği

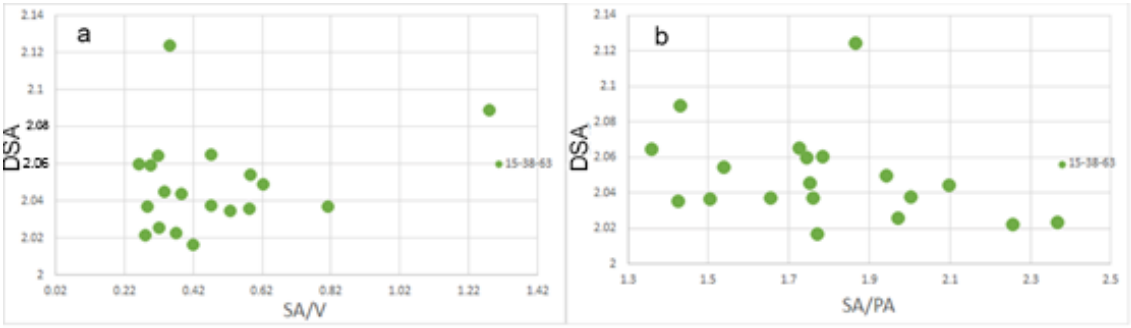


Şekil 6. 21. İgnimbirit örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki (a) İgnimbirit örneğine ait DSA-SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/PA grafiği

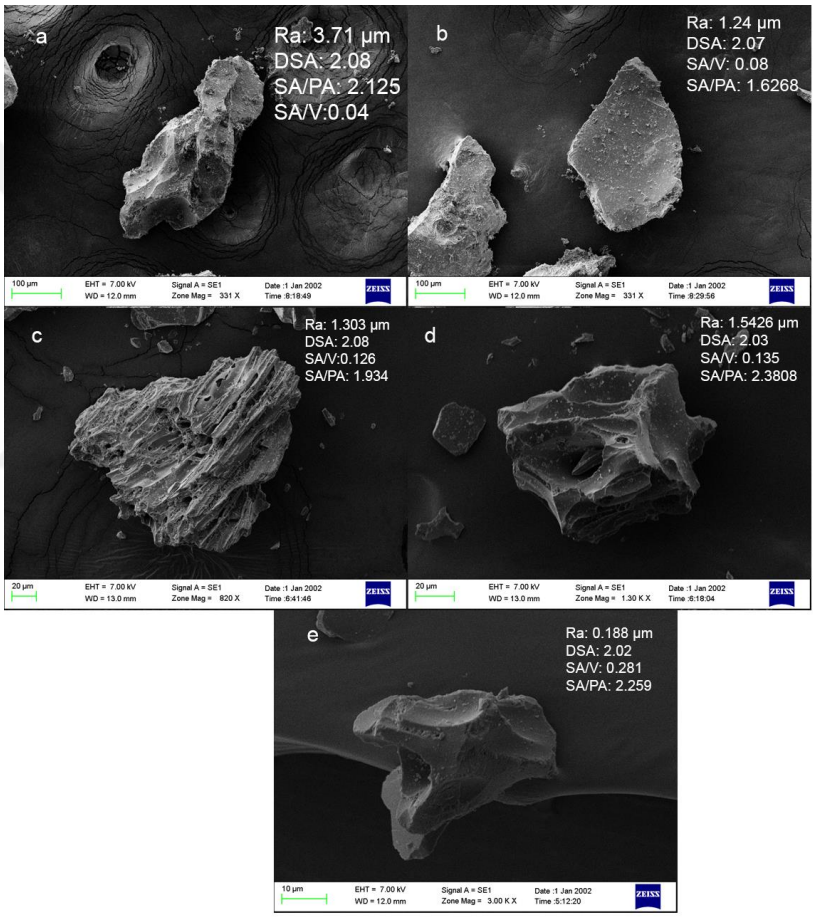
38-63 µm boyundaki volkanik küllerin üç boyutlu SA/PA değeri yüksek taneler gözenekli tanelerdir (Şekil 6.24e). Yüksek gözenenkliliğe sahip tanelerde DSA, Ra, parametreleri yüksek değerler almaktadır (Şekil 6.22). Genel olarak 125-250 mikrometre tane boyutunda tüm değerler yüksekken, tane boyu azaldıkça DSA değerleri azalmaktadır (Çizelge 6.3). SA/V değerleri göreceli olarak düşüktür (Şekil 6.23)



Şekil 6. 22. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)-Pürüzlülük (Ra) grafiği



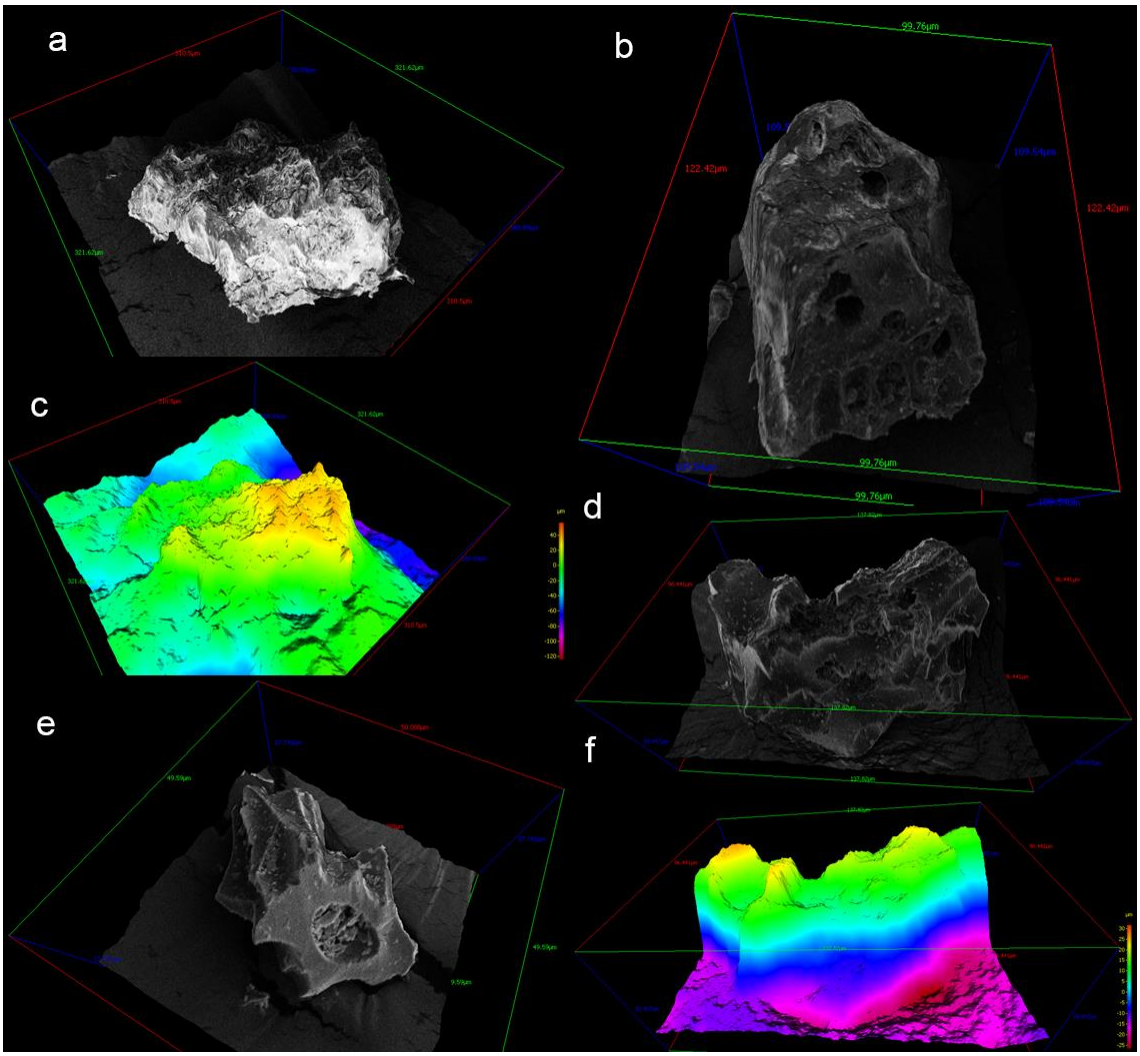
Şekil 6. 23. İgnimbirit örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki (a) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/V ikili diyagramı, (b) İgnimbirit örneğine ait DSA- SA/PA grafiği



Şekil 6. 24. (a)Yüksek Ra ve DSA değerleri alan tane, (b) Yüksek DSA değerleri alan cam kıymığı, (c) Yüksek Ra, DSA ve SA/PA değerleri alan tane, (d) Yüksek gözenekliliğe ve düşük DSA değerlerine sahip tane, (e) Yüksek SA/PA ve SA/V alan tane.

Çizelge 6. 3. İgnimbirit örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analizlerini göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	Ra (µm)	DSA	SA/PA
125-250 µm	15-1	82232.3	0.098404	2.0861	2.0916	1.7323
	15-2	128601.9	0.041082	2.6691	2.0402	2.4806
	15-3	93558.5	0.052614	1.3565	2.134	2.059
	15-4	116626.1	0.049764	3.7143	2.0857	2.125
	15-5	128757.1	0.044124	3.2924	2.0446	2.6752
	15-6	40795.2	0.092501	0.56592	2.0843	1.6793
	15-7	177426.3	0.051976	2.3953	2.0773	1.6736
	15-8	79829	0.045838	1.493	2.0685	1.9946
	15-9	111166.9	0.049653	1.3836	2.0713	1.645
	15-10	143292.1	0.052519	1.2317	2.1073	1.9594
	15-11	116803.3	0.040478	1.3084	2.0712	2.0261
	15-12	162633.5	0.050965	1.8359	2.063	1.703
	15-13	106043.3	0.046112	1.368	2.1363	1.8708
	15-14	113109.4	0.040935	1.4698	2.1018	1.9179
	15-15	126407.8	0.050289	2.7701	2.0653	2.2381
	15-16	141642.7	0.056232	2.977	2.0592	2.2372
	15-17	67434.1	0.066298	1.3516	2.1384	1.9194
	15-18	100257.5	0.066399	1.9796	2.0937	1.5866
	15-19	80039.8	0.054778	1.2622	2.073	1.864
	15-20	85051.5	0.088458	1.2497	2.0748	1.6268
	15-21	78560.7	0.054683	1.9755	2.0845	1.9332
63-125 µm	15-1	13152.2	0.111192	0.65207	2.039	2.1612
	15-2	14302.9	0.096591	0.60411	2.0304	2.0526
	15-3	11082.5	0.169373	0.8109	2.0357	1.8473
	15-4	8386.7	0.145628	0.4133	2.1013	2.4154
	15-5	10792	0.190343	0.65729	2.0703	1.8447
	15-6	23222.9	0.064247	0.55244	2.0727	1.7763
	15-7	8598.8	0.140519	0.50888	2.0439	1.8011
	15-8	14864.5	0.110717	0.66555	2.0391	1.9054
	15-9	4516.6	0.17776	0.28682	2.1225	1.7981
	15-10	17909.3	0.096091	0.92488	2.0336	2.0904
	15-11	34356.3	0.064386	1.1935	2.0289	2.5971
	15-12	9662.5	0.159713	0.96752	2.0297	2.5906
	15-13	12507.4	0.173911	0.75615	2.1041	1.7551
	15-14	20678.8	0.085318	0.56351	2.039	2.0362
	15-15	15803.1	0.13504	1.5426	2.0339	2.3808
	15-16	28255.8	0.078799	0.92092	2.0945	2.0696
	15-17	36561.6	0.126574	1.3037	2.0808	1.934
38-63 µm	15-1	2819.9	0.370544	0.35291	2.0227	2.3686
	15-2	1616	0.583969	0.18509	2.0356	1.5065
	15-3	1102.9	0.474492	0.19906	2.0648	1.7286
	15-4	1159.6	0.47292	0.2139	2.037	2.0047
	15-5	1005.5	0.624737	0.27141	2.0488	1.945
	15-6	1231.3	0.38646	0.29648	2.0436	2.1
	15-7	1828.4	0.352932	0.2237	2.1237	1.8674
	15-8	2937.7	0.264372	0.26462	2.0597	1.7873
	15-9	2261.3	0.318489	0.17148	2.0641	1.3614
	15-10	1511.9	0.321251	0.12909	2.0253	1.9726
	15-11	1322.9	0.337292	0.26021	2.045	1.7544
	15-12	992.31	0.812897	0.19513	2.0365	1.7617
	15-13	807.38	0.588212	0.19674	2.0536	1.5416
	15-14	1686	0.419433	0.16945	2.0164	1.7738
	15-15	1198.3	0.529471	0.18305	2.0344	1.4269
	15-16	1096.9	0.297764	0.13899	2.0589	1.7462
	15-17	2273.4	0.281038	0.18825	2.0213	2.2598
	15-18	1660	0.288355	0.22223	2.0365	1.6577



Şekil 6. 25. (a) Gözenekli camın üç boyutlu görüntüsü (b) Göreceli olarak daha düşük gözenekliliğe sahip volkanik cam, (c) a'nın yükseklik modeli, (d) Pomzanın üç boyutlu görüntüsü, (e) cam kıymığının üç boyutlu görüntüsü, (f) d'nin yükseklik modeli

7. PLİNİYEN PATLAMASI

Pliniyen patlaması, gaz, katı ve sıvı fazlı karışımın, atmosfere dakikadan günlere kadar değişebilen bir zaman aralığı süresince onlarca km'ye ulaşan bir püskürme bulutu ile enjeksiyonudur. M.Ö 79'da gerçekleşen Vezüv patlamasını tasvir eden genç Pliny'nin ismi ile bağlantılı olarak günümüzde bu patlama türü Pliniyen patlaması olarak bilinmektedir (Fisher ve Schmincke, 1984; Aydar, 2001). Asidik ve ortaç bileşime sahip magma ile ilişkili bir patlama olup volkanın bacası açıktır (Aydar, 2001). Yüksek hızlı bir boşalım ile karakterize edilmektedir (Aydar, 2001). Maximum yüksekliğe ulaşan patlama kolonu şemsiye şeklini alarak geniş bir yayılım göstermektedir. Güçlü patlama kolonları genel olarak tropopoza (troposfer- stratosfer arasındaki ara yüzey) kadar enjekte olabilir ve stratosferde yayılır (Şekil 7.1). Eğer atmosfere enjekte olan karışımda yeterli oranda kaldırma kuvveti koşulları sağlanamazsa kolon çöker ve etrafına dağılan, yer yüzeyini saran bir sıcak gaz ve piroklast bulutu oluşturur (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015).



Şekil 7. 1. Pinatubo volkanının 1991'deki Pliniyen- Ultrapliniyen patlaması (https://www.albany.edu/news/74091.php)

Patlamadaki değişikler magmanın bileşimi, uçucuların miktarı, baca dinamiği ve suyun varlığına göre değişim göstermektedir. Subpliniyen patlamalar genel olarak büyüklük (~10^{11} kg) ve yoğunluk (~10^{6} kg/s) olarak daha düşük aralıklarda olması ile Pliniyen patlamalarından ayrılır. Subpliniyen patlamalarda daha düşük hacimli piroklastik yoğunluk akıntıları oluşmaktadır. Subpliniyen patlamalarının süresi dakikalar ve saatler arasında değişim göstermektedir (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015).

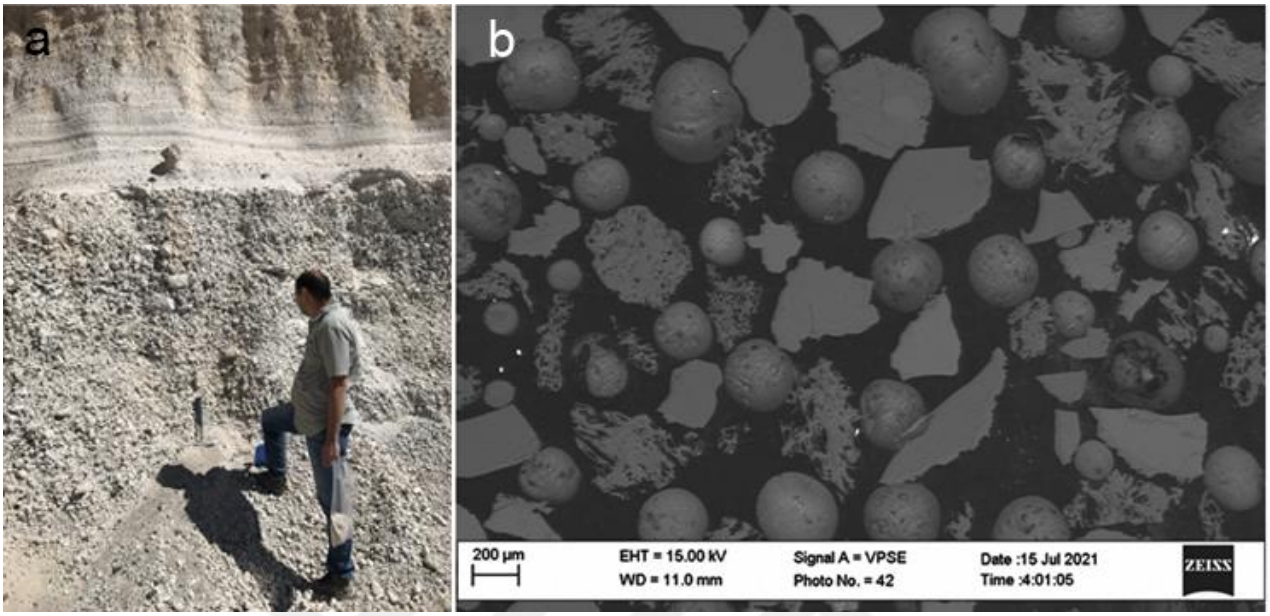
Pliniyen patlamalar diğer patlamalara göre kısa ve sürekli bir boşalıma sebep olan farklı varyasyonlar içermektedir. Bu durum püskürme kolonunda bir duraysızlığa sebep olup piroklastik yoğunluk akıntılarının oluşumuna olanak sağlamaktadır. Volkan Patlama İndeksi (Volcanic Explosivity Index (VEI)) değeri 4-6 arasında değişmektedir (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015). Ultrapliniyen patlamalar, pliniyen patlamalardan daha yüksek patlama kolonu ile ayrılmaktadır. (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015).

Pliniyen tip patlamalarda magmanın kompozisyonu ortaç bileşimden riyolitik bileşime kadar değişen bileşimlerde olabilir. Magmanın yükselmesi, magma odası ve yüzey arasındaki basınç farkı ile sağlanmaktadır (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015).

Pliniyen tipi patlamalarda jüvenil magma partikülleri genellikle yüksek gözenekliliğe sahip pomza klastlar ve kül partikülleri ile az miktarda gözenekli ve yoğun, piroklastlardan oluşmaktadır. Gözeneklilik genellikle %65-85 arasında değişmektedir (Cioni ve ark., 2015).

Pliniyen patlamalarında geri düşme çökelleri; patlama kolonundaki piroklastiklerin yer yüzeyine düşmesi ile oluşmaktadır (Walker 1980; Cioni ve ark., 2000, Cioni ve ark., 2015). Pliniyen patlamaları lapilli pomza geri düşmeler ve kül geri düşme ve piroklastik akıntı çökellerini içermektedir. Pomza geri düşmelerin gözenekliliği çok yüksektir. Piroksimal alanlarda oluşan tabakaların kalınlıkları yüksekken daha distal fasiyeslerde düşük kalınlıklar gözlemlenmektedir (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015). Pliniyen çökellerinin tane boyu dağılımları genel olarak polimodaldir (Cioni ve ark., 2015). Daha az rüzgâr gözlemlenen ortamlarda çökeller baca etrafında daha simetrik bir dağılım gösterir, boylanma kötü- orta dereceli arasında değişim göstermektedir ve genellikle üzerinde ince kül seviyesi bulunmaktadır (Cioni ve ark., 2000; Cioni ve ark., 2015).

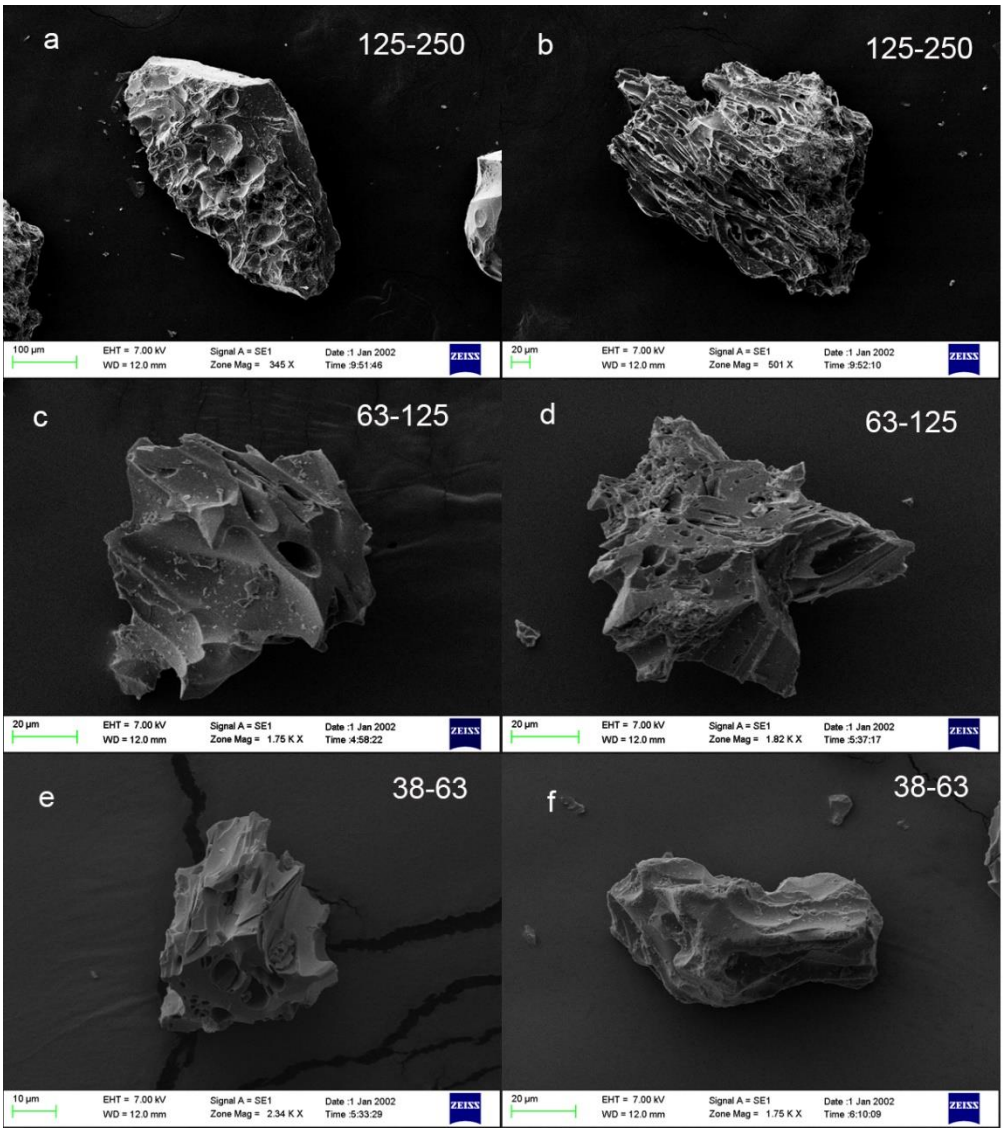
Bu çalışma da Göllüdağ'dan alınmış pomza ve kül geri düşme çökellerinin tane boyu dağılımları ve istatiksel parametreleri, kimyasal özellikleri ve bunlarla beraber iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) morfolojik özellikleri incelenmiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7. 2 (a) Göllüdağ mostra fotoğrafı, (b) Pomza geri düşme örneğine ait BSD görüntüsü

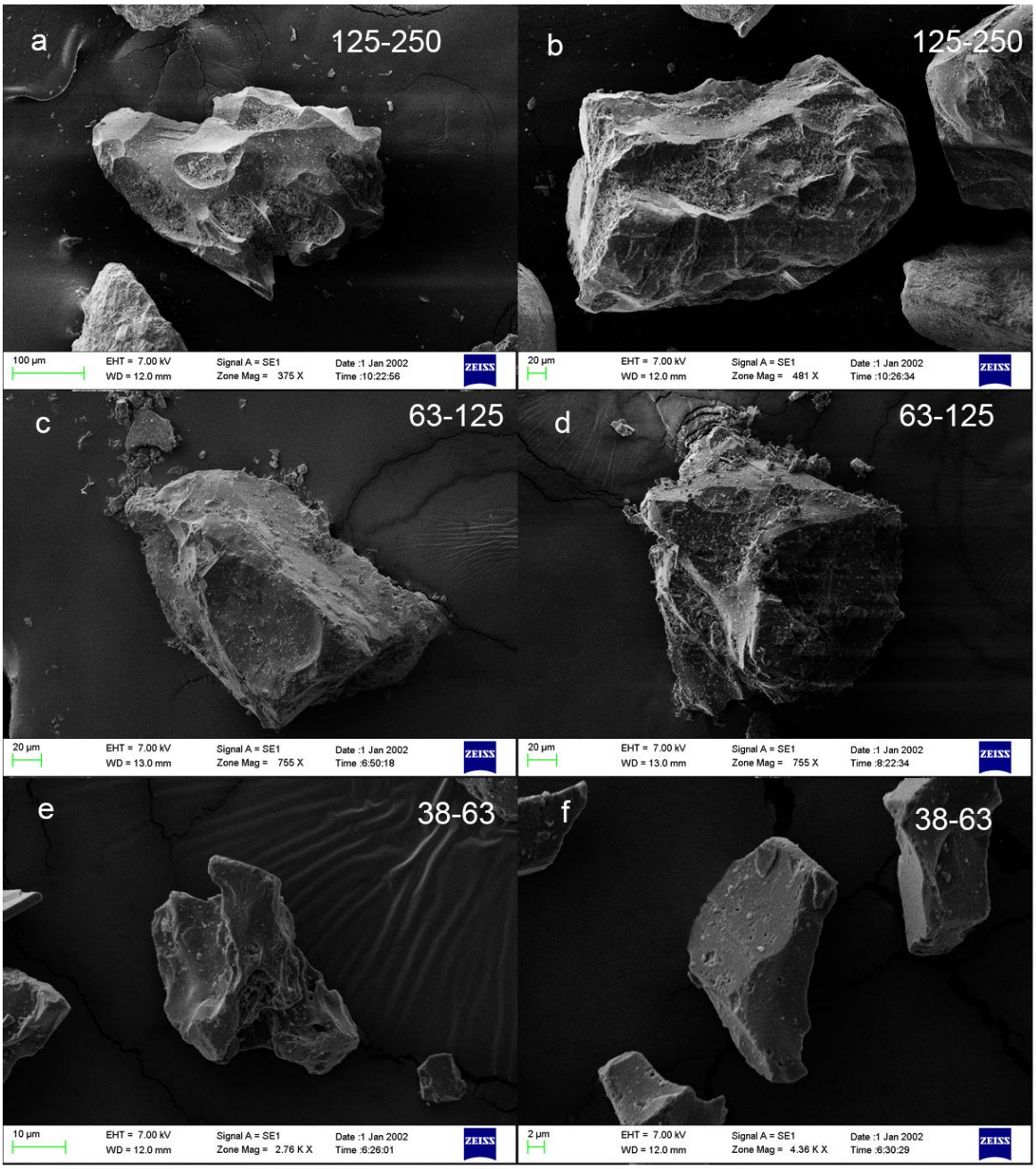
7.1. Genel Tanımlamalar

C-20-35 numaralı örnek iri pomzalı geri düşmelerdir. Örnekte 125-250 mikrometre tane boyu aralığında genel olarak birbirine paralel, ince, uzun gözeneklilik gösteren taneler bulunmaktadır. Bununla beraber bazı fenokristallerin yüzeylerinde ince bir tabaka halinde gözenekli cam bulunmaktadır (Şekil 7.3a). Tane boyu küçüldükçe pomza parçaları ve gözenekli cam kıymıkları artmaktadır, en küçük tane boyunda cam kıymığı oranları da artmaktadır.



Şekil 7. 3. C-20-35 numaralı iri taneli pomza örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre tane boyutunda fenokristalin yüzeyinden itibaren gelişen gözenekli cam, (b) 125-250 mikrometre tane boyut aralığında pomza tanesi, (c-d) 63-125 tane boyu aralığında gözenekli cam (pomza parçası) (e-f) 38-63 mikrometre boyutunda pomza parçaları-gözenekli camlar

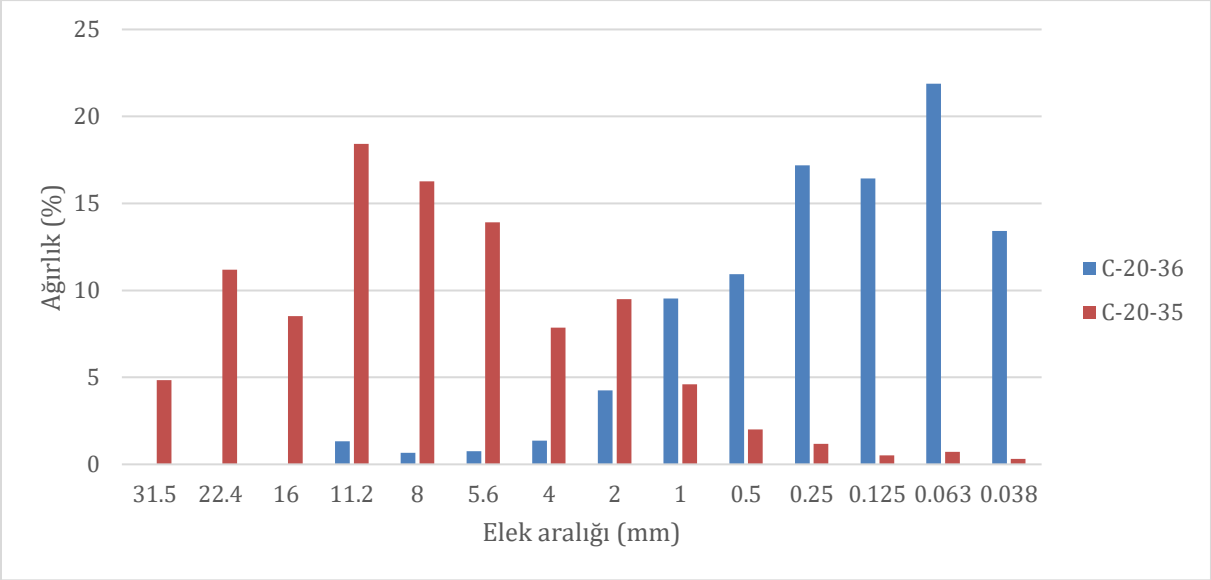
C-20-36 örneğinde bloksu taneler ve pomzalar beraber bulunmaktadır. Tane boyu küçüldükçe tanelerin yüzeyinde yapışık halde alterasyon bulunmaktadır (Şekil 7.4d). Gözenekliliği düşük bloksu tanelerin oranı ve cam kıymıkları tane boyunun küçülmesiyle artmaktadır.



Şekil 7. 4. C-20-36 numaralı iri taneli pomza örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. a) 125-250 mikrometre tane boyutunda gözenekli volkanik cam, (b) 125-250 mikrometre tane boyut aralığında köşeli bloksu taneler, (c) 63-125 mikrometre tane boyutunda bloksu, köşeli piroklast, (d) 63-125 mikrometre tane boyu aralığında düşük gözenekli, yüzeyinde yapışık halde alterasyonlar bulunan piroklast, (e) 38-63 mikrometre tane boyutuna ait pomza parçası, (f) 38-63 mikrometre tane boyutuna ait piroklast

7.2. Tane Boyu Dağılımları ve İlişkili İstatistiksel Parametreler

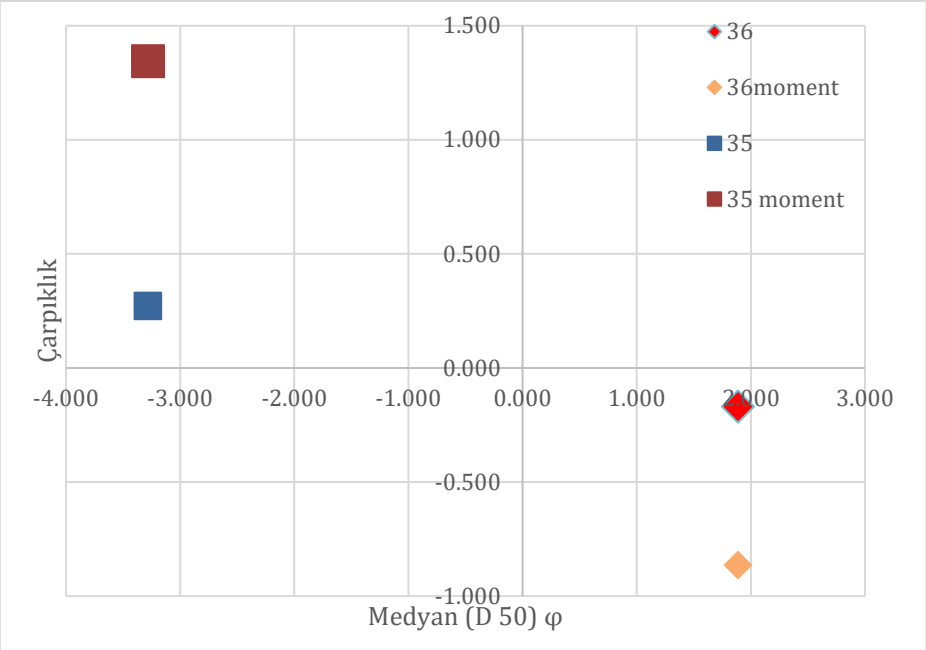
Tane boyu analizleri ve tanımlamaları Gradistat ve SFT (Ardışıklı Parçalanma/Taşınma) analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler elekler yardımıyla taneler farklı fraksiyonlara ayrılmışlardır (Şekil 7.5). Eleme verileri Gradistat ve SFT yazılımları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 7. 5. C-20-35 pomza geri düşme ve C-20-36 kül geri düşme örneklerine ait tane boyu dağılım histogramı

7.2.1. Gradistat

Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre tanımlanan C-20-35 numaralı örnek kötü boylanma, ince çarpıklık (pozitif çarpıklık) göstermektedir. Örnek pozitif çarpıklık değerleri almaktadır. D50 değeri phi cinsinden -3.28 Φ olarak hesaplanmıştır. C-20-36 örneği ise kötü boylanma, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir (Şekil 7.6). Örnek negatif çarpıklık değerleri almaktadır. D50 değeri phi cinsinden 1.88 Φ olarak belirlenmiştir (Çizelge 7.1)



Şekil 7. 6. İkili diyagramlar hem moment hem de grafik yöntem ile hesaplanan çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir

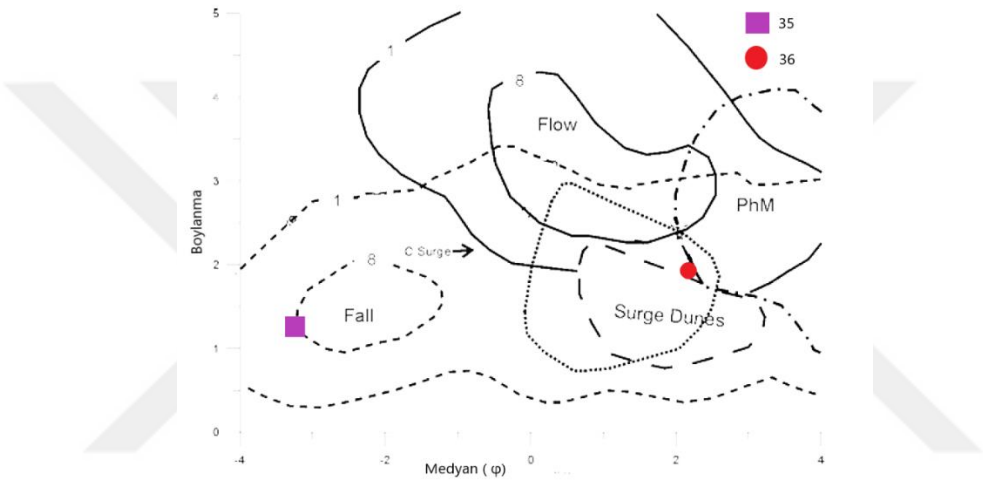
Çizelge 7. 1. Gradistat programında hesaplanan istatistiksel parametreler

		C-20-035	C-20-036
	ANALYST AND DATE:	,	,
	SIEVING ERROR:		
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Poorly Sorted	Polymodal, Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravel	Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Medium Gravel	Very Fine Gravelly Very Fine Sand
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	12250.6	873.3
	SORTING (σ_a):	9616.7	2042.0
	SKEWNESS (Sk_a):	1.073	4.730
	KURTOSIS (K_a):	3.567	27.12
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	7920.8	303.6
	SORTING (σ_g):	3.039	3.553
	SKEWNESS (Sk_g):	-1.346	0.863
	KURTOSIS (K_g):	5.466	3.251
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	-2.986	1.720
	SORTING (σ_ϕ):	1.604	1.829
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	1.346	-0.863
	KURTOSIS (K_ϕ):	5.466	3.251
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	8234.8	291.6
	SORTING (σ_G):	2.885	3.449
	SKEWNESS (Sk_G):	-0.271	0.168
	KURTOSIS (K_G):	1.260	0.771
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	-3.042	1.778
	SORTING (σ_I):	1.529	1.786
	SKEWNESS (Sk_I):	0.271	-0.168
	KURTOSIS (K_G):	1.260	0.771
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Gravel	Medium Sand
	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Fine Skewed	Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Platykurtic
	MODE 1 (μm):	13600.0	76.50
	MODE 2 (μm):	26950.0	302.5
	MODE 3 (μm):	2400.0	152.5
	MODE 1 (ϕ):	-3.743	3.731
	MODE 2 (ϕ):	-4.731	1.747
	MODE 3 (ϕ):	-1.243	2.737
	D_{10} (μm):	2066.5	72.28
	D_{50} (μm):	9731.6	270.4
	D_{90} (μm):	26956.2	1396.1
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	13.04	19.31
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	24889.6	1323.8
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	3.026	7.214
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	10644.4	552.0
	D_{10} (ϕ):	-4.753	-0.481
	D_{50} (ϕ):	-3.283	1.887
	D_{90} (ϕ):	-1.047	3.790
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	0.220	-7.873
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	3.705	4.272
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	0.600	5.440
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	1.598	2.851
	% GRAVEL:	90.9%	9.9%
	% SAND:	9.1%	90.1%
	% MUD:	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	4.6%	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	20.0%	0.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	34.9%	2.4%
	% FINE GRAVEL:	21.9%	2.5%
	% V FINE GRAVEL:	9.5%	5.0%
	% V COARSE SAND:	4.6%	11.3%
	% COARSE SAND:	2.0%	13.0%
	% MEDIUM SAND:	1.2%	20.4%
	% FINE SAND:	0.5%	19.5%
	% V FINE SAND:	0.7%	25.9%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%

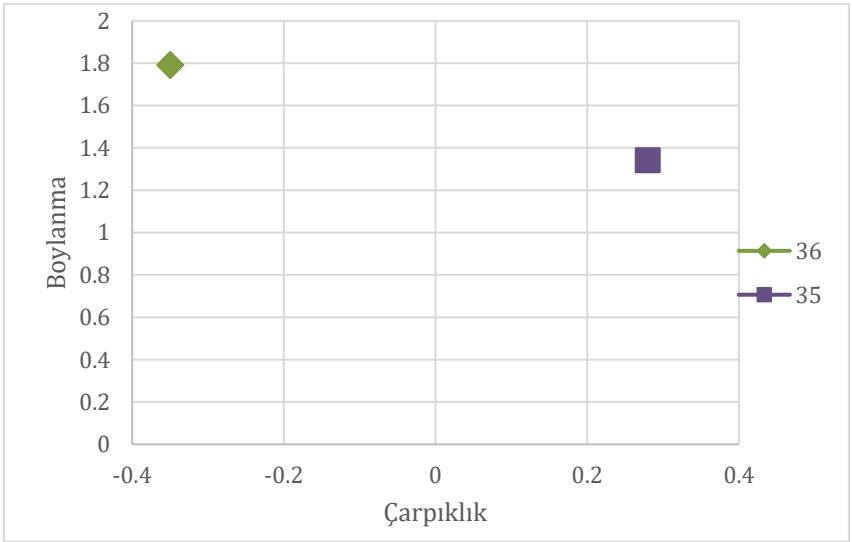
7.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

C-20-35 örneğinde 2 alt populasyon belirlenirken, C-20-36 örneğinde 3 alt populasyon gözlemlenmiştir.

Medyan-boylanma diyagramında; C-20-35 numaralı örnek geri düşme çökelleri alanında yer alırken, C-20-36 örneği pliniyen geri düşme alanında yer almaktadır. Taban yayılımı (surge) çökelleri arasında yer almaktadır. C-20-36 örneği Taban yayılımı (surge) ile freatomagmatik arasında yer almaktadır (Şekil 7.7)



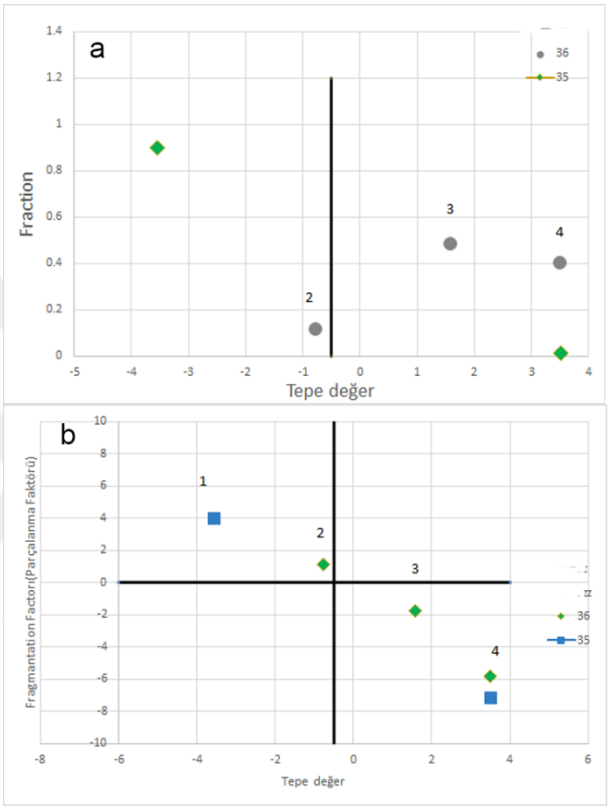
Şekil 7. 7. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971, Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007)



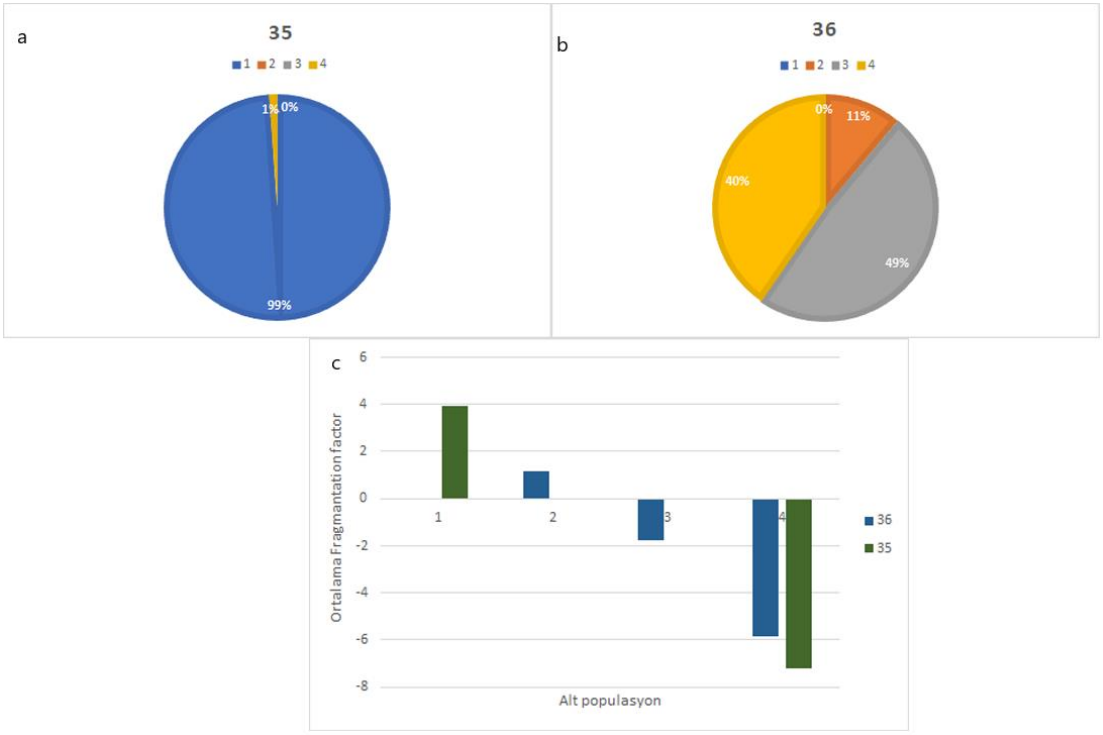
Şekil 7. 8. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı

C-20-35 örneğinde 1 ve 4 numaralı alt populasyonlar belirlenmiştir. 1 numaralı alt populasyon kaba tane bileşimini belirtirken, 4 numaralı alt populasyon ince taneleri

belirtmektedir. İnce taneler pomza parçaları ve gözenekli cam kıymıklarıdır. C-20-36 örneğinde 2 numaralı kaba taneleri karakterize eden alt populasyon ve 3 ve 4 numaralı daha ince taneleri karakterize eden alt populasyonlar belirlenmiştir (Şekil 7.9). C-20-35 örneğinin %99'u kaba tanelerden oluşurken, C-20-36 örneğinin %11 kaba taneler, %89 ince tanelerden oluşmaktadır (Şekil 7.10).



Şekil 7. 9. C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait (a)Fraksiyon (Fraction)- Tepe değer grafiği, (b) Fragmantasyon faktörü- Tepe değer grafiği

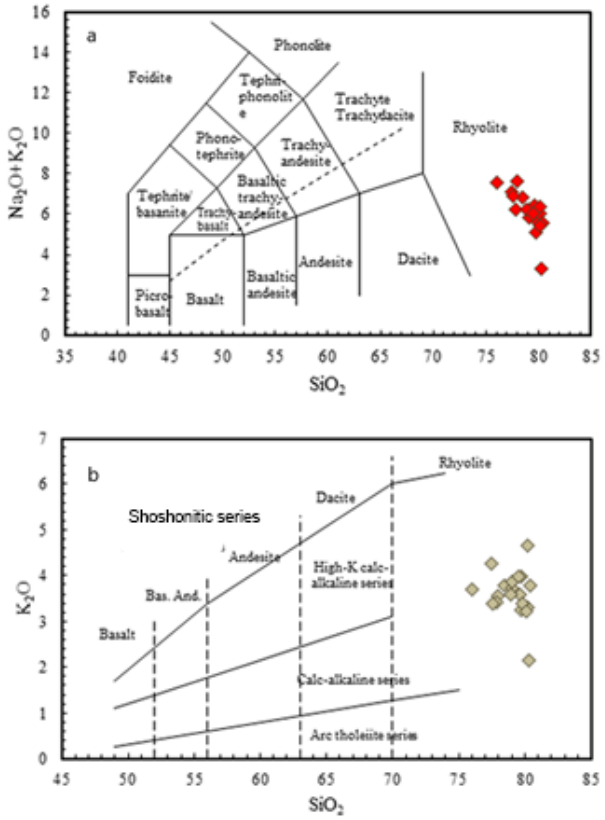


Şekil 7. 10. (a) C-20-35 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (b) C-20-36 örneğinin fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (c) Ortalama fragmantasyon faktörüne karşılık alt populasyonlar

7.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

Kimyasal analizler C-20-35 örneğindeki volkanik camlardan alınan möjor oksit elementlerini kapsamaktadır. Analizler SEM-EDS cihazı ile alınmıştır. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir.

Le Bas ve ark., (1986) tarafından oluşturulan TAS diyagramına göre camlar riyolitik bileşimlidir. Peccerillo ve Taylor, (1976) diyagramında K_2O bileşimi kullanılarak yapılan sınıflamada camlar Kalkalkalin-Yüksek-K-kalkalkalin sınırları içersinde yer almaktadır (Şekil 7.11).

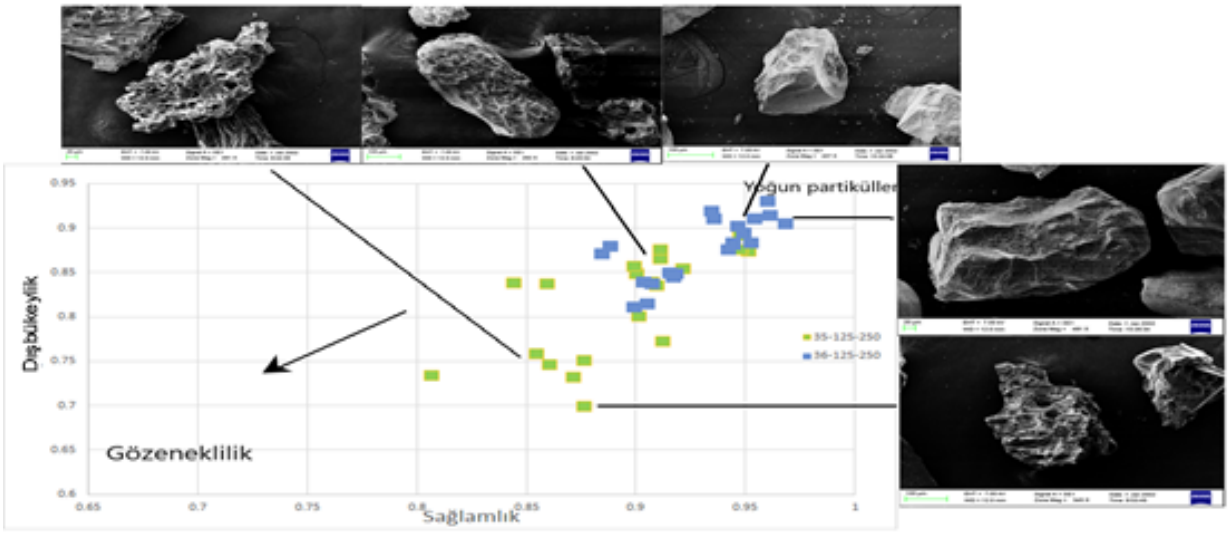


Şekil 7. 11. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) SiO2- K2O diyagramı. (Peccerillo ve Taylor, 1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

7.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

İki boyutlu analizler 125-250, 63-125 ve 38-63 µm tane boyu aralıkları arasında yapılmıştır.

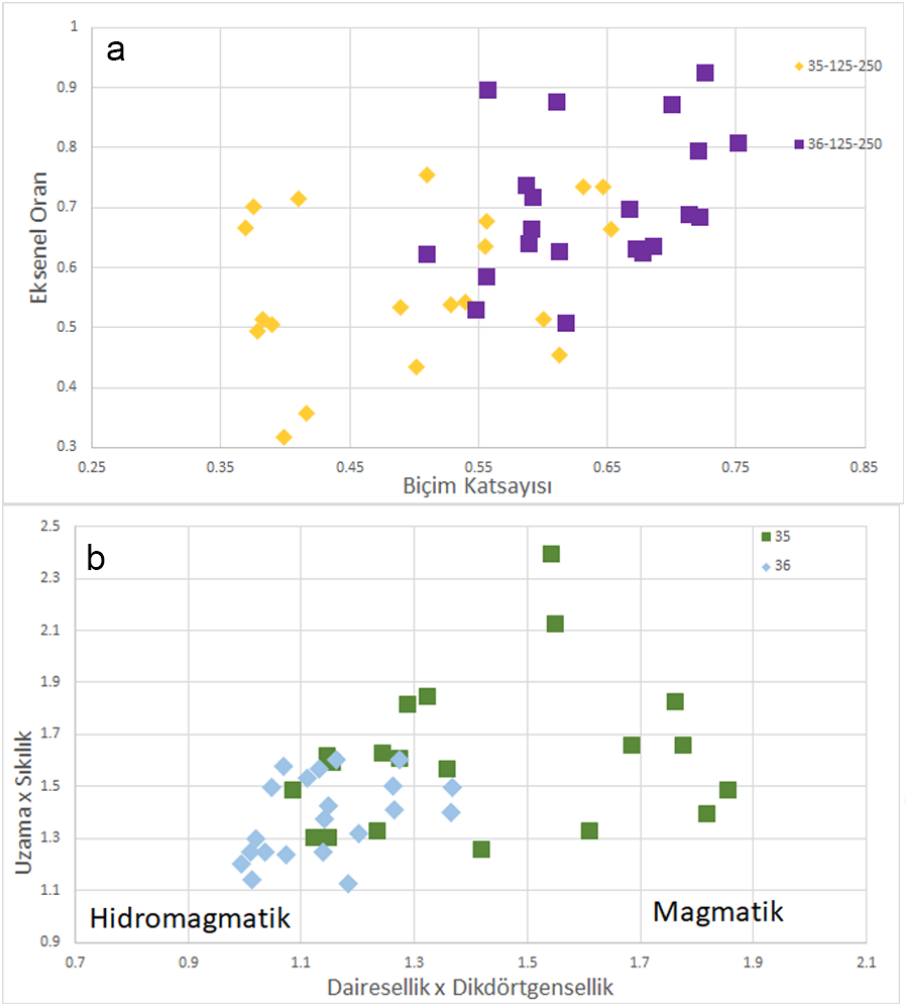
125- 250 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizlerine göre C-20-35 pomza geri düşme örneğinin C-20-36 kül geri düşme örneğine göre daha düşük biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 7.13a). Sağlamlık, dışbükeylik değerleri düşük değerler almaktadır (Şekil 7.12). Göreceli olarak yüksek sağlamlık, biçim katsayısı ve dışbükeylik değerleri alan tanelerin bir yüzeyleri gözenekli morfoloji sergilerken diğer yüzeyleri daha düzlemsel morfoloji sunmaktadır, fenokristaller ince gözenekli cam katmanıyla kaplanmıştır (Heiken ve Wohletz,1985) (Şekil 7.24a). Dikdörtgensellik x dairesellik parametresi C-20-35 örneğinde C-20-36 örneğine göre daha yüksek değerler almaktadır (Şekil 7.13)



Şekil 7. 12. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı (Yeşil kareler C-20-35 örneği, mavi kareler C-20-36 örneğidir.)

C-20-36 örneğinde; genel olarak pomzalar ve göreceli olarak daha düşük gözenekli volkanik cam parçaları gözlemlenirken az miktarda köşeli, bloksu birbirine dik kırıklar içeren tanelerde bulunmaktadır (Şekil 7.4b ve Şekil 7.12). Pomza ve pomza parçalarında düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı gözlemlenirken, daha bloksu tanelerde ve fenokristalin yüzeyini kaplayan ince gözenekli cam bulunan tanelerde bu değerler daha yüksek değerler almaktadır (Şekil 7.12). Sağlamlık ve

dışbükeylik değerleri C-20-35 örneğine göre daha yüksektir (Şekil 7.12). C-20-36 ince kül örneği dikdörtgensellik x dairesellik grafiklerinde düşük değer aralıklarındadır (Şekil 7.13)

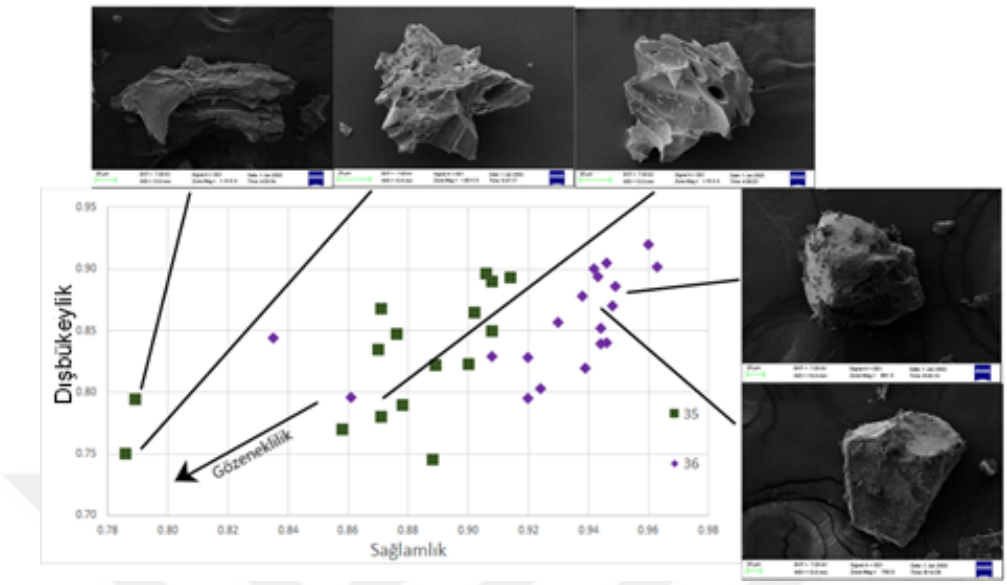


Şekil 7. 13. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği

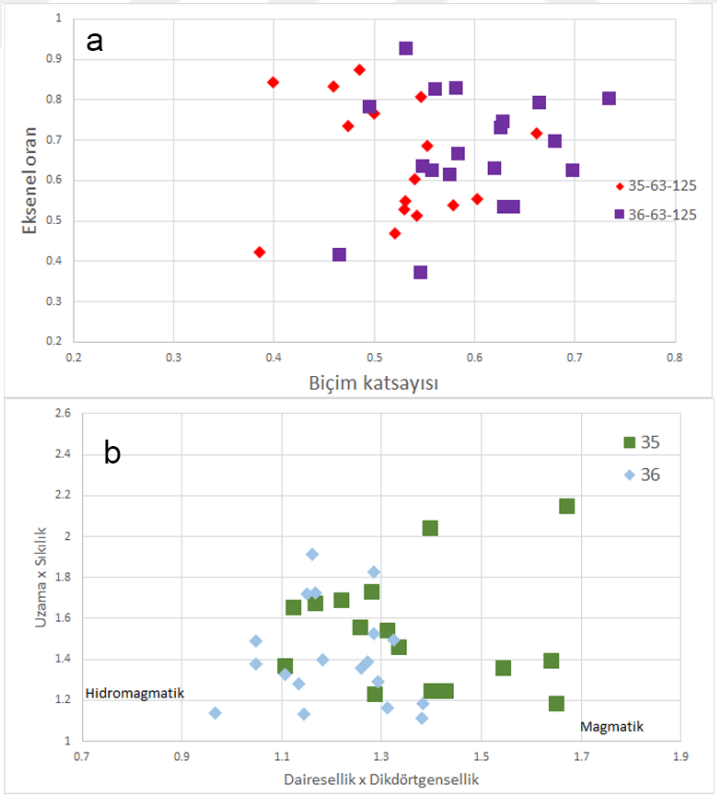
63-125 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizlerine göre, C-20-35 örneğinde; genel olarak pomza parçalarından ve pomzalardan oluşmaktadır. Sağlamlık, dışbükeylik parametreleri düşük değerler almaktadır (Çizelge 7.3).

C-20-36 örneğinde, örneklerin yüzeylerine alterasyon yapışıktır (Şekil 7.4). Gözenek parçalarında daha düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri gözlemlenmiştir. Daha bloksu taneler göreceli olarak daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 7.14). Biçim katsayısı değerleri C-20-35 pomza geri düşme örneğinde daha düşük değer aralıklarındadır, bununla beraber C-20-36 ince kül geri düşme örneği

dikdörtgensellik x dairesellik parametresi C-20-35 örneğine göre göreceli daha düşük değerler almaktadır (Şekil 7.15 ve Çizelge 7.3)

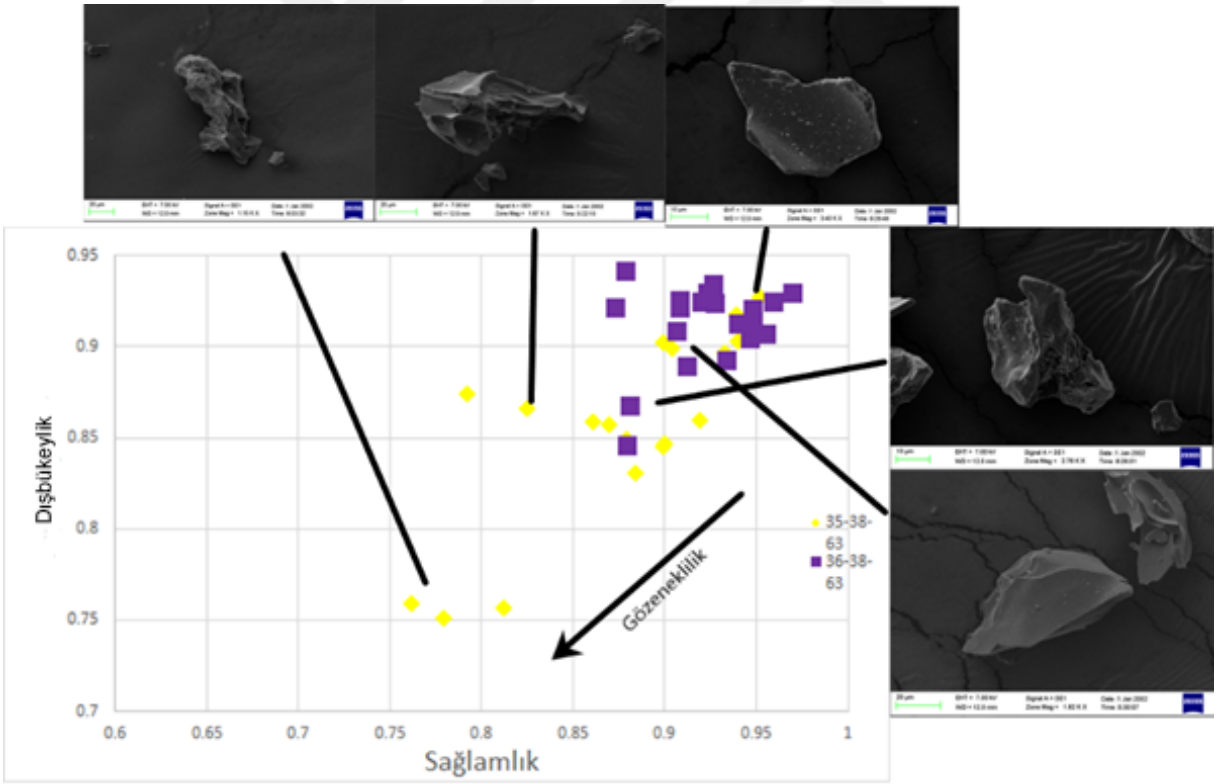


Şekil 7. 14. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 μm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı

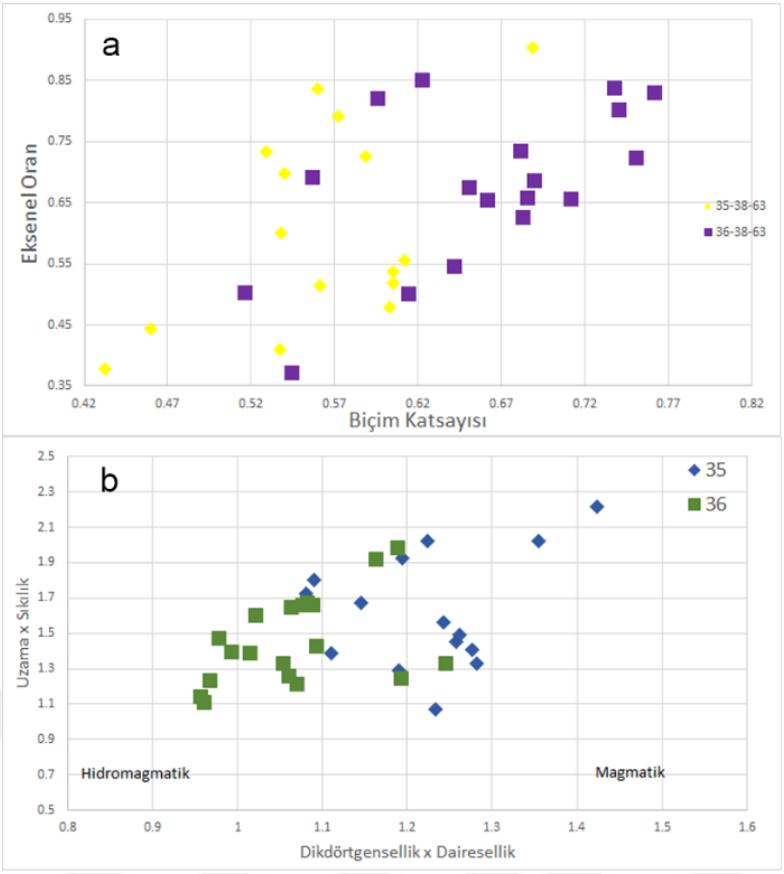


Şekil 7. 15. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 μm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği

38-63 µm boyundaki volkanik küllerin iki boyutlu analizlerine göre, C-20-35 örneğinde; cam kıymıkları gözlemlenmektedir (Şekil 7.3). Biçim katsayısı, dışbükeylik ve sağlamlık değerleri düşük değerler almaktadır (Çizelge 7.4). C-20-36 örneğinde; gözenek duvarı parçaları baskın olarak bulunmaktadır bunlarla beraber bloksu morfoloji sunan tanelerde gözlemlenmiştir. Gözenekli cam kıymıklarında düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri gözlemlenmiştir. C-20-36 kül geri düşme örneğinde cam kıymıkları yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır. C-20-35 ve C-20-36 örneklerinden 38-63 mikrometre tane boyutundan alınan iki boyutlu analiz sonuçlarında biçim katsayısı değerlerinde belirgin bir ayrılma gözlemlenmemiştir (Şekil 7.17a). Diğer taraftan sağlamlık dışbükeylik değerleri C-20-36 örneğinde daha yüksektir (Şekil 7.16). Dairesellik x Dikdörtgensellik parametresi göz önüne alındığında C-20-36 ince kül geri düşme örneği C-20-35 pomza geri düşme örneğine göre daha düşük değerler almaktadır (Şekil 7.17b).



Şekil 7. 16. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı



Şekil 7. 17. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 μm tane boyundaki tanelerin (a) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği, (b) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği

Çizelge 7. 2. 125-250 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
125-250 µm	35-1	0.913	0.771	0.51	0.755	1.014227711	0.669598369	1.870182144	1.40012833	0.51	1.252270914	1.420048952
	35-2	0.86	0.836	0.399	0.318	0.981275789	0.541608041	3.909847322	1.582344108	0.399	2.117604748	1.552715963
	35-3	0.91	0.834	0.556	0.678	0.921426134	0.6119115	2.159832497	1.34127184	0.556	1.321626343	1.235882925
	35-4	0.861	0.745	0.378	0.494	1.037348072	0.517888172	3.196808444	1.626530847	0.378	1.655589282	1.687278638
	35-5	0.948	0.891	0.613	0.455	0.852090613	0.567323135	2.612736034	1.276792797	0.613	1.482265598	1.087943156
	35-6	0.855	0.757	0.382	0.513	1.090371476	0.632314624	2.876222006	1.616938224	0.382	1.818677236	1.763063317
	35-7	0.845	0.837	0.416	0.357	0.995894911	0.630909284	3.784573449	1.550442135	0.416	2.387722523	1.544077432
	35-8	0.807	0.733	0.369	0.666	1.105954397	0.589616895	2.353410803	1.64654615	0.369	1.387610771	1.821004954
	35-9	0.901	0.847	0.528	0.538	0.963522915	0.669915712	2.747669007	1.376685509	0.528	1.84070664	1.326468035
	35-10	0.952	0.873	0.653	0.664	0.93470663	0.733537071	2.163365823	1.237745389	0.653	1.586909029	1.15692882
	35-11	0.912	0.864	0.631	0.735	0.914416633	0.672210652	1.929630345	1.259091181	0.631	1.297118072	1.151333918
	35-12	0.877	0.75	0.39	0.505	1.005995562	0.506793471	2.60975605	1.601836717	0.39	1.322607326	1.611440629
	35-13	0.948	0.875	0.6	0.513	0.889767281	0.60687397	2.660838884	1.290895094	0.6	1.614793858	1.148596217
	35-14	0.872	0.731	0.41	0.714	1.137906561	0.678208101	2.43952507	1.561954692	0.41	1.654505664	1.777358493
	35-15	0.912	0.875	0.647	0.734	0.904498145	0.674581646	1.927730787	1.243203479	0.647	1.300411808	1.124475241
	35-16	0.877	0.698	0.375	0.701	1.137809133	0.620365313	2.384643297	1.633335478	0.375	1.479349986	1.858424023
	35-17	0.902	0.8	0.489	0.534	0.95125484	0.588011461	2.660658243	1.42962943	0.489	1.564497541	1.359941915
	35-18	0.922	0.853	0.502	0.435	0.88227012	0.5059586	3.204971347	1.411556262	0.502	1.621582817	1.245373912
	35-19	0.9	0.856	0.54	0.543	0.947176374	0.660614777	2.741355191	1.361445634	0.54	1.810979748	1.289529139
	35-20	0.908	0.838	0.555	0.635	0.950299457	0.6401001	2.505448318	1.342848512	0.555	1.603737719	1.276108212
	36-1	0.9	0.81	0.51	0.62	0.977119594	0.635645607	2.35241864	1.400528985	0.51	1.495304574	1.368484313
	36-2	0.935	0.918	0.686	0.634	0.843428096	0.629788695	2.060242332	1.207761353	0.686	1.297517329	1.018659858
	36-3	0.955	0.909	0.714	0.688	0.902793094	0.757205379	2.080794454	1.183737638	0.714	1.575588754	1.068670165
	36-4	0.936	0.909	0.678	0.624	0.853283368	0.635202959	1.967146786	1.21475965	0.678	1.24953746	1.036534205
	36-5	0.961	0.929	0.721	0.794	0.85780802	0.680551896	1.833321901	1.178090076	0.721	1.247670696	1.010575115
	36-6	0.885	0.87	0.593	0.716	0.884672287	0.609702347	2.340217559	1.298160746	0.593	1.426836139	1.148446836
	36-7	0.908	0.836	0.588	0.736	0.970179175	0.719294886	1.963160134	1.303822934	0.588	1.412091045	1.264941859
	36-8	0.947	0.901	0.673	0.63	0.9276429	0.754105119	2.077849191	1.219016346	0.673	1.566916711	1.130811859
	36-9	0.945	0.88	0.613	0.625	0.909618994	0.658649889	2.43450582	1.277306951	0.613	1.603486988	1.161862663
	36-10	0.916	0.848	0.611	0.876	0.923931856	0.664471056	1.692893685	1.279772477	0.611	1.124878854	1.18242256
	36-11	0.95	0.893	0.727	0.924	0.862772608	0.691552648	1.649256507	1.172922502	0.727	1.140547704	1.011965406
	36-12	0.919	0.847	0.59	0.638	0.923127682	0.643078059	2.047724435	1.301567428	0.59	1.316846654	1.201512924
	36-13	0.969	0.904	0.722	0.682	0.889642337	0.727350304	2.055678633	1.177074806	0.722	1.495198479	1.047175582
	36-14	0.889	0.878	0.592	0.662	0.876764929	0.58084413	2.144752019	1.299549253	0.592	1.245766621	1.139399208
	36-15	0.962	0.913	0.752	0.807	0.861548992	0.715969135	1.678982268	1.153356342	0.752	1.202099481	0.993672994
	36-16	0.953	0.882	0.701	0.871	0.955802826	0.818899998	1.677803294	1.194064778	0.701	1.373953114	1.141290489
	36-17	0.904	0.838	0.549	0.529	0.934732435	0.617307886	2.432041808	1.349851578	0.549	1.501318587	1.261750053
	36-18	0.943	0.875	0.668	0.697	0.877045898	0.657635491	1.879400223	1.223341049	0.668	1.235960288	1.072926248
	36-19	0.945	0.882	0.618	0.507	0.87319836	0.619311777	2.475366774	1.272090063	0.618	1.533023794	1.110786956
	36-20	0.906	0.814	0.558	0.894	1.018949246	0.738056206	1.897095416	1.338840948	0.558	1.400163044	1.364210974
	36-21	0.918	0.844	0.557	0.584	0.951238485	0.675327535	2.370053765	1.339706323	0.557	1.600562567	1.274380212

Çizelge 7. 3. 63-125 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
63-125 µm	35-1	0.878	0.79	0.5	0.765	0.989453748	0.629099028	1.981233059	1.413910728	0.5	1.246391792	1.398999269
	35-2	0.908	0.89	0.603	0.554	0.905649897	0.651086802	2.571096723	1.28781029	0.603	1.674007144	1.166305256
	35-3	0.789	0.794	0.386	0.423	1.038467663	0.609365672	3.527729742	1.608703132	0.386	2.149677403	1.670586181
	35-4	0.889	0.822	0.547	0.808	0.952451232	0.638563988	1.925890822	1.351883388	0.547	1.229804524	1.287602998
	35-5	0.871	0.78	0.485	0.875	1.075264919	0.714332138	1.902640244	1.435627643	0.485	1.359117073	1.543680042
	35-6	0.87	0.835	0.54	0.602	0.962955695	0.649724233	2.369520122	1.361445792	0.54	1.539534645	1.311011979
	35-7	0.906	0.896	0.579	0.539	0.854144153	0.557370089	2.968173405	1.314523767	0.579	1.654371076	1.122792789
	35-8	0.936	0.886	0.639	0.695	0.894469532	0.652242012	2.159573466	1.251259009	0.639	1.408564543	1.119213061
	35-9	0.876	0.847	0.53	0.528	0.914569772	0.565095049	2.753599631	1.374123628	0.639	1.556045519	1.256731934
	35-10	0.888	0.745	0.459	0.833	1.111517012	0.72678067	1.917118367	1.475531241	0.459	1.393324571	1.640078076
	35-11	0.908	0.85	0.531	0.548	0.8889982	0.571584183	2.953128131	1.372243309	0.531	1.68796133	1.219921832
	35-12	0.9	0.823	0.553	0.686	0.992809917	0.714315762	2.039559494	1.345129785	0.553	1.456889494	1.335458189
	35-13	0.902	0.865	0.521	0.468	1.008974369	0.754934767	2.702198504	1.385047228	0.521	2.039983597	1.397477153
	35-14	0.917	0.865	0.617	0.689	0.916979791	0.667036406	2.108310693	1.273432872	0.617	1.406319987	1.167712208
	35-15	0.937	0.86	0.665	0.904	0.934420772	0.739636371	1.59233332	1.226027221	0.665	1.177747639	1.145625302
	35-16	0.871	0.868	0.542	0.514	0.942317205	0.64737764	2.673060078	1.357731028	0.542	1.730479324	1.279413308
	35-17	0.786	0.75	0.399	0.843	1.043404947	0.556779327	2.128581462	1.582304415	0.399	1.185150155	1.650984254
	35-18	0.858	0.77	0.474	0.736	0.98343678	0.589732007	2.112939218	1.452805345	0.474	1.246067886	1.42874221
	35-19	0.914	0.893	0.662	0.716	0.901314719	0.686718946	1.991418464	1.228704493	0.662	1.367544789	1.107449445
	35-20	0.919	0.885	0.628	0.742	0.883484339	0.636906033	2.093680867	1.261935237	0.628	1.333477975	1.114900019
	36-1	0.92	0.828	0.549	0.634	0.942200376	0.633921044	2.185877876	1.349941659	0.549	1.385673984	1.271915538
	36-2	0.949	0.886	0.681	0.696	0.864533563	0.663275937	2.079240354	1.211733649	0.681	1.379110095	1.047584408
	36-3	0.939	0.82	0.582	0.827	0.985855841	0.722685348	1.789802043	1.310415684	0.582	1.293463712	1.291880957
	36-4	0.944	0.852	0.629	0.744	0.906609314	0.659411109	1.721545822	1.261381625	0.629	1.135206439	1.14358033
	36-5	0.93	0.857	0.576	0.614	0.97503247	0.737419096	2.474255058	1.317982281	0.576	1.824562927	1.285075518
	36-6	0.924	0.803	0.561	0.825	0.981721598	0.688957255	1.685989191	1.335589896	0.561	1.161574486	1.311177447
	36-7	0.946	0.84	0.627	0.729	0.936110163	0.716153845	1.951174434	1.263106508	0.627	1.397341072	1.182406839
	36-8	0.96	0.92	0.735	0.801	0.828314022	0.644679087	1.764210978	1.166347921	0.735	1.137349923	0.966102338
	36-9	0.908	0.829	0.558	0.623	0.940500229	0.632980128	2.144658939	1.338239524	0.558	1.357526489	1.258614578
	36-10	0.944	0.839	0.584	0.664	0.981461055	0.748854874	2.03923806	1.308404152	0.584	1.527093361	1.284147719
	36-11	0.943	0.894	0.63	0.533	0.926067514	0.710955963	2.423397926	1.259499501	0.63	1.722929206	1.166381572
	36-12	0.861	0.796	0.496	0.781	0.974161579	0.603729614	1.964708756	1.419770546	0.496	1.186152858	1.383085916
	36-13	0.938	0.878	0.62	0.628	0.870653073	0.606404552	2.187996197	1.270200308	0.62	1.326810853	1.105903802
	36-14	0.948	0.87	0.665	0.792	0.923785698	0.730600573	1.750503654	1.226641515	0.665	1.278918973	1.133153888
	36-15	0.946	0.905	0.547	0.371	0.858830482	0.538166756	3.554779835	1.352204874	0.547	1.913064334	1.161314764
	36-16	0.942	0.9	0.639	0.533	0.920130759	0.711835834	2.417767306	1.251021175	0.639	1.721053406	1.151103064
	36-17	0.92	0.795	0.532	0.926	1.007645733	0.689000584	1.615914951	1.371169094	0.532	1.113366345	1.381652687
	36-18	0.835	0.844	0.466	0.415	0.903516858	0.496935589	3.010515058	1.46549681	0.466	1.496032072	1.324101074
	36-19	0.963	0.902	0.698	0.623	0.875193031	0.68203978	2.183382319	1.196527121	0.698	1.489153596	1.047192199

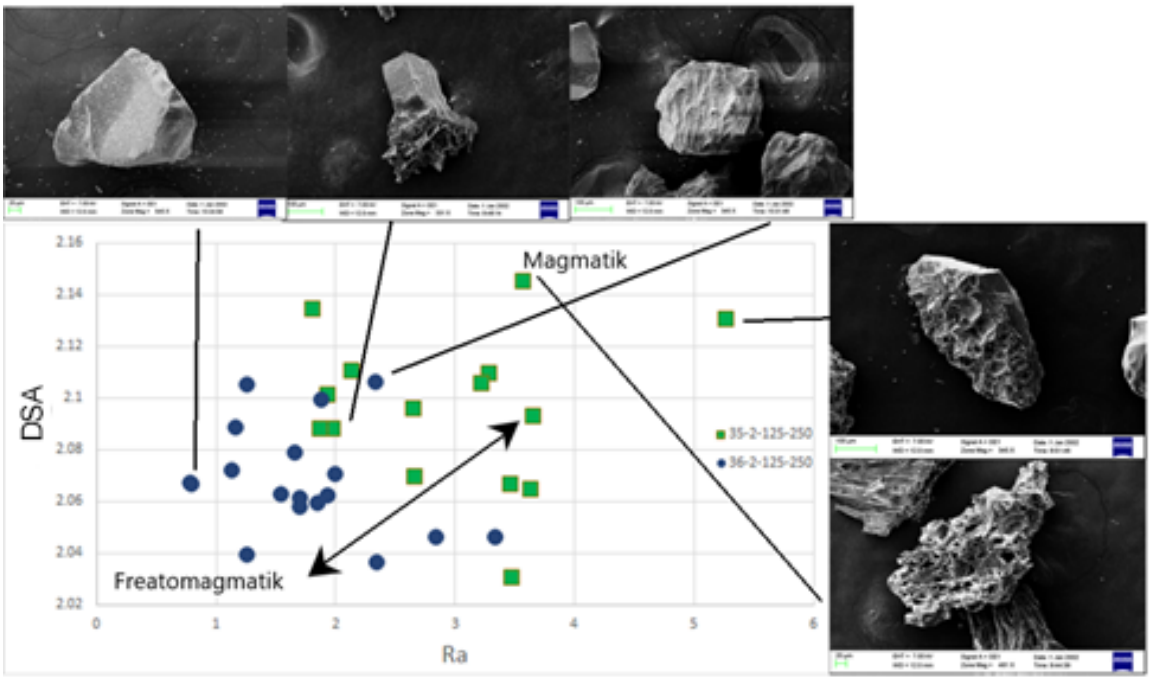
Çizelge 7. 4. 38-63 mikrometre tane boyutundaki C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
	35-1	0.825	0.866	0.46	0.444	0.918154236	0.556908682	3.627034414	1.474944799	0.460	2.019926956	1.354226814
	35-2	0.904	0.899	0.612	0.555	0.896473175	0.648031343	2.583265567	1.277761195	0.612	1.674037053	1.145478635
	35-3	0.9	0.847	0.589	0.725	0.913560482	0.635945451	2.034016619	1.302960023	0.589	1.293523617	1.190332786
	35-4	0.884	0.831	0.529	0.734	0.897111109	0.541813967	1.973705833	1.375442352	0.529	1.069381387	1.233924614
	35-5	0.879	0.849	0.56	0.836	0.959627632	0.663571151	2.006725924	1.335986741	0.560	1.33160543	1.282049793
	35-6	0.779	0.751	0.403	0.812	1.017080707	0.532560115	2.155716367	1.576053561	0.403	1.148048555	1.602973669
	35-7	0.939	0.918	0.605	0.537	0.847489726	0.58390278	3.08345923	1.28574304	0.605	1.800440417	1.089654018
	35-8	0.899	0.845	0.572	0.791	0.964898605	0.684785409	2.055765542	1.322781063	0.572	1.407758248	1.276349602
	35-9	0.812	0.757	0.401	0.794	1.057677968	0.582738238	2.423020242	1.578611881	0.401	1.411986547	1.669663006
	35-10	0.87	0.857	0.54	0.698	0.924153053	0.597775929	2.425422562	1.361114079	0.540	1.449859226	1.257877731
	35-11	0.952	0.927	0.605	0.518	0.840395213	0.577673398	2.980934038	1.286100625	0.605	1.722006294	1.080832808
	35-12	0.762	0.759	0.356	0.432	1.02942914	0.486094672	3.277248844	1.67590542	0.356	1.593053201	1.725225876
	35-13	0.933	0.897	0.537	0.409	0.896677777	0.59676538	3.390548734	1.36492287	0.537	2.023362104	1.223896004
	35-14	0.919	0.86	0.561	0.515	0.93100774	0.641752093	2.43087382	1.335088704	0.561	1.560018362	1.242977917
	35-15	0.899	0.902	0.603	0.479	0.927444372	0.724271833	2.655403952	1.287423257	0.603	1.923234287	1.194013454
	35-16	0.861	0.859	0.538	0.601	0.925447886	0.605314005	2.460445243	1.362895039	0.538	1.489341965	1.261288333
	35-17	0.94	0.903	0.689	0.903	0.921156391	0.745088751	1.85989137	1.204814306	0.689	1.385784138	1.109822398
	35-18	0.792	0.874	0.432	0.378	0.93587647	0.557070797	3.980315594	1.521148761	0.432	2.217317582	1.423607334
38-63 µm	36-1	0.941	0.912	0.683	0.625	0.822453325	0.596863903	2.322762283	1.20969519	0.683	1.386372963	0.994917831
	36-2	0.88	0.845	0.557	0.691	0.930977468	0.615449879	2.146768614	1.339461005	0.557	1.321228485	1.247008015
	36-3	0.874	0.921	0.517	0.502	0.855584546	0.539276164	3.666382835	1.39078705	0.517	1.977192871	1.189935907
	36-4	0.956	0.906	0.738	0.837	0.905648577	0.772830037	1.713867325	1.164379393	0.738	1.324528149	1.05451854
	36-5	0.921	0.924	0.662	0.653	0.876617931	0.661337281	2.497657281	1.229107017	0.662	1.651793874	1.07745725
	36-6	0.909	0.925	0.642	0.544	0.85276135	0.631824484	2.601345894	1.247662704	0.642	1.643594026	1.063958532
	36-7	0.949	0.911	0.615	0.499	0.849440793	0.567793266	2.930799257	1.275452976	0.615	1.664088081	1.083421787
	36-8	0.882	0.867	0.596	0.82	0.922061468	0.651203668	1.903744928	1.294910487	0.596	1.239725679	1.193987064
	36-9	0.96	0.924	0.741	0.801	0.825088255	0.645030067	1.763073628	1.161567627	0.741	1.137235501	0.958395807
	36-10	0.913	0.889	0.651	0.674	0.86445257	0.622883703	1.935830972	1.238964783	0.651	1.205797564	1.071026291
	36-11	0.949	0.92	0.762	0.829	0.839072783	0.684338168	1.612330222	1.145829956	0.762	1.10337911	0.961434731
	36-12	0.927	0.934	0.686	0.656	0.846968046	0.635323551	2.507943976	1.207487204	0.686	1.593355873	1.022703078
	36-13	0.879	0.941	0.534	0.323	0.796631798	0.438229606	3.769981879	1.36887708	0.534	1.652117675	1.090491009
	36-14	0.909	0.921	0.623	0.849	0.86310601	0.595064032	2.388305166	1.267123717	0.623	1.421194501	1.093662095
	36-15	0.907	0.908	0.475	0.278	0.914495917	0.635244189	4.211047165	1.451059251	0.475	2.675043243	1.32698776
	36-16	0.947	0.904	0.545	0.371	0.860202973	0.538437448	3.553001116	1.35402723	0.545	1.913068855	1.164738249
	36-17	0.924	0.929	0.712	0.654	0.817083928	0.605058411	2.030470818	1.185447464	0.712	1.228553447	0.968610069
	36-18	0.934	0.892	0.682	0.733	0.87687914	0.676377241	1.849223348	1.210592427	0.682	1.250772587	1.061543246
	36-19	0.97	0.929	0.751	0.723	0.848740593	0.69977358	2.092372614	1.153567659	0.751	1.464187075	0.979079699
	36-20	0.928	0.923	0.69	0.684	0.843528239	0.63059742	2.193867191	1.20395868	0.690	1.383446991	1.015573146

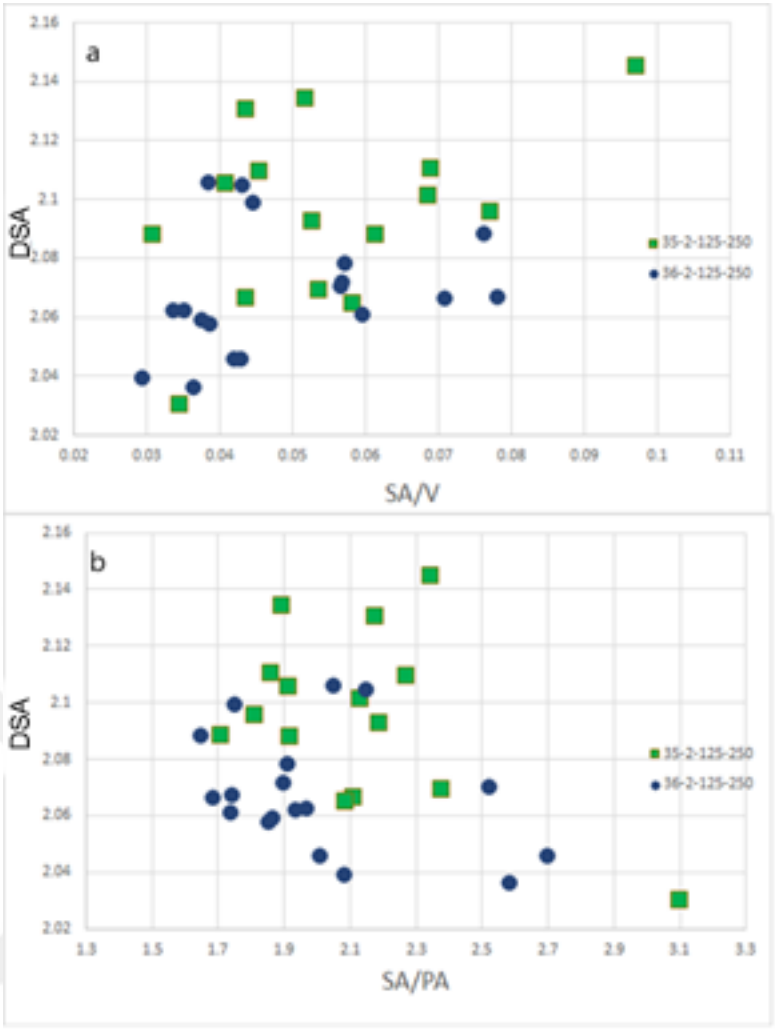
7.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler

Yapılan analizler sonucunda C-20-36 örneğinin Freatopliniyen patlama dinamiği, C-20-35 numaralı örneğin pliniyen patlaması ile oluştuğu düşünülmektedir. C-20-36 ince kül örneğinde bloksu tanelerde bulunmaktadır. Üç boyutlu morfolojik analizler yükseklik modeli (DEM) ile hesaplanmıştır (Şekil 7.25)

125-250 mikrometre tane boyutunda; C-20-35 örneği yüksek DSA ve Ra değerleri almaktadır. Gözeneklilği yüksek tanelerde SA/V ve SA/PA oranları göreceli olarak yüksektir (Şekil 7.24b). SA/PA değerleri genel olarak yüksektir (Çizelge 7.5). C-20-35 örneğinin pürüzlülük ve DSA değerleri C-20-36 örneğine göre daha yüksektir. C-20-36 örneğinde yüzeyinden birbirine dik kırıklar bulunan daha bloksu tanelerde ve gözenekliliği yüksek tanelerde yüksek pürüzlülük ve DSA değerleri gözlemlenmiştir. (Şekil 7.18). Bazı cam kıymıkları düşük pürüzlülük değerleri almaktadır (Şekil 7.18). SA/V değerleri C-20-35 pomza geri düşme örneğinde C-20-36 kül geri düşme örneğine göre göreceli olarak daha yüksek değerler almaktadır. DSA değerleri C-20-35 örneğinde daha yüksek değerleri almaktadır (Şekil 7.18 ve Çizelge 7.5) . C-20-35 örneği C-20-36 örneğine göre göreceli olarak daha yüksek değer aralıklarında SA/V ve SA/PA değerleri almaktadır (Şekil 7.19)



Şekil 7. 18. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği

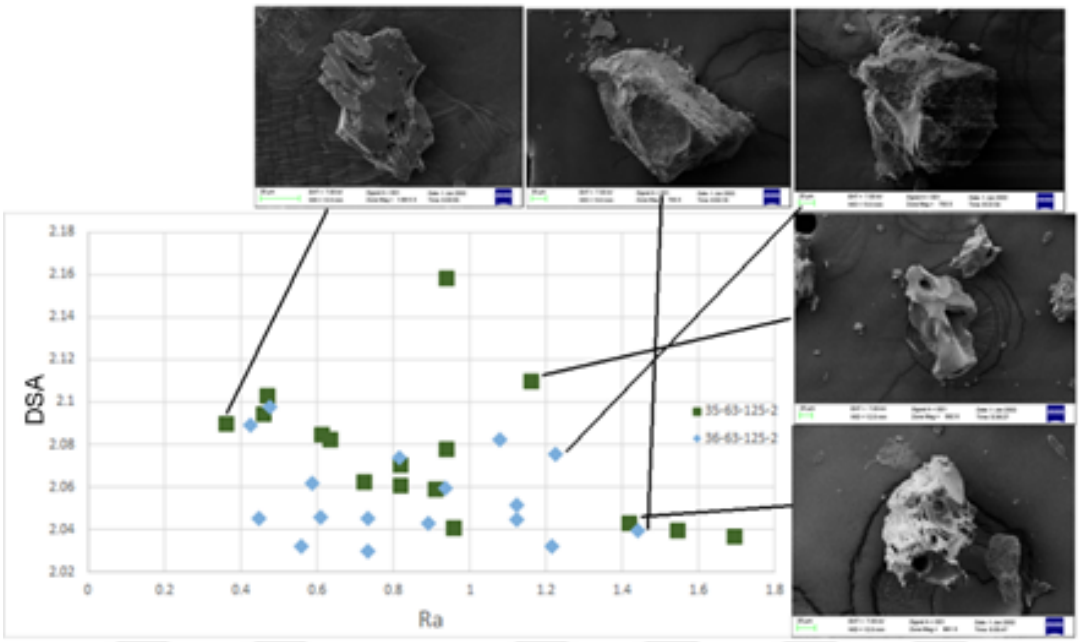


Şekil 7. 19. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi yuvarlaklar C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)

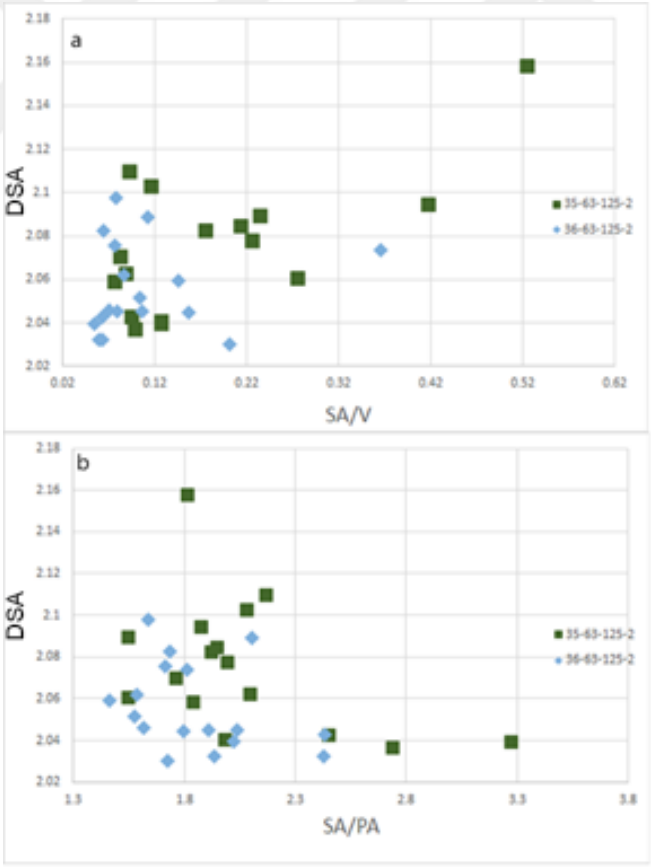
Çizelge 7. 5. 125-250 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
125-250 µm	35-1	86796.6	0.05361	2.0689	2.3776	2.6712
	35-2	167596.1	0.04367	2.0663	2.1108	3.4743
	35-3	92898.6	0.06905	2.11	1.8604	2.1481
	35-4	98399.1	0.09723	2.1447	2.3454	3.583
	35-5	83577	0.04171	2.04	1.9339	1.9644
	35-6	214026.7	0.03083	2.0877	1.9197	1.9902
	35-7	146955.5	0.04557	2.1091	2.2742	3.2907
	35-8	98729.6	0.04425	2.0475	1.6691	1.3384
	35-9	116285.9	0.05835	2.0645	2.0862	3.6452
	35-10	96522.9	0.06148	2.0879	1.7116	1.8819
	35-11	153471.1	0.03462	2.03	3.1024	3.4877
	35-12	125969.8	0.05181	2.1341	1.8933	1.8133
	35-13	148045.9	0.01854	2.0464	2.058	1.6613
	35-14	144585.4	0.07726	2.0953	1.8125	2.6605
	35-15	172136.9	0.04373	2.1303	2.1789	5.2821
	35-16	149337.8	0.05271	2.0925	2.1907	3.6603
	35-17	68038.9	0.06873	2.1009	2.1329	1.9474
	35-18	214298.1	0.04086	2.1051	1.9152	3.2318
	36-1	128213.1	0.05967	2.0609	1.7387	1.7158
	36-2	129650.3	0.03515	2.0621	1.9702	1.5493
	36-3	110274.4	0.03653	2.0361	2.5846	2.3556
	36-4	131082.6	0.0387	2.0576	1.8528	1.7096
	36-5	54760.5	0.07089	2.0661	1.6874	0.80638
	36-6	42480	0.0763	2.0882	1.6495	1.1757
	36-7	50881.3	0.05665	2.0702	2.5213	2.0043
	36-8	140031.7	0.03747	2.0588	1.866	1.8595
	36-9	84739	0.0431	2.1045	2.1501	1.2734
	36-10	43043.7	0.07809	2.0669	1.7422	0.79001
	36-11	48602.5	0.05687	2.0715	1.8977	1.1467
	36-12	61614.2	0.05714	2.0782	1.9125	1.6651
	36-13	127687.1	0.03367	2.0619	1.9371	1.9422
	36-14	102350.3	0.04462	2.0989	1.7496	1.8899
	36-15	119744.8	0.02935	2.0391	2.0856	1.2672
	36-16	121039.2	0.03845	2.1057	2.0509	2.3404
	36-17	135010.1	0.04294	2.0455	2.0081	3.3488
	36-18	99715	0.04198	2.0458	2.6991	2.8557

63-125 mikrometre tane boyutunda C-20-35 göreceli olarak yüksek DSA, pürüzlülük ve SA/V değerleri almaktadır (Çizelge 7.6). Bazı taneler yüksek DSA ve düşük Ra değerleri almaktadır (Şekil 7.20). C-20-36 örneği genellikle bloksu taneler düşük DSA değerleri almaktadır (Şekil 7.20) . Bloksu tanelerin DSA ve SA/V değerleri düşükken SA/PA ve Ra değerleri yüksek değerler almaktadır (Şekil 7.24c). Genellikle düşük SA/PA ve SA/V değerleri almaktadırlar (Şekil 7.21).



Şekil 7. 20. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi eşkenar dörtgen C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)

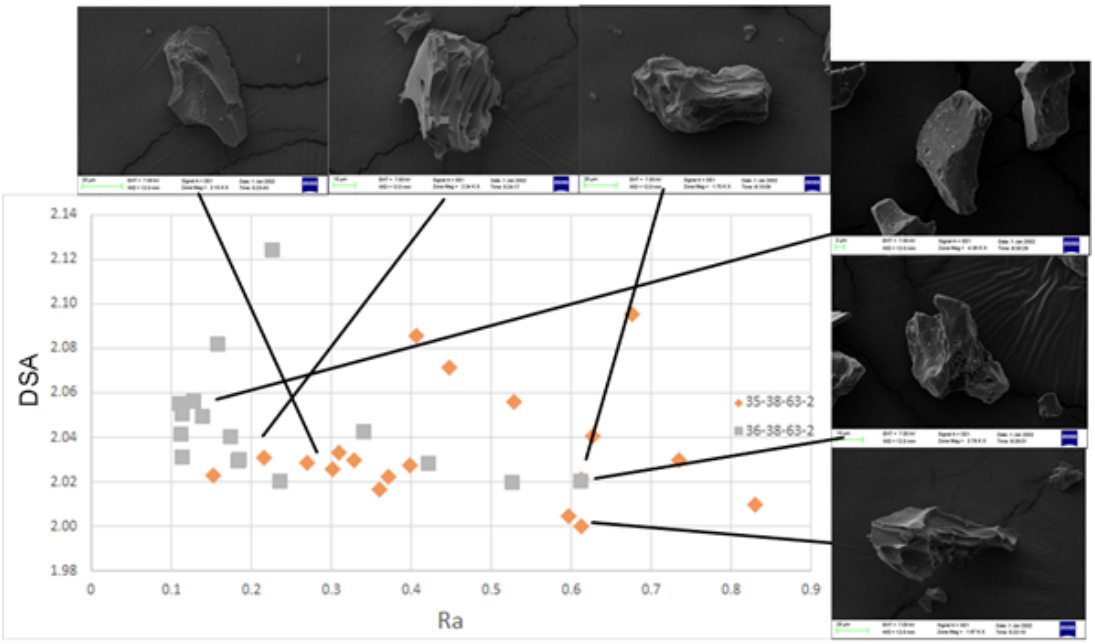


Şekil 7. 21. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 63-125 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Yeşil kareler C-20-35, Mavi eşkenar dörtgen C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)

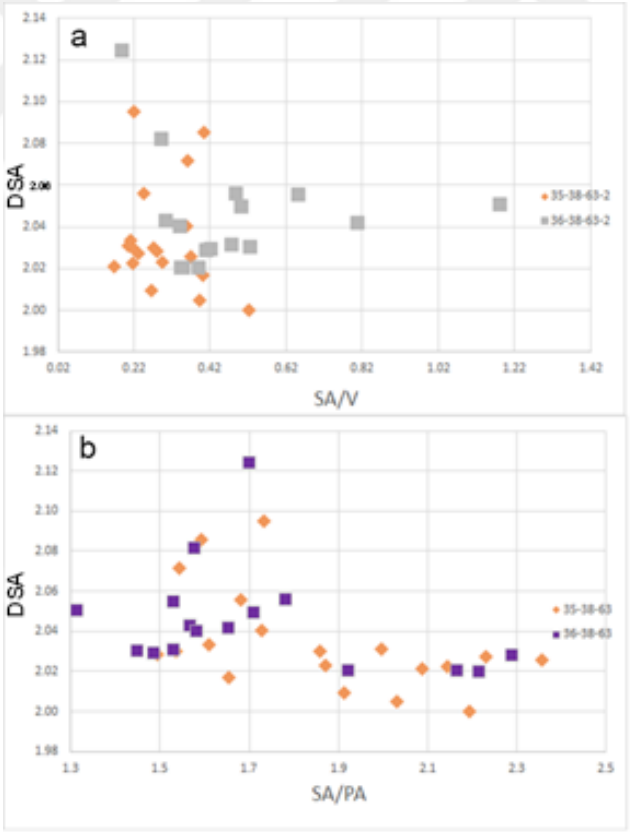
Çizelge 7. 6. 63-125 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	DSA	SA/PA	Ra (µm)
63-125 µm	35-1	9745.3	0.22752	2.0363	1.9974	1.698
	35-2	3883.5	0.52601	2.0818	1.816	0.6381
	35-3	4497.3	0.2351	2.0938	1.5486	0.46392
	35-4	10638.3	0.1169	2.0772	2.082	0.94277
	35-5	10695.4	0.20833	2.1576	1.9152	0.9418
	35-6	13132.1	0.12841	2.0889	1.9871	0.36508
	35-7	7251	0.21418	2.1021	1.9505	0.47187
	35-8	25139.9	0.09658		2.4541	0.82951
	35-9	36289.5	0.07768	2.0401	1.844	0.96309
	35-10	22494.3	0.08949	2.0841	2.0983	0.6149
	35-11	27441.3	0.09391	2.0423	2.1737	1.422
	35-12	20953.7	0.12826	2.0582	3.2729	0.91552
	35-13	33703.5	0.08353	2.0618	1.7661	0.72821
	35-14	7109.7	0.2763	2.1093	1.5492	1.165
	35-15	21255.2	0.09936	2.0388	2.7433	1.548
	35-16	17730.3	0.17603	2.0696	1.9232	0.82145
	35-17	4022.6	0.41825	2.06	1.8794	0.32127
	36-1	15567.5	0.15704	2.0445	1.7976	1.125
	36-2	20137.7	0.07884	2.0451	2.036	0.7323
	36-3	32210.6	0.0591	2.0323	2.4268	1.216
	36-4	27649.4	0.06229	2.0322	1.9378	0.55794
	36-5	31531	0.10317	2.0517	1.574	1.123
	36-6	13528.8	0.10593	2.0451	1.9113	0.44826
	36-7	44577.8	0.05459	2.0393	2.0239	1.44
	36-8	31952.9	0.07756	2.0978	1.636	0.47775
	36-9	45863.8	0.06413	2.0825	1.7344	1.078
	36-10	33127.3	0.06292	2.0428	2.4307	0.89302
	36-11	13118.5	0.20149	2.03	1.725	0.73451
	36-12	32015.5	0.06973	2.0459	1.615	0.60849
	36-13	25900.1	0.08642	2.0618	1.5842	0.58758
	36-14	22026	0.14584	2.0593	1.4619	0.93498
	36-15	41736.8	0.07585	2.0754	1.7159	1.224
	36-16	10483.1	0.36479	2.0737	1.8108	0.81473
	36-17	9039.4	0.11168	2.0889	2.1073	0.42525

38-63 mikrometre tane boyutunda; C-20-35 örneğinde bazı pomza parçalarında yüksek Ra ve DSA değerleri almaktadır (Şekil 7.22). C-20-36 örneğinde pomza parçası tanelerin Ra değerleri yüksek ve DSA değerlerinde daha düşüktür (Şekil 7.22). Bloksu taneler daha düşük Ra değerleri almaktadır (Şekil 7.22). Genellikle C-20-36 ince kül geri düşme örneği düşük SA/V ve SA/PA değerleri almaktadır. Diğer taraftan C-20-35 pomza geri düşme örneği daha yüksek SA/V ve SA/PA değer aralıklarında bulunmaktadır (Şekil 7.23 ve Çizelge 7.7)



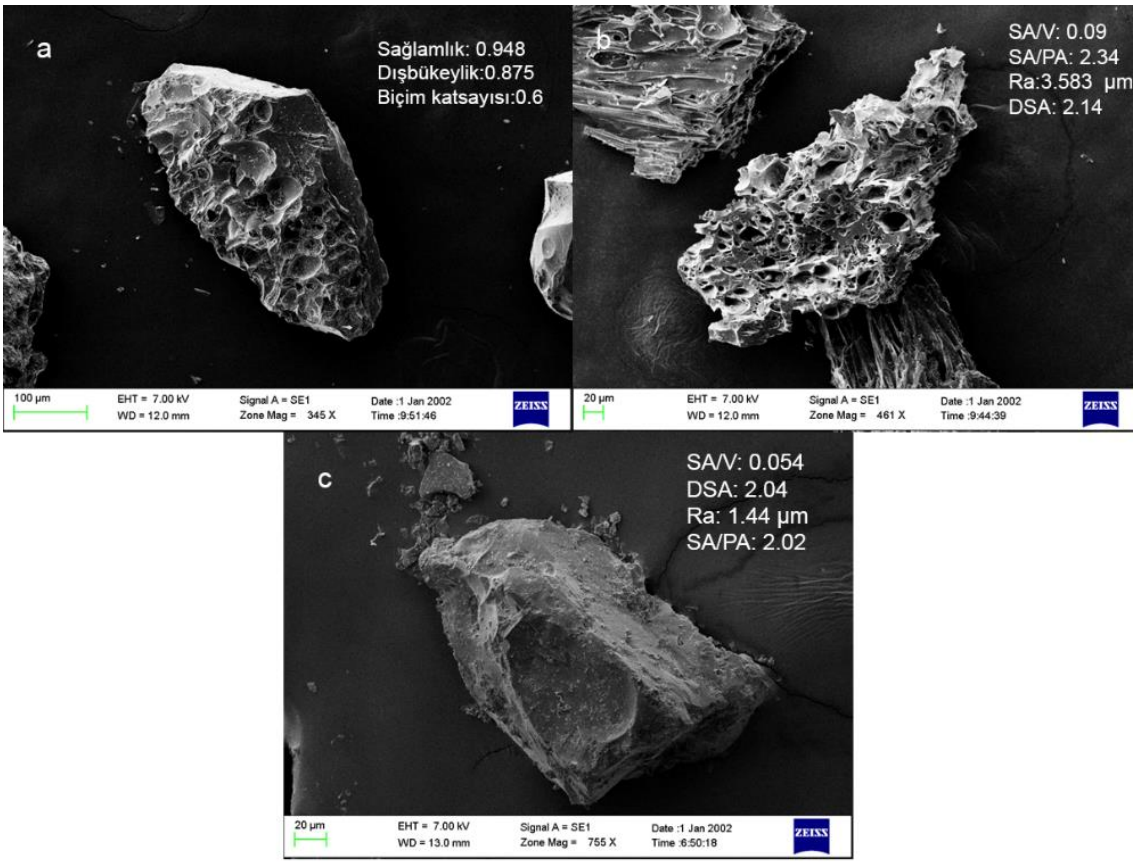
Şekil 7. 22. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 38-63 µm tane boyundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



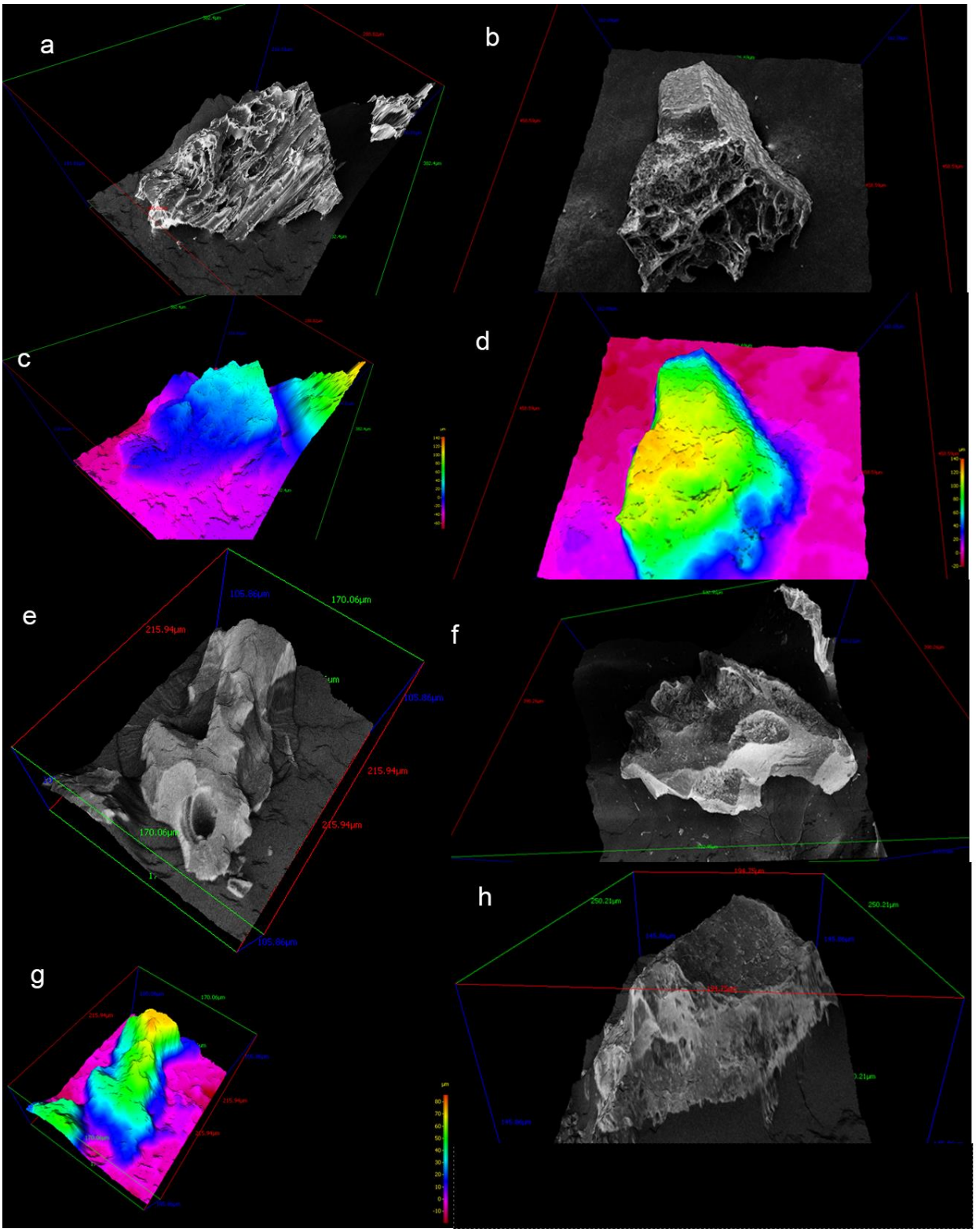
Şekil 7. 23. Göllüdağ pomza geri düşme örneğine ait 125-250 µm tane boyundaki tanelerin (a) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı, (b) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği (Turuncu eşkenar dörtgenler C-20-35, mor kareler C-20-36 örneğini sembolize etmektedir)

Çizelge 7. 7. 38-63 mikrometre tane boyunda C-20-35 ve C-20-36 örneklerine ait üç boyutlu morfoloji analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	SA/PA	Ra (µm)	DSA
38-63 µm	35-1	5999	0.52253	2.1937	0.61193	2.00
	35-2	2354.1	0.27948	1.4954	0.26993	2.03
	35-3	3626.5	0.21736	2.1454	0.3708	2.02
	35-4	3072.2	0.37015	2.3565	0.3009	2.03
	35-5	1539.9	0.29373	1.8712	0.15302	2.02
	35-6	4710.8	0.27128	1.5368	0.32923	2.03
	35-7	3461.3	0.21064	1.6107	0.30901	2.03
	35-8	3040.2	0.23252	2.2317	0.39854	2.03
	35-9	3284.5	0.40369	1.5937	0.40566	2.09
	35-10	5526.6	0.22033	1.7324	0.67576	2.10
	35-11	5059.4	0.21569	1.8588	0.73547	2.03
	35-12	4840.8	0.24621	1.682	0.52926	2.06
	35-13	4605.2	0.26597	1.9125	0.82957	2.01
	35-14	2380.4	0.20618	1.9976	0.21575	2.03
	35-15	4738.3	0.3578	1.7275	0.62751	2.04
	35-16	6054.8	0.16708	2.0888	0.61263	2.02
	35-17	2923.2	0.36045	1.543	0.44786	2.07
	35-18	3986.1	0.40093	1.6531	0.36022	2.02
	35-19	5363.5	0.39207	2.0301	0.5967	2.00
	36-1	1951	0.30711	1.5669	0.34139	2.04
	36-2	2083.9	0.34544	2.1671	0.61291	2.02
	36-3	1046.9	0.52917	1.4504	0.1865	2.03
	36-4	3302.2	0.29521	1.5788	0.15865	2.08
	36-5	1087.3	1.18366	1.3139	0.11516	2.05
	36-6	485.67	0.81054	1.6548	0.11262	2.04
	36-7	2685.5	0.41349	2.2899	0.4216	2.03
	36-8	1013.7	0.4784	1.5322	0.11375	2.03
	36-9	2417.9	0.39251	2.2169	0.52692	2.02
	36-10	3034.1	0.19225	1.7017	0.22683	2.12
	36-11	1691	0.34361	1.5839	0.17457	2.04
	36-12	1414	0.42482	1.4876	0.18419	2.03
	36-13	885.48	0.49136	1.7813	0.12916	2.06
	36-14	636.14	0.65476	1.5305	0.11111	2.05
	36-15	1731	0.35272	1.9235	0.23621	2.02
	36-16	726.2	0.50627	1.7101	0.14036	2.05



Şekil 7. 24. (a) Sadece bir yüzeyi ince gözenekli cam katmanı bulunan tanenin iki boyutlu morfolojik analizleri, (b) Yüksek Ra, SA/V, DSA ve SA/PA değerlerine sahip gözenekli tane, (c) Bloksu morfolojiye sahip düşük DSA ve SA/V değerleri, yüksek SA/PA ve Ra değerleri alan piroklast.



Şekil 7. 25. C-20-35 ve C-20-36 örneklerinden alınmış farklı tane boyu ve morfolojideki tanelerin 3D görüntüleri. (a-c) Sırasıyla Pomzaya ait 3D görüntü ve yükseklik görüntüleri, (b-d) Sırasıyla ağaç şekline benzer (bir fenokristalin bir yüzeyinden itibaren gözenekli (e-f) Daha düşük gözenekliliğe sahip partiküle ait 3D görüntü ve yüksekli modelidir, (f) Düşük gözenenkiliğe sahip yüzeyi tozlu tanenin 3D görüntüsü, (h) Daha köşeli, kırıklar içeren bloksu tanenin 3D görüntüsüdür.

8. STROMBOLİYEN PATLAMASI

Stromboliyen tipi patlama düşük silisyum içeriğine ve viskozite değerlerine sahip bazaltik magma ile ilişkilidir. Stromboliyen patlamaları ilk olarak İtalya'daki Stromboli adasından gözlemlenen volkanik olaylar sebebiyle bu isimle nitelendirilmektedir. Asidik patlamalara göre daha düşük enerjili patlamalarla oluşan ana piroklastikler atmosfere enjekte edilmesinden sonra ağırlığından dolayı oluşan düşük yükseklikteki püskürme kolonunda taşınamaz ve 15 derece açı ile bacadan cüruf projeksiyon olarak fırlatılmaktadır (Aydar, 2001) ve bu piroklastlar sonucunda sinder konileri oluşmaktadır (Şekil 8.1) (Aydar, 2001; Vergniolle ve Mangan, 2000; Taddeucci ve ark., 2015).



Şekil 8. 1. Stromboliyen tipi patlama
(http://sci.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Thumblinks/etnastromb_page.html)

Gazlardaki hızlı genleşme sonucunda magma ve litik parçaları da bacadan atmosfere atılır. Stromboliyen patlamalarda eriyik ile birbirinden ayrılan gaz kabarcıkları dekompresyon ve magmanın yükselmesiyle genişlemeye başlamaktadır. Bazı durumlarda bu taneler aerodinamik etkiler, dış sular ve yüzey gerilimi sebebiyle farklı morfolojilerde sunmaktadır (Vergniolle ve Mangan, 2000; Taddeucci ve ark., 2015).

Stromboliyen ve Hawaii tipi patlamalar sonucunda oluşmuş bazaltik magma ürünü piroklastikler genel olarak kaba taneli, iyi boylanmış olarak karakterize edilmektedir. Bombalar ve sıçratmalar (spatter), proksimal fasiyesleri işaret etmektedir. Baca duvarı

parçaları genel olarak seyrektir. Stromboliyen patlamaları ile üretilen volkanik camlar, (1) çok az veya hiç mikrolit içermeyen sideromelan camlardır (2) yüksek oranda mikrolit içeren takilitik (tachylite) camlardır. Sideromelan camlar daha sıcak ve gaz bakımından zengin bir magmayı yansıtırken takilit (tachylite) daha soğuk, gaz salınımının fazla olduğu kristalize magmayı temsil etmektedir (Wohletz ve Heiken, 1985; Vergniolle ve Mangan, 2000; Taddeucci ve ark., 2015).

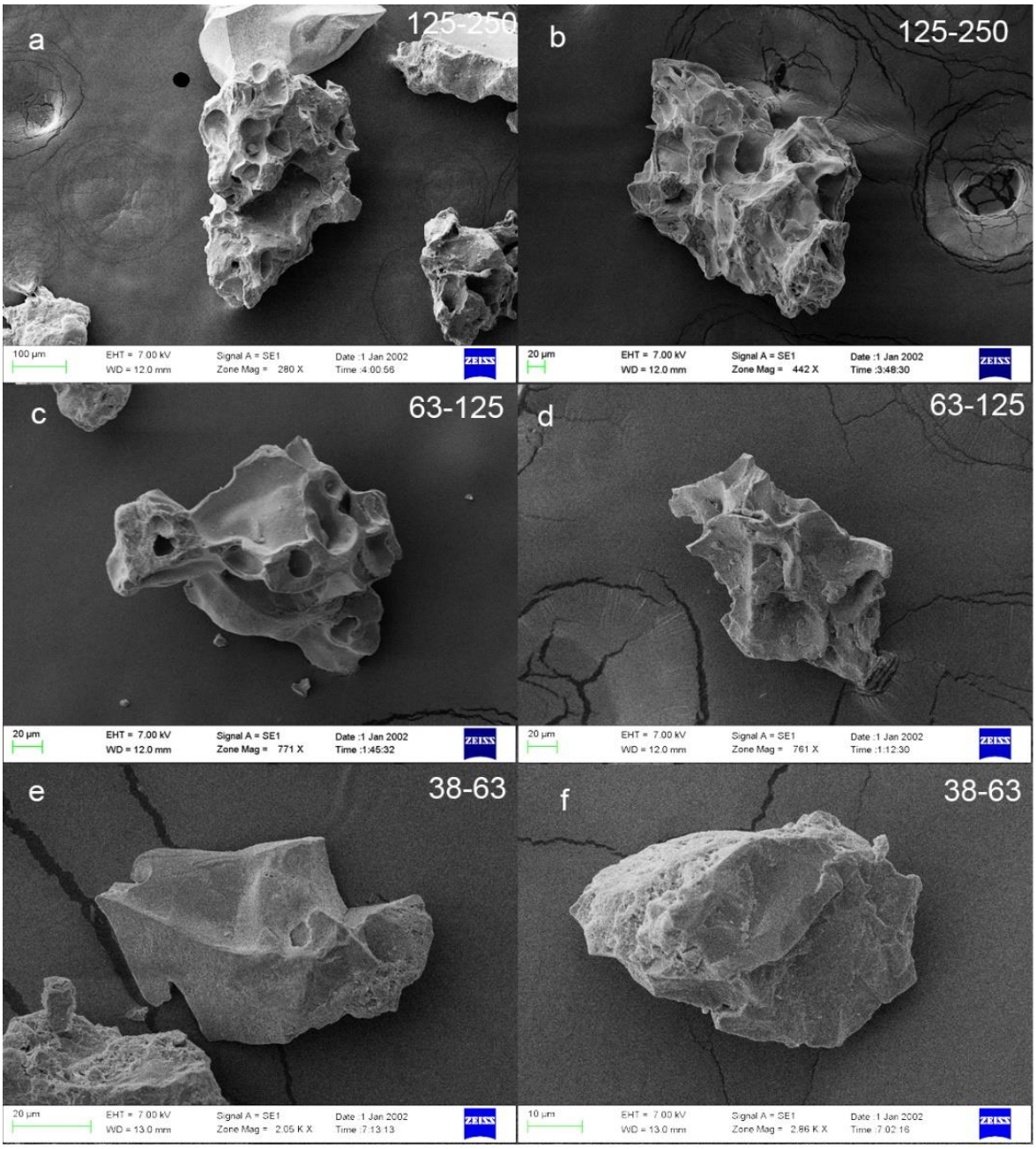
Stromboliyen patlamaları magmanın yükselimi esnasında baca geometrisi ile ilişkili olarak gaz kabarcıklarının birleşmesi (coalescence) ve birikmesiyle ile ilişkilidir (Gerst ve ark., 2013; James ve ark., 2013; Gonnermann, 2015).

8.1. Genel Tanımlamalar

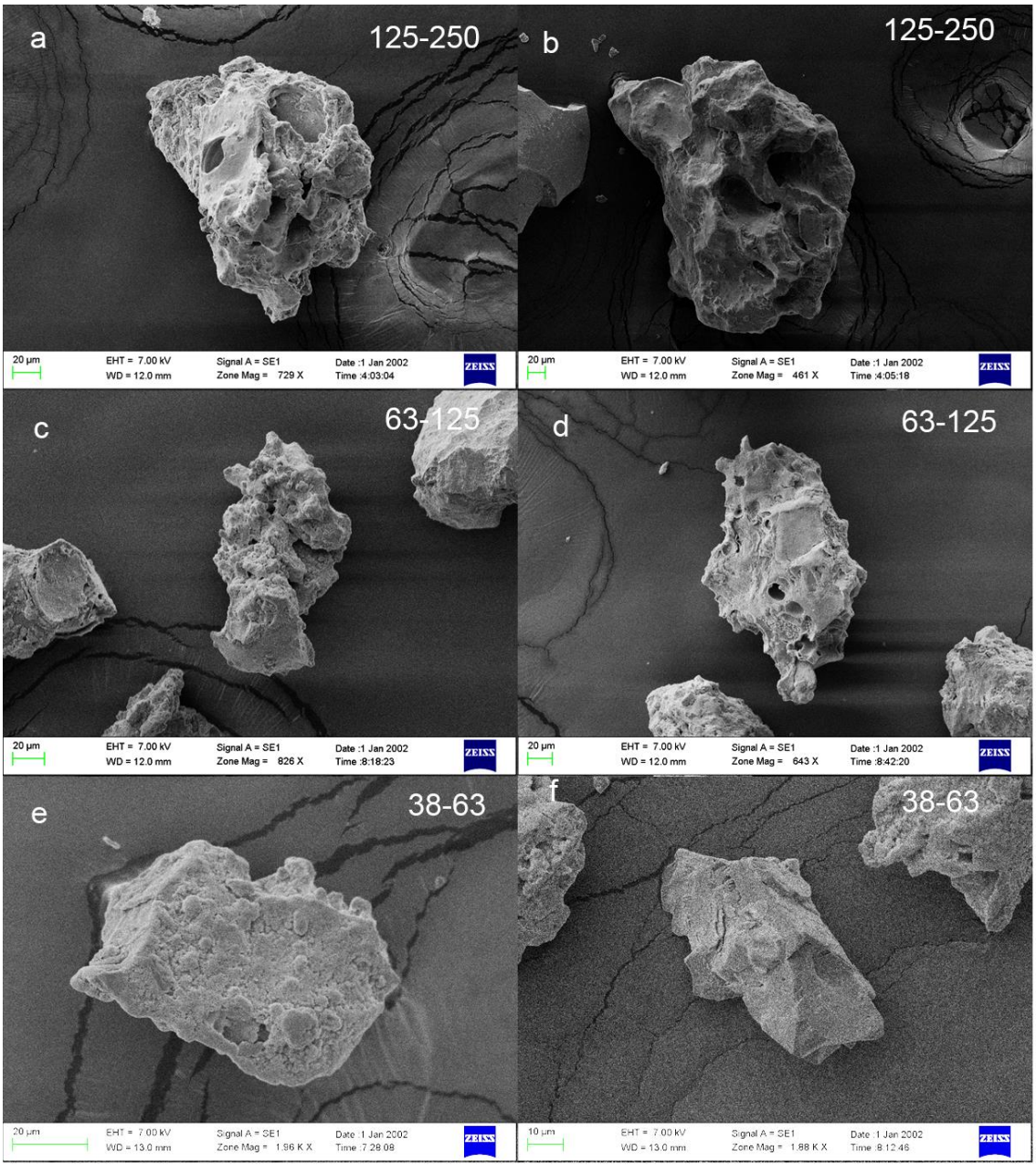
C-20-02 örneği tamamıyla bir magmatik patlama ile ilişkili olduğu düşünülmektedir ama C-20-03 ve C-20-04 örneklerinde hidrotermal alterasyonlar gözlemlenmektedir.

C-20-02 örneği stromboliyen patlaması sonucunda oluşmuş yaklaşık 75 cm kalınlığındaki ters derecelenme gösteren cüruf seviyesidir. Örnek cüruf ve cüruf parçalarından oluşmaktadır. Tane boyu küçüldükçe tanelerdeki alterasyon miktarı artmaktadır. Özellikle 38-63 μm tane boyutunda yüksek alterasyonun örneklerin morfolojik parametrelerini etkilediği düşünülmektedir. Tane boyu küçüldükçe cüruflar azalmakta ve daha az gözenekliliğe sahip taneler gözlemlenmektedir (Şekil 8.2).

C-20-03 örneği Stromboliyen patlaması cüruf arasında gözlemlenen ve çapraz tabakalanma gösteren ince kül seviyesidir. 125-250 μm tane boyutunda bulunan tanelerden bazılarının yüzeylerinde ince bir katman halinde alterasyon gözlemlenmiştir. Genel olarak cüruf ve cüruf parçalarından meydana gelse de az miktarda gözenekliliği düşük, bloksu tanelere de rastlanmıştır. Bununla beraber C-20-02 örneğine göre altere tanelerin oranı daha yüksektir. Tane boyutu küçüldükçe gözlemlenen alterasyon artmaktadır (Şekil 8.3).

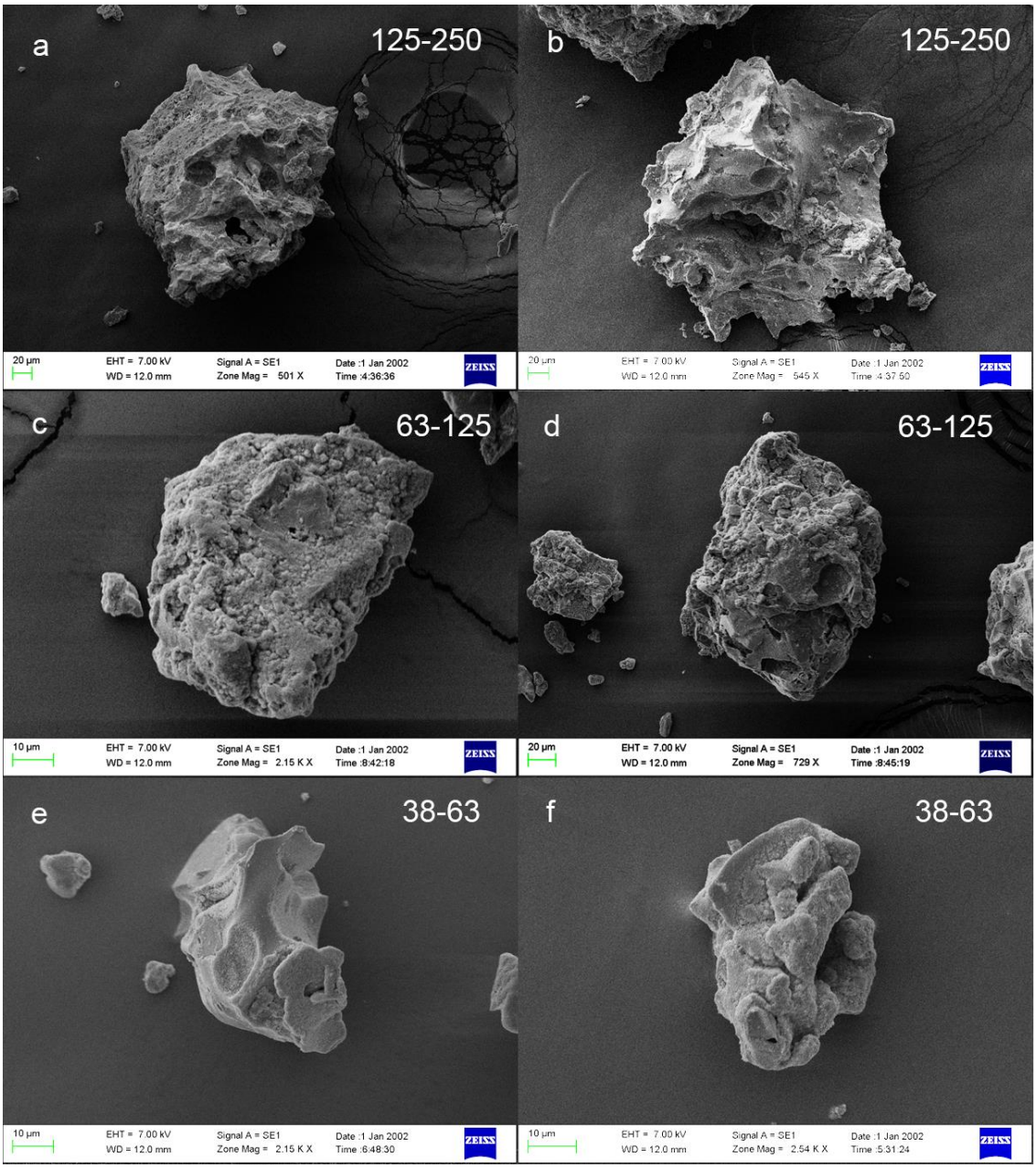


Şekil 8. 2. C-20-02 numaralı cüruf projeksiyon örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a-b) 125-250 mikrometre boyutunda gözenekli cam örnekleri, (c-d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları, (e) 38-63 mikrometre cam kıymığı, (f) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklast.



Şekil 8. 3. C-20-03 numaralı kül örneğine ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre boyutunda yüzeyinde alterasyon gözlemlenen cüruf , (b) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf, (c-d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları (tane yüzeylerinde alterasyon gözlemlenmektedir, (e) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklastın üzerinde alterasyon (f) 38-63 mikrometre tane boyunda gözenek duvarı parçası,

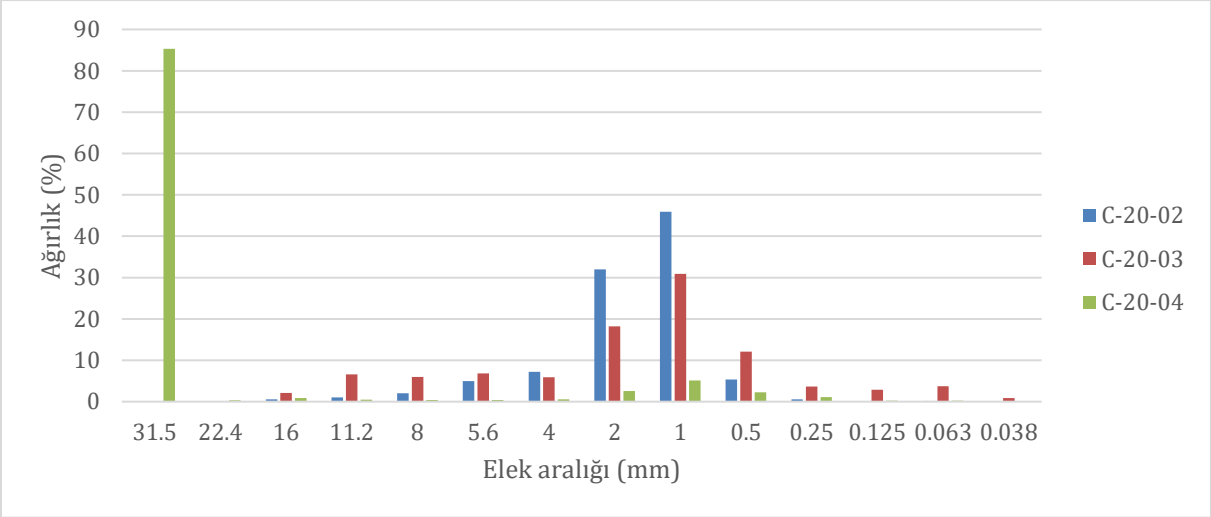
C-20-04 örneği 2 m kalınlığında ince kül seviyesidir. Çalışılan tüm tane boylarında piroklastların çoğunun yüzeyleri genellikle alteredir. Cüruf parçaları, bloksu ve düşük gözenekliliğe sahip taneler gözlemlenmektedir. Küçük tanelerde gözlemlenen alterasyon bazı tanelerin tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Yapılan analizler sonucunda bu örneğin daha az gözenekli taneye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 8.4).



Şekil 8. 4. C-20-04 örneğe ait farklı tane boylarının SEM fotoğrafları. (a) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf parçaları, (b) 125-250 mikrometre boyutunda cüruf; (c) 63-125 mikrometre tane boyutuna ait altere piroklast, (d) 63-125 mikrometre tane boyutundaki cüruf parçaları (tane yüzeylerinde alterasyon gözlemlenmektedir), (e-f) 38-63 mikrometre tane boyutunda piroklastın üzerinde alterasyon.

8.2. Tane Boyu Analizleri ve İlgili İstatistiksel Parametreler

Tane boyu analizleri ve tanımlamaları Gradistat ve SFT analizleri ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler elekler yardımıyla örnekler farklı fraksiyonlara ayrılmışlardır (Şekil 8.5). Elek analizi verileri Gradistat ve SFT programları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 8. 5 Tane boyu histogramları

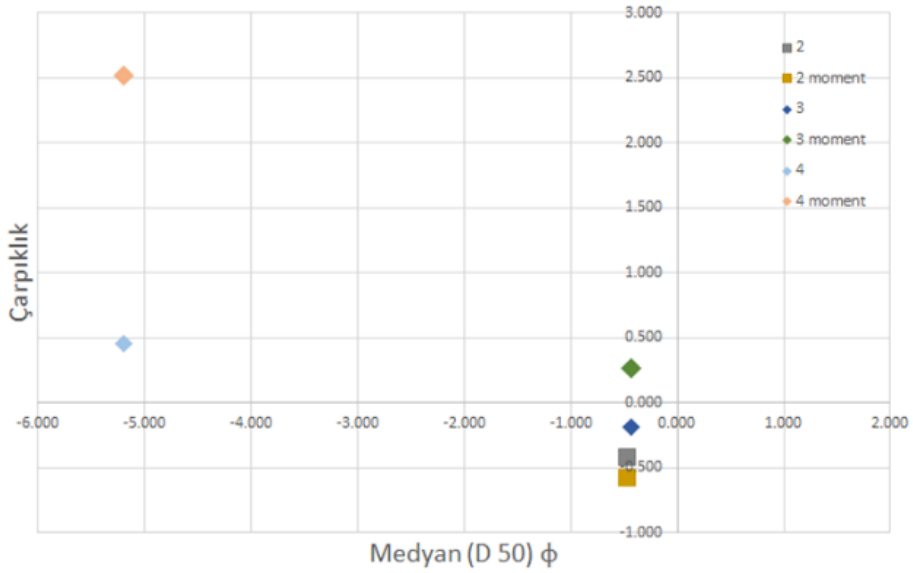
8.2.1. Gradistat

C-20-02 örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre, orta derecede boylanmış, çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -0.463 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-03 örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre, kötü boylanmış, kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. D50 değeri -0.426 φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-04 örneği Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre, orta derecede boylanmış, çok ince çarpıklık (pozitif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir D50 değeri -5.190φ olarak hesaplanmıştır.

C-20-02 örneği negatif çarpıklık değerleri, C-20-03 değerlerinden grafiksel yönteme göre hesaplanan çarpıklık değeri negatif, moment yöntemi ile hesaplanan değerler pozitif değerler, C-20-04 örneği pozitif çarpıklık değerleri almaktadır (Şekil 8.6).



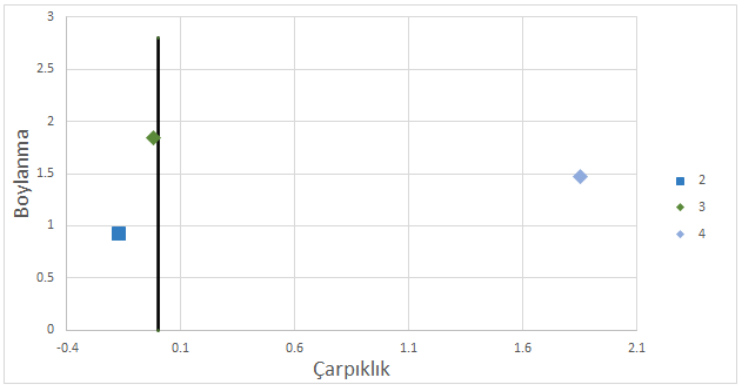
Şekil 8. 6. İkili diyagramlar hem moment hem de grafik yöntem ile hesaplanan çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir

Çizelge 8. 1. Gradistat analizlerinin sonuçları

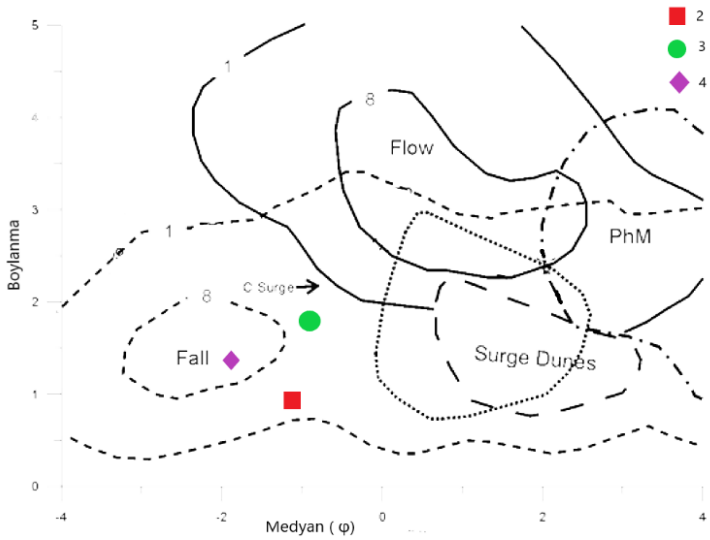
		C-20-002	C-20-003	C-20-004
	ANALYST AND DATE:	,	,	,
	SIEVING ERROR:			
	SAMPLE TYPE:	Trimodal, Moderately Sorted	Polymodal, Poorly Sorted	Unimodal, Moderately Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Sandy Gravel	Sandy Gravel	Gravel
	SEDIMENT NAME:	Sandy Very Fine Gravel	Sandy Very Fine Gravel	Very Coarse Gravel
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	2489.9	3560.3	33195.4
	SORTING (σ_a):	2500.4	4374.3	12412.6
	SKEWNESS (Sk_a):	3.353	1.817	-2.100
	KURTOSIS (K_a):	17.70	5.614	5.497
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	1841.8	1727.6	23667.6
	SORTING (σ_g):	2.016	3.573	3.379
	SKEWNESS (Sk_g):	0.589	-0.265	-2.518
	KURTOSIS (K_g):	4.290	2.982	8.076
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	-0.881	-0.789	-4.565
	SORTING (σ_ϕ):	1.012	1.837	1.757
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.589	0.265	2.518
	KURTOSIS (K_ϕ):	4.290	2.982	8.076
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	1606.5	1811.6	36515.7
	SORTING (σ_G):	1.827	3.764	1.885
	SKEWNESS (Sk_G):	0.433	0.187	-0.449
	KURTOSIS (K_G):	1.235	1.229	7.287
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	-0.684	-0.857	-5.190
	SORTING (σ_I):	0.869	1.912	0.914
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.433	-0.187	0.449
	KURTOSIS (K_G):	1.235	1.229	7.287
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Very Coarse Sand	Very Coarse Sand	Very Coarse Gravel
	SORTING:	Moderately Sorted	Poorly Sorted	Moderately Sorted
	SKEWNESS:	Very Coarse Skewed	Coarse Skewed	Very Fine Skewed
	KURTOSIS:	Leptokurtic	Leptokurtic	Extremely Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	1200.0	1200.0	38250.0
	MODE 2 (μm):	2400.0	2400.0	
	MODE 3 (μm):	4800.0	605.0	
	MODE 1 (ϕ):	-0.243	-0.243	-5.235
	MODE 2 (ϕ):	-1.243	-1.243	
	MODE 3 (ϕ):	-2.243	0.747	
	D_{10} (μm):	1028.8	342.7	2260.3
	D_{50} (μm):	1378.7	1343.4	36515.7
	D_{90} (μm):	5258.3	10467.3	43158.5
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	5.111	30.54	19.09
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	4229.4	10124.6	40898.2
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	2.216	4.546	1.232
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	1396.5	3639.9	7642.7
	D_{10} (ϕ):	-2.395	-3.388	-5.432
	D_{50} (ϕ):	-0.463	-0.426	-5.190
	D_{90} (ϕ):	-0.041	1.545	-1.177
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	0.017	-0.456	0.217
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	2.354	4.933	4.255
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	0.148	0.017	0.944
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	1.148	2.185	0.301
	% GRAVEL:	47.9%	46.2%	90.9%
	% SAND:	52.1%	53.8%	9.1%
	% MUD:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%	0.0%	81.6%
	% COARSE GRAVEL:	0.6%	2.1%	4.9%
	% MEDIUM GRAVEL:	3.1%	12.7%	0.9%
	% FINE GRAVEL:	12.3%	12.9%	1.0%
	% V FINE GRAVEL:	32.0%	18.4%	2.6%
	% V COARSE SAND:	46.0%	31.3%	5.2%
	% COARSE SAND:	5.3%	12.2%	2.3%
	% MEDIUM SAND:	0.5%	3.7%	1.1%
	% FINE SAND:	0.1%	2.9%	0.3%
	% V FINE SAND:	0.2%	3.8%	0.3%
	% V COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%	0.0%	0.0%
	% CLAY:	0.0%	0.0%	0.0%

8.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/ Taşınma (SFT)

Her örnek için için alt populasyonlar belirlenmiştir. İki ayrı grup alt populasyon belirlenmiştir. 1 ve 2 numaralı alt populasyonlar kaba tanelere, 3 ve 4 numaralı alt populasyonlar ince tanelere tayin edilmiştir. Genel olarak tanelerde kaba tane boyları baskındır. Örnekler medyan-boylanma grafikleri ile sınıflanmıştır (Şekil 8.8)



Şekil 8. 7. Boylanmaya karşılık çarpıklık diyagramı

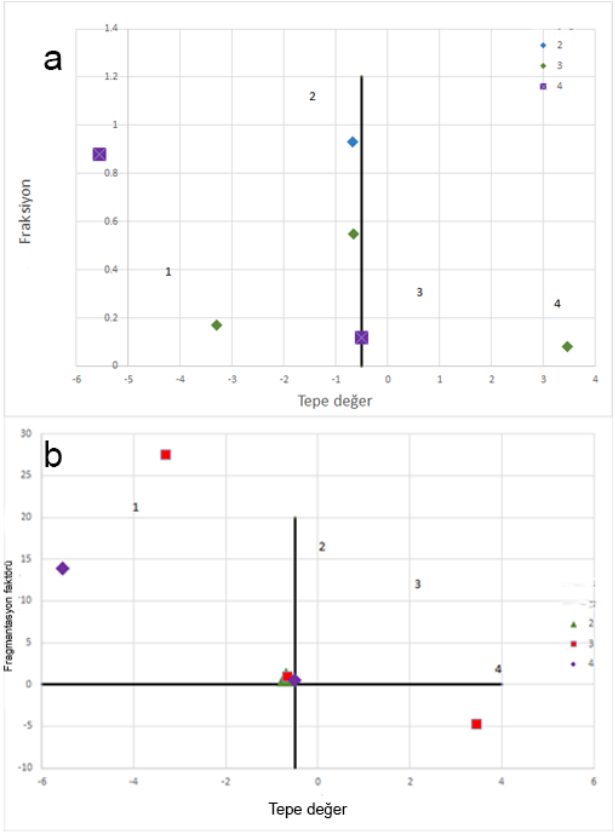


Şekil 8. 8. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker,1971, Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz, 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007)

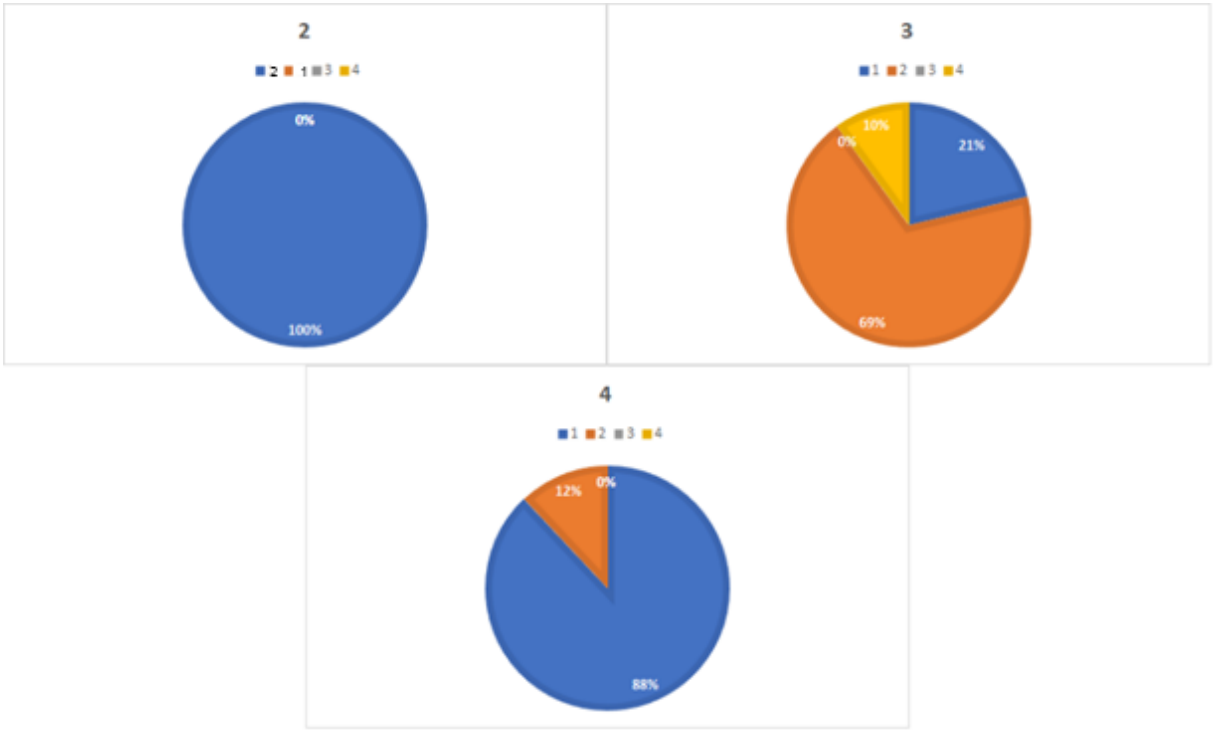
C-20-02 örneğinde sadece 1 numaralı kaba tane boyunu işaret eden alt populasyon belirlenmiştir. C-20-03 örneğinde 1 ve 2 numaralı kaba taneleri ve 4 numaralı ince

taneleri gösteren alt popülasyonlar belirlenmiştir. C-20-04 örneğinde 1 ve 2 numaralı kaba taneler boyu ile ilişkili alt popülasyonlar belirlenmiştir (Şekil 8.9).

C-20-02 örneğinde tek ve baskın alt popülasyon 2 numaralı alt popülasyondur. C-20-03 örneğinde 1 ve 2 numaralı kaba taneleri işaret eden alt popülasyonlar baskındır. 4 numaralı alt popülasyon daha düşük fraksiyon değeri almaktadır. C-20-04 örneğinde baskın alt popülasyon 1 numaralı kaba taneleri temsil eden alt popülasyondur (Şekil 8.10).



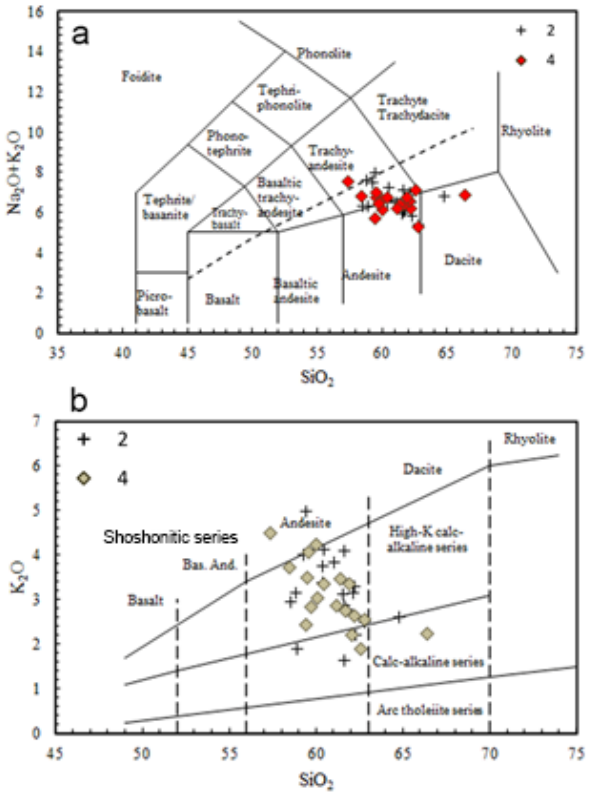
Şekil 8.9. (a) Fraksiyon (Fraction) değerlerine karşılık tepe değer diyagramı, (b) Fragmantasyon faktörüne karşılık tepe değer grafiği,



Şekil 8. 10. C-20-02 (2), C-20-03 (3) ve C-20-04 (4) örneklerine ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı

8.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

Kimyasal analizler C-20-02 ve C-20-04 örneklerinde bulunan volkanik camlardan alınan majör oksit değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Le bas ve ark., (1986)'ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na2O+K2O) – silis (% SiO2) (TAS) diyagramına göre andezitik ve trakiandezitik kimyasal bileşime sahiptir. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Peccerillo ve Taylor, (1976) tarafından geliştirilmiş silise karşı K_2O diyagramına göre camlar yüksek-K-kalkalkalin bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Bazı camların kalkalkalin ve şoşonitik bölgede olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8.11).



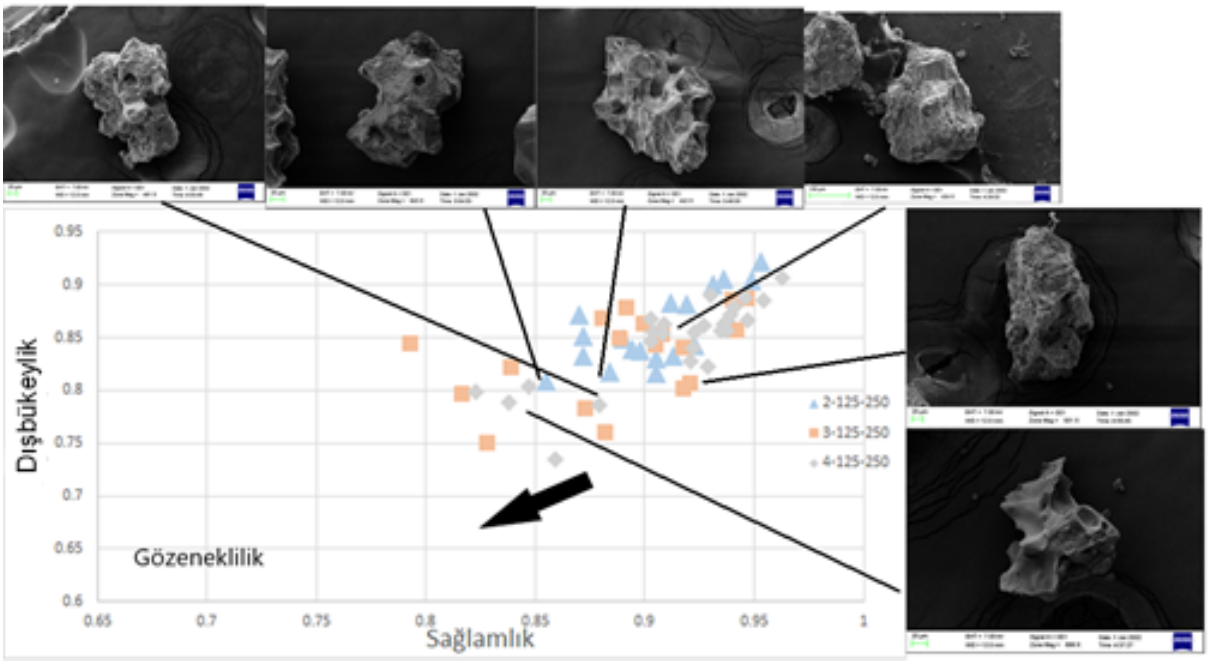
Şekil 8. 11. Stromboliyen tip patlamaya ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986); (b) SiO_2-K_2O diyagramı.(Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri-phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

8.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

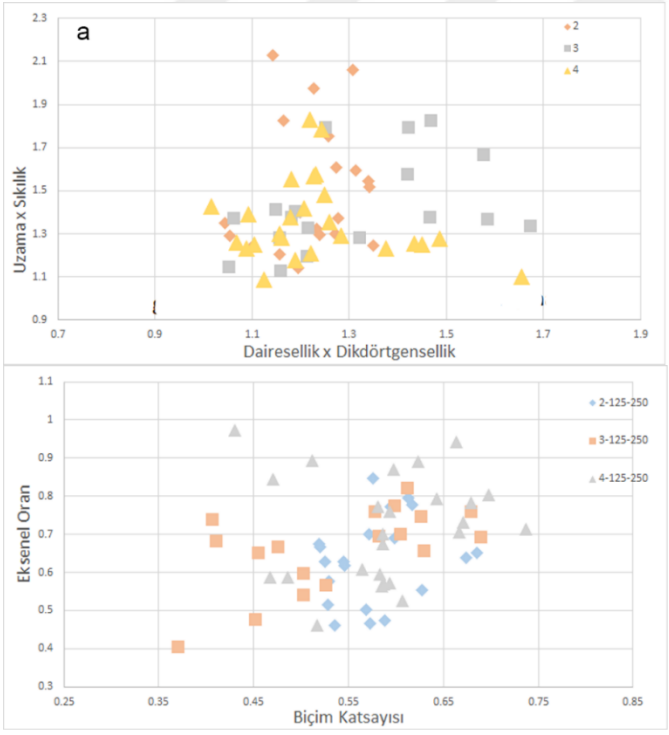
Tane boyu küçüldükçe gözenekli taneler yerini daha gözenekliliği düşük cüruf parçalarına- cam kıymıklarına ve alterasyona bırakmaktadır (Şekil 8.2, Şekil 8.3 ve Şekil 8.4).

125-250 mikrometre tane boyutundaki analizlerin sonuçları Çizelge 8.2 verilmektedir. C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde taneler genel olarak gözeneklidir (Şekil 8.2). Gözenek duvarı parçaları göreceli olarak cüruflardan daha yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır (Şekil 8.12). Bununla beraber düşük gözenekli köşeli, piroklastlarda da sağlamlık, dışbükeylik yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.12). Dikdörtgensellik x Dairesellik değerleri gözenekliliği yüksek tanelerde daha yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.14a). C-20-03 (ince kül) örneğinde yüksek gözenekli cüruf ve cüruf parçalarında sağlamlık, dışbükeylik düşük değerler almaktadır (Şekil 8.12). Genellikle düşük sağlamlık ve biçim katsayısı (Şekil 8.13) değerleri almaktadır (Çizelge 8.2). Bazı cüruf parçalarında gözenekliliği yüksek ve alterasyona sahip tanelerde göreceli olarak daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 8.14b). Bloksu tanelerde yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 8.14c). Dikdörtgensellik x Dairesellik değerleri yüksek değer aralıklarında bulunmaktadır (Şekil 8.13). C-20-04 (ince kül) örneğinde, bazı tanelerin yüzeylerinde alterasyon yoğun olarak gözlemlenmektedir (Şekil 8.4). Daha bloksu ve düşük gözenekli, yüzeyleri alterasyon ile kaplı tanelerin sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri yüksektir (Şekil 8.14d). Dikdörtgensellik x Dairesellik değerleri gözenekliliği yüksek tanelerde daha yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.14e).

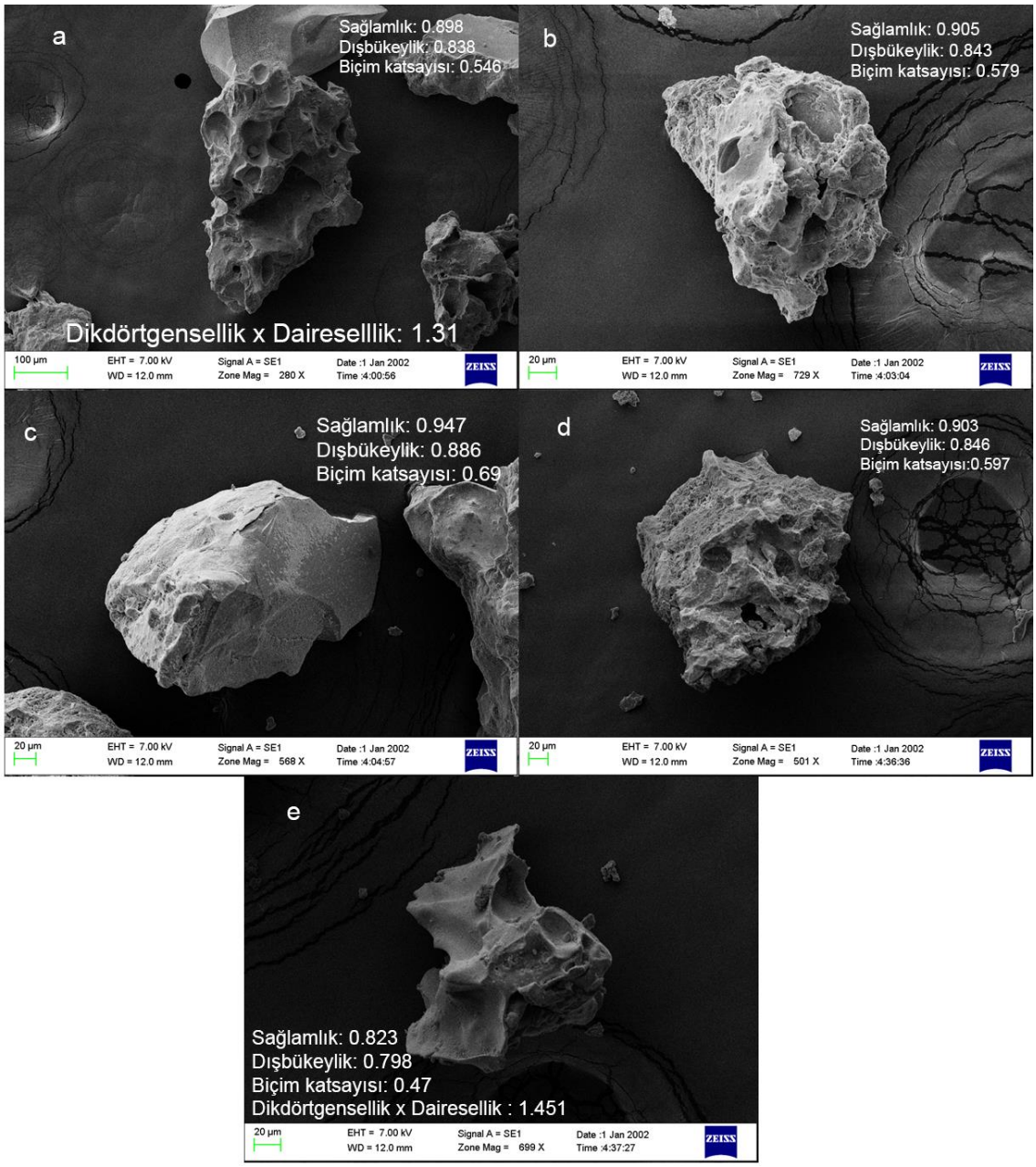
C-20-03 (ince kül) örneğinde biçim katsayısı ya çok düşük değerler ya da çok yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.13). Bu durum hem yüksek gözenekliliğe sahip taneleri hem de düşük gözenekliliğe ve bloksu morfolojiye sahip taneler ile ilişkili olabilir. C-20-04 örneği C-20-02 ve C-20-03 örneklerinden farklı olarak düşük dikdörtgensellik x dairesellik değerler aralığında yoğunlaşmaktadır (Şekil 8.13).



Şekil 8. 12. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 µm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı



Şekil 8. 13. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 µm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği



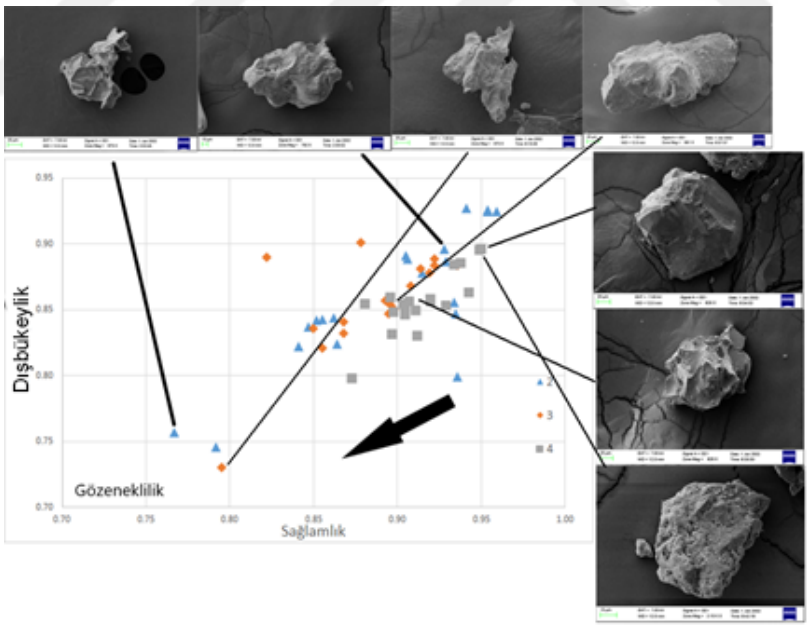
Şekil 8. 14. (a) C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde yüksek gözenekliliğe sahip tane yüksek dikdörtgensellik x dairesellik değerleri alırken düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır; (b) C-20-03 (ince kül) örneğinde gözlemlenen yüzeyinde alterasyon olan gözenekli tane, göreceli olarak yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır; (c) C-20-03 (ince kül) örneğinde gözeneklilik gözlemlenmeyen yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane; (d) C-20-04 (ince kül) örneğinde düşük gözenekliliğe ve yüksek sağlamlık,dışbükeylik,biçim katsayısı değerlerine sahip tane; (e) C-20-04 (ince kül) örneğinde düşük sağlamlık, dışbükeylik, biçim katsayısı değerleri ve yüksek dairesellik x dikdörtgensellik değerleri alan cam kıymığı

Çizelge 8. 2. 125-250 mikrometre tane boyutuna ait iki boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir

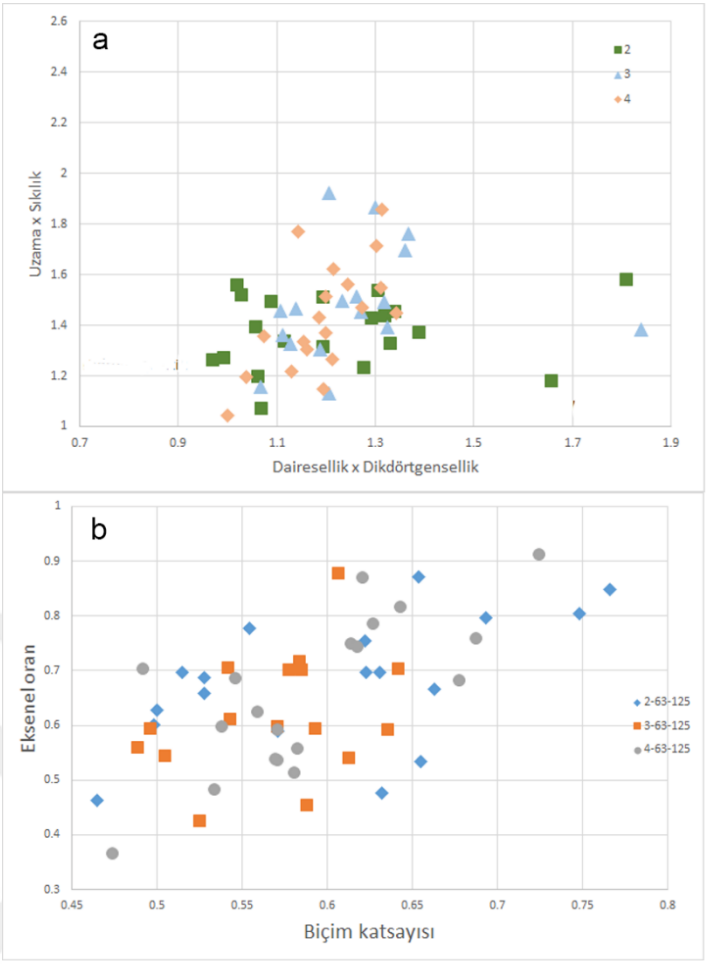
	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
125-250 µm	2-1	0.936	0.905	0.674	0.638	0.865023362	0.645696809	1.998468679	1.218395907	0.674	1.290404849	1.053940924
	2-2	0.884	0.817	0.519	0.674	0.966885988	0.620547588	2.44372851	1.387598275	0.519	1.516449831	1.341649329
	2-3	0.872	0.851	0.576	0.846	0.94109524	0.65039103	1.989897068	1.317089495	0.576	1.294211203	1.239506654
	2-4	0.919	0.882	0.617	0.778	0.86236924	0.590315771	2.092403142	1.272742722	0.617	1.235178573	1.097574174
	2-5	0.953	0.921	0.627	0.554	0.904671798	0.698915487	3.045400145	1.263191857	0.627	2.128477326	1.142774049
	2-6	0.949	0.904	0.685	0.652	0.863827235	0.660862375	2.043821729	1.208538362	0.685	1.350684882	1.043968352
	2-7	0.922	0.842	0.613	0.796	0.906084898	0.645589697	1.864202142	1.276787262	0.613	1.203509696	1.156877657
	2-8	0.89	0.849	0.528	0.516	0.925491726	0.576277002	2.787596562	1.376614202	0.528	1.606427789	1.274045055
	2-9	0.905	0.83	0.545	0.629	0.93858936	0.616950369	2.109791505	1.355130081	0.545	1.301636648	1.271910675
	2-10	0.913	0.832	0.572	0.701	0.932938489	0.643809954	2.055222054	1.322317914	0.572	1.323172415	1.233641277
	2-11	0.855	0.808	0.52	0.666	0.973517793	0.631619234	1.972842552	1.386156656	0.52	1.246085301	1.349448168
	2-12	0.912	0.883	0.573	0.466	0.928856009	0.696759295	2.837707765	1.321056193	0.573	1.97719926	1.227070983
	2-13	0.923	0.843	0.599	0.69	0.927914875	0.671034789	2.085951904	1.291538746	0.599	1.399746295	1.198438014
	2-14	0.872	0.832	0.525	0.627	0.925763199	0.573588908	2.392788581	1.380050753	0.525	1.37247699	1.2776002
	2-15	0.87	0.871	0.569	0.502	0.948559858	0.702750259	2.49515915	1.325666862	0.569	1.75347374	1.257474371
	2-16	0.939	0.864	0.535	0.462	0.95569708	0.6983519	2.950400457	1.367472483	0.535	2.060417764	1.30688946
	2-17	0.931	0.9	0.588	0.475	0.893960072	0.653525641	2.795254025	1.303760575	0.588	1.82677018	1.165509898
	2-18	0.894	0.839	0.594	0.773	0.921071265	0.641520965	1.778467108	1.297954376	0.594	1.140923936	1.195508478
	2-19	0.898	0.838	0.546	0.619	0.970052523	0.686669127	2.321013993	1.353705529	0.546	1.593768651	1.313165464
	2-20	0.905	0.816	0.529	0.577	0.974308127	0.644041214	2.395485807	1.375116231	0.529	1.542791588	1.33978692
	3-1	0.908	0.853	0.6	0.771	0.943230444	0.684765036	1.928880423	1.291036948	0.6	1.320829872	1.217745353
	3-2	0.905	0.843	0.579	0.756	0.924810639	0.634400276	1.877277587	1.314267751	0.579	1.19094542	1.215448798
	3-3	0.873	0.782	0.477	0.663	1.013911513	0.639408688	2.146806073	1.44865503	0.477	1.372686454	1.468808013
	3-4	0.892	0.878	0.631	0.654	0.913763843	0.683338176	2.061950802	1.258453298	0.631	1.4090097	1.149929122
	3-5	0.947	0.886	0.69	0.691	0.884297578	0.697688136	1.963842523	1.203658508	0.69	1.37014963	1.064392303
	3-6	0.9	0.862	0.606	0.698	0.921641132	0.657702702	2.089019813	1.284595285	0.606	1.373953976	1.183935853
	3-7	0.921	0.806	0.503	0.538	1.043045933	0.756605106	2.408275677	1.410472366	0.503	1.822113672	1.471187465
	3-8	0.828	0.75	0.412	0.68	1.074995601	0.605616609	2.196681672	1.558785368	0.412	1.330346905	1.675687414
	3-9	0.881	0.868	0.583	0.693	0.885480694	0.588693959	2.170926331	1.309423264	0.583	1.278011217	1.159469021
	3-10	0.839	0.821	0.453	0.474	0.959144796	0.546562424	3.273885976	1.485119003	0.453	1.789383054	1.424444163
	3-11	0.94	0.885	0.68	0.758	0.869765254	0.657071504	1.734893444	1.212867655	0.68	1.139949045	1.054910144
	3-12	0.918	0.801	0.504	0.596	1.009772627	0.687779451	2.288172741	1.408187851	0.504	1.573758193	1.421949546
	3-13	0.882	0.76	0.407	0.737	1.011373438	0.542599088	2.512880064	1.567916839	0.407	1.36348643	1.585749444
	3-14	0.817	0.796	0.371	0.402	0.962381255	0.463973753	3.581501316	1.640892064	0.371	1.661722605	1.579163764
	3-15	0.889	0.849	0.527	0.563	0.909325915	0.593606605	3.016024144	1.377442112	0.527	1.790331852	1.252543809
	3-16	0.793	0.844	0.456	0.648	0.893374105	0.467895185	2.732705305	1.481613221	0.456	1.278619655	1.323634885
	3-17	0.918	0.84	0.613	0.818	0.909014164	0.645975657	1.738654276	1.277159119	0.613	1.123128339	1.160955729
	3-18	0.942	0.856	0.627	0.744	0.942563586	0.726176772	1.930022222	1.263353952	0.627	1.401537308	1.19079143
	4.1	0.929	0.822	0.581	0.772	0.977918421	0.714824935	1.808771493	1.311430739	0.581	1.292954965	1.282472277
	4.2	0.879	0.786	0.512	0.893	1.063905733	0.739289018	1.725659831	1.397823416	0.512	1.275761361	1.487152345
	4.3	0.954	0.885	0.698	0.802	0.893023244	0.715044011	1.761272644	1.196741435	0.698	1.259387455	1.068717918
	4.4	0.903	0.867	0.587	0.569	0.905389491	0.616557572	2.520442647	1.304825799	0.587	1.553998	1.181375567
	4.5	0.909	0.862	0.583	0.595	0.883429555	0.581284511	2.236986643	1.309377889	0.583	1.300325688	1.156743126
	4.6	0.937	0.856	0.593	0.571	0.95775625	0.747842446	2.387596068	1.299019245	0.593	1.785545685	1.244143801
	4.7	0.923	0.855	0.623	0.891	0.887482334	0.626003974	1.739483281	1.266664086	0.623	1.088923446	1.124141999
	4.8	0.838	0.788	0.467	0.587	0.980099809	0.576916265	2.178155515	1.463923364	0.467	1.256613344	1.43479101
	4.9	0.936	0.862	0.643	0.793	0.96774609	0.769862156	1.842181569	1.246660986	0.643	1.418225874	1.206451295
	4.10	0.946	0.888	0.671	0.731	0.891037521	0.682860422	1.806688912	1.22092515	0.671	1.233716354	1.087890119
	4.11	0.947	0.866	0.607	0.525	0.949443518	0.734535337	2.491787879	1.283677829	0.607	1.83030625	1.218779594
	4.12	0.921	0.827	0.593	0.759	0.914888602	0.634590407	1.856992189	1.298826971	0.593	1.17842943	1.188281992
	4.13	0.903	0.846	0.597	0.87	0.943560207	0.678741671	1.784825108	1.294396193	0.597	1.211435176	1.221340739
	4.14	0.922	0.84	0.586	0.699	0.962891249	0.704230147	1.923270336	1.306818727	0.586	1.35442495	1.258324316
	4.15	0.823	0.798	0.47	0.845	0.994865655	0.597703354	2.095405388	1.458561565	0.47	1.252430829	1.451072807
	4.16	0.859	0.735	0.43	0.972	1.085898744	0.645616322	1.703225487	1.525015754	0.43	1.099630174	1.656012692
	4.17	0.935	0.856	0.564	0.607	0.924153275	0.622600327	2.530867735	1.331755393	0.564	1.57571908	1.230746108
	4.18	0.93	0.89	0.667	0.706	0.8928686	0.677894017	2.053215294	1.224016616	0.667	1.391862365	1.092886002
	4.19	0.941	0.879	0.679	0.783	0.909931784	0.72145602	1.730236553	1.213271908	0.679	1.248289577	1.103994672
	4.20	0.904	0.855	0.517	0.461	0.881872092	0.521487557	3.004025297	1.39083189	0.517	1.566561815	1.226535828
	4.21	0.939	0.871	0.664	0.941	0.961375899	0.7838708	1.757204917	1.227288123	0.664	1.377421625	1.179885223
	4.22	0.963	0.906	0.737	0.712	0.872073916	0.728915869	1.955471664	1.165150071	0.737	1.425374327	1.016096985
	4.23	0.908	0.854	0.585	0.564	0.887969509	0.587568929	2.178336868	1.307463603	0.585	1.27992306	1.160987813
	4.24	0.927	0.861	0.586	0.674	0.956292473	0.708327312	2.092069441	1.306641353	0.586	1.481869923	1.249531291
	4.25	0.847	0.803	0.486	0.586	0.958795435	0.574098999	2.144326335	1.434490052	0.486	1.231055602	1.375382514

63-125 mikrometre tane boyutundaki analizlerin sonuçları Çizelge 8.3'te verilmektedir.

C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde cüruf parçaları genel olarak daha düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır. Bazı daha düşük gözenekliliğe sahip tanelerin daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 8.19a). Kırılmış sideromelan parçalarının genel olarak daha düşük sağlamlık, dışbükeylik değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 8.15). C-20-03 örneğinde sideromelan ve parçaları vardır ve bunlar düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri almaktadır. Bazı sideromelanların yüzeyleri alterasyon ile kaplıdır (Şekil 8.3). C-20-04 örneğinde bloksu tanelerde yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 8.15). Genellikle yüksek sağlamlık değerleri aldıkları gözlemlenmiştir (Çizelge 8.3). Altere tanelerin bazılarında düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 8.19b). Biçim katsayısı değerlerinde belirgin bir ayrımlanma gözlemlenmemiştir (Şekil 8.16b).



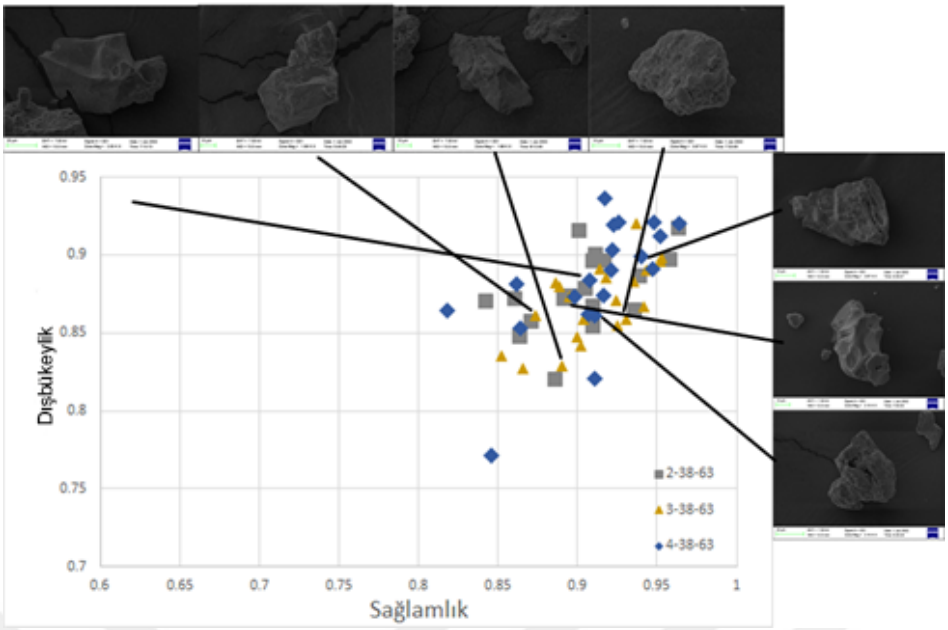
Şekil 8. 15. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 μm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı



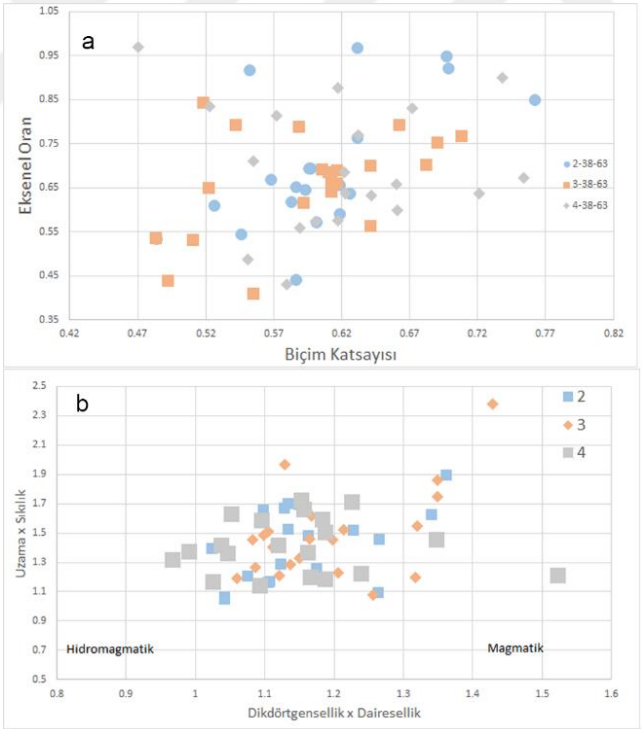
Şekil 8. 16. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 µm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği

38-63 mikrometre tane boyutundaki analizlerin sonuçları Çizelge 8.4'te verilmektedir.

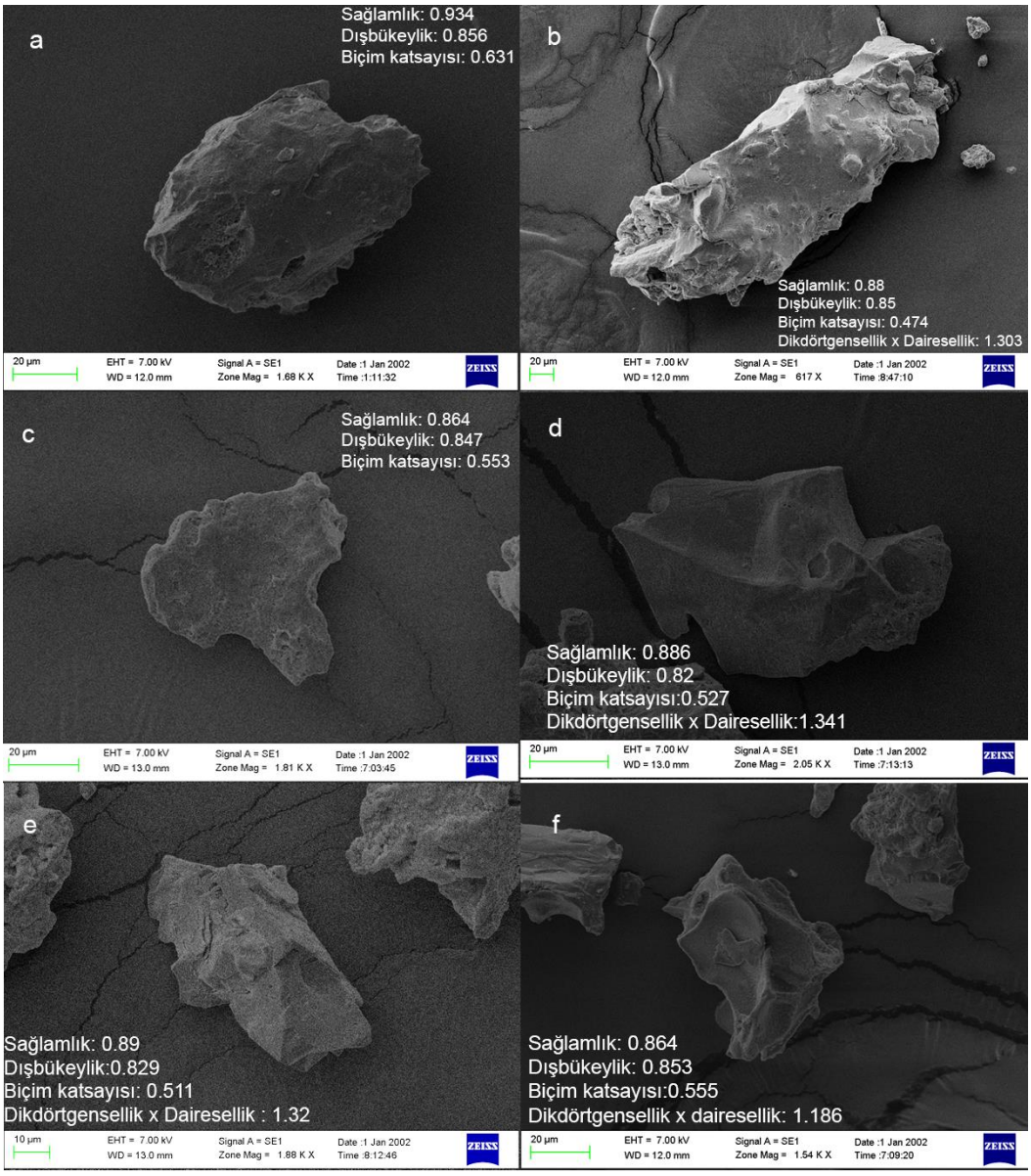
C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde bazı cüruf parçalarının genel olarak sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri göreceli olarak düşüktür ve dikdörtgensellik x dairesellik değerleri yüksektir (Şekil 8.19d). Sağlamlık değerleri genel olarak düşük değerler almaktadır, diğer taraftan biçim katsayısı değerleri göreceli olarak daha yüksektir (Çizelge 8.4 ve Şekil 8.19). C-20-03 (ince kül) örneğinde genellikle yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri almaktadır. Daha az sayıda düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan cüruf parçaları olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 8.19e). Örnekte yüksek alterasyon gözlemlenmektedir (Şekil 8.3). C-20-04 (ince kül) örneğinde taneler genel olarak alteredir (Şekil 8.4). Bazı cüruf parçalarının düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldıkları gözlemlenmiştir (Şekil 8.17; Şekil 8.19f). Dikdörtgensellik x dairesellik parametresinde belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir (Şekil 8.18).



Şekil 8. 17. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 µm tane boyutundaki tanelerin sağlamlık-dışbükeylik diyagramı



Şekil 8. 18. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 µm tane boyutundaki tanelerin (a) Dikdörtgensellik x Dairesellik- Uzama x Sıkılık grafiği; (b) Biçim katsayısı'na karşı Eksenel oran grafiği



Şekil 8. 19. (a) 63-125 mikrometre tane boyutunda C-20-02 örneğinde düşük gözenekliliğe sahip tanelerin daha yüksek sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri aldığı gözlemlenmiştir, (b) 63-125 mikrometre tane boyutunda C-20-04 örneğinde atere tanelerin bazılarında düşük sağlamlık,dışbükelik ve biçim katsayısı değerleri gözlemlenmiştir, (c) Düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan tane, (d) 38-63 mikrometre tane boyutunda sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri göreceli olarak düşüktür ve dikdörtgensellik x dairesellik değerleri yüksek olan cam kıymığı, (e) 38-63 mikrometre tane boyunda sağlamlık değerleri düşük, biçim katsayısı ve dikdörtgensellik x dairesellik değerleri göreceli olarak yüksek taneler. (f) 38-63 mikrometre tane boyunda düşük sağlamlık, dışbükeylik değerleri alan cüruf parçası

Çizelge 8. 3. 63-125 mikrometre tane boyuna sahip örneklerin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
63-125 µm	2-1	0.79	0.75	0.348	0.665	1.068412166	0.508354216	3.101249711	1.694258217	0.348	1.576533366	1.810166091
	2-2	0.94	0.85	0.622	0.754	0.941811199	0.711041452	1.846859827	1.267950348	0.622	1.313193894	1.194169837
	2-3	0.934	0.856	0.631	0.697	0.886952698	0.638482149	2.092184628	1.258648107	0.631	1.335822536	1.116361334
	2-4	0.864	0.824	0.498	0.602	0.946406612	0.568696097	2.557066977	1.41650638	0.498	1.454194009	1.340591004
	2-5	0.936	0.799	0.554	0.778	1.034458344	0.770249383	1.777402898	1.343488763	0.554	1.369043485	1.389783161
	2-6	0.847	0.837	0.465	0.464	0.881517448	0.467648709	3.050540155	1.467075076	0.465	1.426581166	1.293252276
	2-7	0.928	0.90	0.693	0.796	0.884504476	0.692624007	1.727832834	1.201457533	0.693	1.1967385	1.062694566
	2-8	0.92	0.88	0.654	0.872	0.86493721	0.623275688	1.718571729	1.236231484	0.654	1.071143977	1.06926261
	2-9	0.86	0.84	0.528	0.687	0.928586034	0.584675616	2.107566476	1.376782873	0.528	1.232242728	1.278461347
	2-10	0.85	0.84	0.515	0.697	0.947595881	0.589272678	2.436579597	1.39293264	0.515	1.435809785	1.319937231
	2-11	0.84	0.82	0.5	0.627	0.941178303	0.564280136	2.350516241	1.413773728	0.5	1.326349623	1.330613159
	2-12	0.93	0.89	0.663	0.667	0.888016089	0.692047054	2.154689425	1.227737299	0.663	1.491146468	1.090250474
	2-13	0.77	0.76	0.381	0.728	1.02287295	0.509631422	2.311726679	1.620269919	0.381	1.178128554	1.657330272
	2-14	0.95	0.93	0.748	0.804	0.85941702	0.707516551	1.796974198	1.156189015	0.748	1.271388987	0.993648518
	2-15	0.91	0.89	0.623	0.697	0.835121452	0.565527104	2.463766265	1.267395144	0.623	1.3933266	1.058428873
	2-16	0.95	0.93	0.655	0.534	0.825944841	0.572153979	2.722944316	1.23587244	0.655	1.557943426	1.020762467
	2-17	0.94	0.93	0.632	0.477	0.818685874	0.55721662	2.720633261	1.257398696	0.632	1.515982069	1.029414551
	2-18	0.96	0.93	0.766	0.849	0.849218744	0.703315722	1.790426626	1.142626292	0.766	1.259235196	0.970339665
	2-19	0.86	0.84	0.528	0.658	0.949740324	0.618377686	2.484615412	1.376443939	0.528	1.536430729	1.307264314
	2-20	0.91	0.89	0.571	0.59	0.903871932	0.599462891	2.515594199	1.323146482	0.571	1.508005372	1.195954967
	3-1	0.80	0.73	0.342	0.781	1.075448669	0.515048539	2.680872927	1.710205666	0.342	1.380779685	1.839238407
	3-2	0.85	0.84	0.496	0.594	0.933287341	0.56240517	2.470581982	1.419709575	0.496	1.38946808	1.324996973
	3-3	0.82	0.89	0.525	0.425	0.942106698	0.652109584	2.861331591	1.380586957	0.525	1.865901754	1.300660219
	3-4	0.91	0.87	0.571	0.598	1.032904212	0.816121328	2.157485953	1.323149131	0.571	1.760770302	1.36668631
	3-5	0.94	0.88	0.588	0.454	0.923788337	0.684222546	2.809989215	1.304646449	0.588	1.922657974	1.205217174
	3-6	0.90	0.85	0.585	0.7	0.97120557	0.72606395	1.998660504	1.307854809	0.585	1.451155341	1.270195876
	3-7	0.88	0.90	0.607	0.877	0.832101954	0.537180011	2.156298997	1.283776012	0.607	1.158320718	1.068232528
	3-8	0.90	0.85	0.578	0.7	0.902548032	0.60710758	2.150055597	1.315882452	0.578	1.30531505	1.187647118
	3-9	0.86	0.82	0.489	0.558	0.950535453	0.595726171	2.844381491	1.430187118	0.489	1.694472493	1.359443561
	3-10	0.90	0.85	0.584	0.717	0.964022508	0.695641517	2.174497876	1.308874173	0.584	1.512671002	1.261784163
	3-11	0.92	0.89	0.613	0.539	0.866889767	0.586558922	2.481448391	1.277298731	0.613	1.455515693	1.107277199
	3-12	0.87	0.84	0.542	0.705	0.887720384	0.543496691	2.081287972	1.358737214	0.542	1.131173125	1.206178722
	3-13	0.92	0.88	0.593	0.593	0.855893387	0.554931049	2.448817126	1.298915352	0.593	1.358924656	1.11173306
	3-14	0.89	0.86	0.543	0.61	0.908760095	0.573322277	2.609885237	1.357130964	0.543	1.496305347	1.233306464
	3-15	0.87	0.83	0.505	0.544	0.936335933	0.573933894	2.599692835	1.407689385	0.505	1.492051831	1.318070154
	3-16	0.91	0.88	0.642	0.702	0.90421024	0.681304419	1.946309524	1.248204067	0.642	1.32602928	1.1286389
	4-1	0.95	0.90	0.725	0.911	0.852510346	0.671484089	1.555269023	1.174096948	0.725	1.044338404	1.000929796
	4-2	0.90	0.86	0.571	0.536	0.895880588	0.593008335	2.408844035	1.323620294	0.571	1.428464591	1.185805728
	4-3	0.91	0.85	0.534	0.482	0.960032934	0.686301733	2.702654752	1.367837872	0.534	1.854836641	1.313169406
	4-4	0.91	0.86	0.614	0.749	0.940185572	0.690834565	1.982623611	1.276510157	0.614	1.369664919	1.200156432
	4-5	0.90	0.85	0.546	0.686	0.940782089	0.620677699	2.368945534	1.35295467	0.546	1.470351662	1.27283552
	4-6	0.93	0.88	0.581	0.512	0.871212033	0.595567758	2.97385734	1.311941397	0.581	1.771133549	1.142979131
	4-7	0.95	0.90	0.688	0.758	0.89038813	0.694775084	1.953682313	1.205493282	0.688	1.357369793	1.073356909
	4-8	0.91	0.85	0.571	0.591	0.939733557	0.672845528	2.322003633	1.32330384	0.571	1.56234976	1.243553025
	4-9	0.94	0.89	0.678	0.681	0.855505408	0.631808983	1.894794932	1.214638018	0.678	1.19714846	1.039129394
	4-10	0.93	0.85	0.618	0.742	0.907147023	0.658988276	2.023451325	1.272225728	0.618	1.3334307	1.154095782
	4-11	0.94	0.86	0.643	0.815	0.905151084	0.671481856	1.815894217	1.247402744	0.643	1.219340019	1.129087946
	4-12	0.88	0.85	0.474	0.366	0.897092395	0.491343101	3.483942905	1.45280797	0.474	1.71181131	1.303302981
	4-13	0.90	0.85	0.57	0.538	0.906434384	0.598893549	2.527537692	1.324168669	0.57	1.513726019	1.200272012
	4-14	0.87	0.80	0.492	0.702	0.942304066	0.575405073	2.517571216	1.42582438	0.492	1.44862325	1.34356011
	4-15	0.91	0.85	0.621	0.87	0.942785145	0.704255222	1.631978719	1.26857261	0.621	1.149329535	1.195991411
	4-16	0.91	0.83	0.559	0.625	0.906361143	0.586263358	2.160926694	1.337739692	0.559	1.266872139	1.212475276
	4-17	0.92	0.86	0.583	0.557	0.92726383	0.675196208	2.403177343	1.309335592	0.583	1.622616228	1.214099536
	4-18	0.92	0.86	0.627	0.785	0.919049469	0.678125296	1.925444645	1.262870438	0.627	1.30569272	1.160640405
	4-19	0.90	0.83	0.538	0.598	0.961484876	0.66127764	2.341872565	1.36383866	0.538	1.548627964	1.311310245

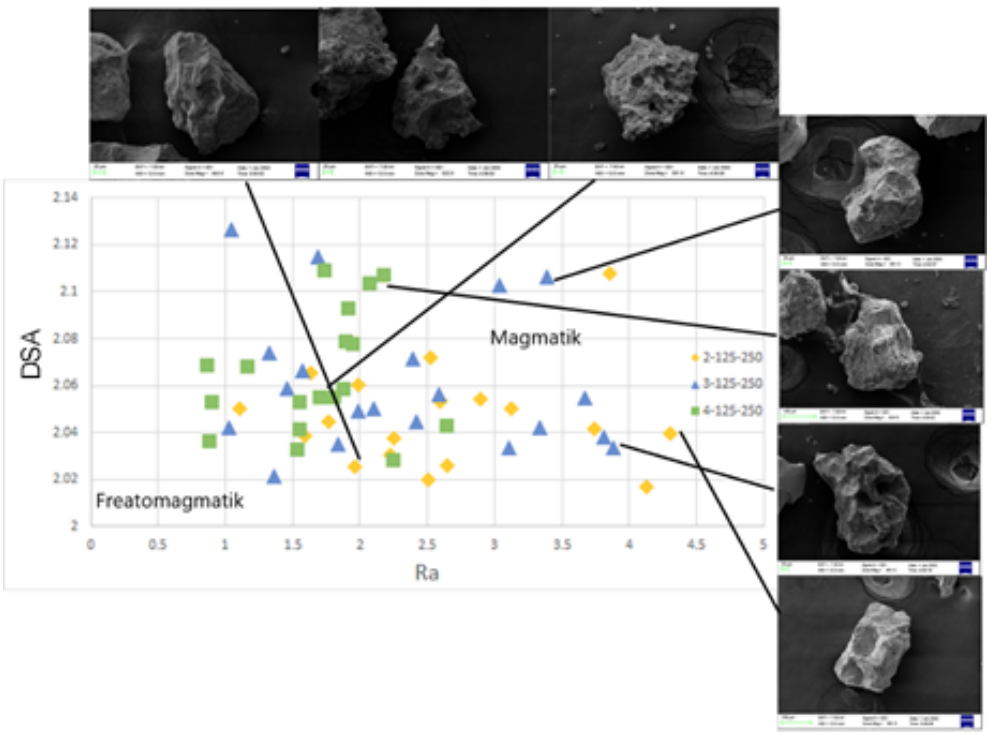
Çizelge 8. 4. 38-63 mikrometre tane boyuna sahip örneklerin iki boyutlu analiz sonuçlarını göstermektedir

	Örnek No- Partikül No	Sağlamlık	Dışbükeylik	Biçim katsayısı	Eksenel oran	Dikdörtgensellik	Sıkılık	Uzama	Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	Dairesellik (ImageJ)	Sıkılık x Uzama	Dikdörtgensellik x Dairesellik
38-63 µm	2-1	0.896	0.873	0.584	0.615	0.846129375	0.53210386	2.191229332	1.308862041	0.584	1.165961587	1.107466621
	2-2	0.892	0.872	0.597	0.692	0.854181988	0.557271056	2.078166335	1.294490079	0.597	1.158101947	1.105730109
	2-3	0.917	0.896	0.602	0.57	0.875983054	0.603099289	2.764456533	1.289265087	0.602	1.66724177	1.129374369
	2-4	0.91	0.896	0.627	0.635	0.910434766	0.689209711	2.450488668	1.26310328	0.627	1.688900586	1.149973139
	2-5	0.843	0.87	0.547	0.542	0.908407187	0.597540735	2.538430486	1.351796598	0.547	1.516815619	1.227981745
	2-6	0.964	0.917	0.763	0.848	0.894149703	0.777477251	1.78682951	1.144793506	0.763	1.389219297	1.023616774
	2-7	0.861	0.872	0.569	0.667	0.84819633	0.524324792	2.449152996	1.32512814	0.569	1.284151635	1.123968826
	2-8	0.901	0.915	0.632	0.965	0.85531182	0.59165816	2.030721537	1.258363366	0.632	1.201492968	1.076293061
	2-9	0.905	0.878	0.587	0.649	0.868857484	0.575800905	2.6436873	1.305403174	0.587	1.522237539	1.134209317
	2-10	0.91	0.854	0.598	0.691	0.979174836	0.749384092	1.936152916	1.293159199	0.598	1.450922195	1.266228947
	2-11	0.912	0.9	0.619	0.589	0.892400681	0.628109568	2.702878538	1.27071708	0.619	1.697703872	1.133988788
	2-12	0.936	0.864	0.619	0.654	0.914937006	0.683362403	2.163214381	1.271015375	0.619	1.478259378	1.162899001
	2-13	0.958	0.897	0.699	0.919	0.872120853	0.677170784	1.567561048	1.196153057	0.699	1.061506543	1.043190024
	2-14	0.864	0.847	0.553	0.915	0.939981669	0.622423401	1.747637206	1.344660308	0.553	1.087770293	1.263956041
	2-15	0.91	0.867	0.594	0.643	0.912925299	0.658883722	2.336340502	1.297578958	0.594	1.539376726	1.184592659
	2-16	0.871	0.857	0.485	0.531	0.949038183	0.613786408	3.0841561	1.435288935	0.485	1.893013094	1.362144003
	2-17	0.91	0.862	0.632	0.76	0.935024723	0.712209581	1.756122674	1.257714809	0.632	1.250727393	1.175994441
	2-18	0.886	0.82	0.527	0.607	0.973953745	0.673154412	2.411224086	1.376968648	0.527	1.623126132	1.341103771
	2-19	0.939	0.886	0.698	0.946	0.871696309	0.675285717	1.5472369	1.196957439	0.698	1.044826979	1.043383381
	2-20	0.959	0.902	0.587	0.439	0.841320349	0.529219553	3.122788973	1.305121004	0.587	1.652640983	1.098024858
	3-1	0.942	0.867	0.663	0.79	0.884301591	0.667579391	1.892023115	1.22843984	0.663	1.263075638	1.086311305
	3-2	0.924	0.871	0.613	0.66	0.950279714	0.722193943	2.111658811	1.27729626	0.613	1.525027202	1.213788725
	3-3	0.931	0.859	0.611	0.684	0.936545744	0.682170145	2.132443015	1.279498318	0.611	1.45468896	1.198308705
	3-4	0.925	0.855	0.606	0.69	0.895154597	0.630992573	2.104761802	1.284379733	0.606	1.328089065	1.149718422
	3-5	0.953	0.898	0.683	0.7	0.90800652	0.739384864	2.004699847	1.209999525	0.683	1.482244724	1.098687457
	3-6	0.886	0.882	0.617	0.688	0.914464383	0.656721892	2.221579824	1.273442305	0.617	1.458960106	1.164517632
	3-7	0.852	0.835	0.543	0.791	0.925440151	0.592059374	1.821408713	1.357429961	0.543	1.078382102	1.256220188
	3-8	0.937	0.92	0.556	0.407	0.842518011	0.544033742	3.616975484	1.340707719	0.556	1.967756707	1.129570401
	3-9	0.902	0.842	0.589	0.787	0.926152677	0.645250034	1.902799003	1.302583478	0.589	1.227781121	1.206391175
	3-10	0.889	0.88	0.593	0.613	0.875148174	0.578112464	2.21964868	1.298823239	0.593	1.283206567	1.136662785
	3-11	0.943	0.89	0.691	0.751	0.918312367	0.742855547	2.028605675	1.202924051	0.691	1.506960979	1.104660033
	3-12	0.914	0.891	0.642	0.56	0.935024966	0.754407939	2.142514097	1.248314476	0.642	1.616329644	1.167205201
	3-13	0.952	0.896	0.709	0.766	0.911630125	0.755016562	1.925371239	1.18773158	0.709	1.453687174	1.082771888
	3-14	0.904	0.859	0.493	0.436	1.003337749	0.743325074	3.201098805	1.423809334	0.493	2.379457006	1.428561652
	3-15	0.866	0.827	0.519	0.84	0.948231793	0.593622926	2.016691833	1.38873621	0.519	1.197154507	1.316843826
	3-16	0.918	0.885	0.617	0.657	0.873029893	0.599178737	2.346696627	1.272982723	0.617	1.406090722	1.111351971
	3-17	0.89	0.829	0.511	0.53	0.943636106	0.579152456	2.67001009	1.399325205	0.511	1.5463429	1.320453787
	3-18	0.874	0.861	0.484	0.534	0.939089053	0.555886809	3.342441822	1.43709142	0.484	1.858019317	1.349556821
	3-19	0.935	0.883	0.642	0.697	0.849090043	0.589467737	2.023725405	1.247906943	0.642	1.192920835	1.05958536
	3-20	0.895	0.873	0.613	0.638	0.877945275	0.604331814	2.000611244	1.276733425	0.613	1.209033022	1.120902077
	3-21	0.9	0.847	0.523	0.647	0.976187351	0.685546797	2.553114477	1.382244889	0.523	1.750279451	1.349329977
	4-1	0.948	0.921	0.721	0.637	0.821587115	0.627852868	2.098132093	1.177743083	0.721	1.317318251	0.967618542
	4-2	0.94	0.899	0.623	0.637	0.913179005	0.685605595	2.417638094	1.266633483	0.623	1.657546203	1.156663104
	4-3	0.911	0.861	0.617	0.876	0.915836247	0.661308249	1.809387899	1.272944885	0.617	1.196563144	1.165809067
	4-4	0.926	0.921	0.661	0.599	0.855721862	0.640036562	2.540649375	1.229987064	0.661	1.626108491	1.052526821
	4-5	0.907	0.862	0.622	0.685	0.916293046	0.679787855	2.01055174	1.267991462	0.622	1.366748654	1.161851758
	4-6	0.911	0.821	0.572	0.814	1.019513266	0.762703548	1.902267525	1.322246021	0.572	1.450866191	1.348047359
	4-7	0.846	0.771	0.47	0.969	1.044721734	0.653750471	1.85332937	1.457973672	0.470	1.211614948	1.523176782
	4-8	0.921	0.89	0.672	0.831	0.896687551	0.689255761	1.655127492	1.219579372	0.672	1.140806159	1.093581641
	4-9	0.923	0.919	0.642	0.632	0.838586883	0.575787297	2.360459304	1.247896622	0.642	1.359122482	1.046469739
	4-10	0.908	0.884	0.632	0.77	0.890334751	0.645254665	2.197116497	1.258329447	0.632	1.41769967	1.120334434
	4-11	0.964	0.92	0.754	0.672	0.859963655	0.723702443	1.897815562	1.151795709	0.754	1.373453759	0.990502448
	4-12	0.916	0.874	0.589	0.558	0.91043878	0.642526779	2.343460415	1.303487053	0.589	1.505736073	1.186745162
	4-13	0.898	0.873	0.601	0.574	0.917396004	0.667519881	2.38660105	1.289776832	0.601	1.593103648	1.183236112
	4-14	0.922	0.903	0.58	0.43	0.834280812	0.513561549	3.081447126	1.313626863	0.580	1.582512758	1.095933686
	4-15	0.952	0.912	0.738	0.901	0.881622966	0.731651065	1.592703525	1.16386974	0.738	1.165303231	1.026094292
	4-16	0.862	0.881	0.551	0.488	0.910083762	0.597045294	2.861306468	1.346812001	0.551	1.708329561	1.225711732
	4-17	0.947	0.891	0.617	0.576	0.905236123	0.650872897	2.641942681	1.272932339	0.617	1.719568887	1.152304336
	4-18	0.864	0.853	0.555	0.71	0.88400136	0.554606113	2.130445379	1.342481036	0.555	1.181558031	1.186755062
	4-19	0.818	0.864	0.523	0.835	0.8966821	0.535946878	2.27910748	1.382458722	0.523	1.221480539	1.23962599
	4-20	0.917	0.936	0.66	0.657	0.842843938	0.601457456	2.350526357	1.230812709	0.660	1.413741603	1.037383031

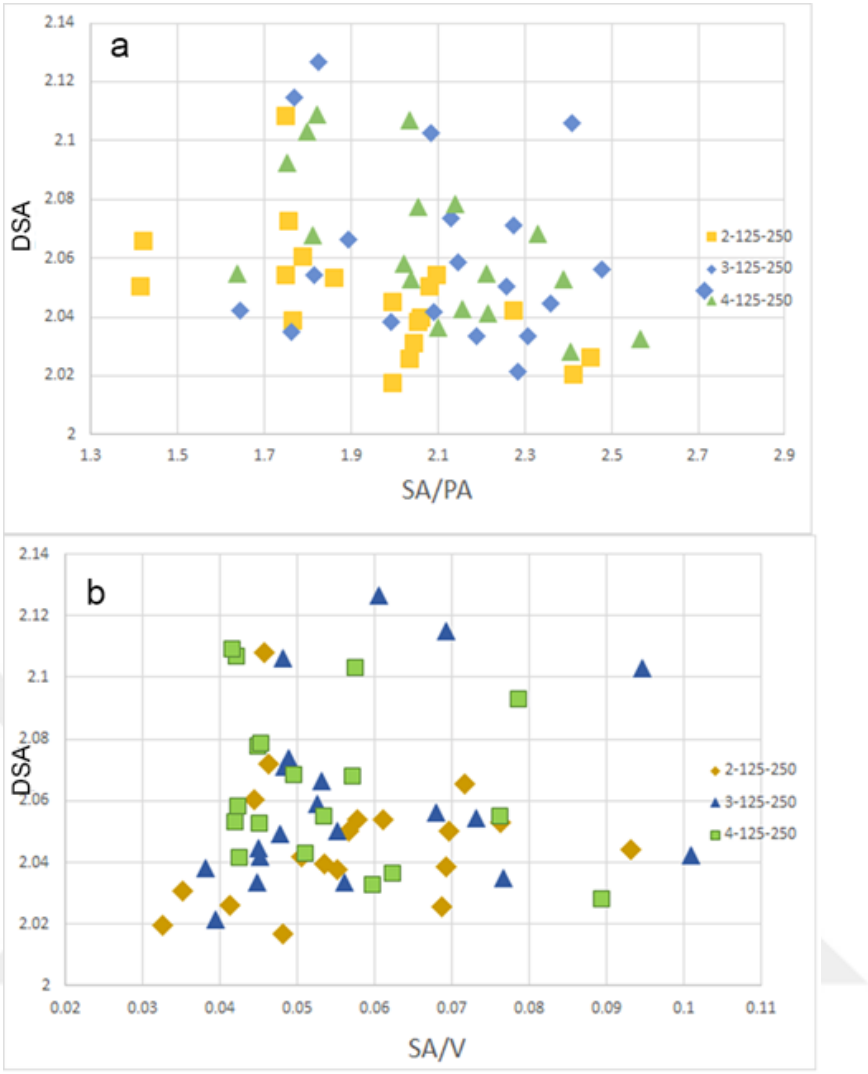
8.5. Üç Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

125-250 mikrometre tane boyuna ait sonuçlar Çizelge 8.5'te verilmektedir. C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneğinde gözenekliliği yüksek taneler yüksek Ra değerleri almaktadır (Şekil 8.20). Fraktal boyut (DSA) değerleri genellikle daha düşük değer aralıklarında yer almaktadır (Şekil 8.20 ve Şekil 8.21a) Genel olarak yüksek SA/PA değerleri yüksek gözenekli taneler gözlemlenmiştir (Şekil 8.22a). C-20-03 (ince kül) örneğinde, yüksek gözenekliliğe sahip cüruf taneleri yüksek pürüzlülük değerleri göstermektedir (Şekil 8.20). Bu tanelerden gözenekliliği çok yüksek olanların ve yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tanelerin DSA, SA/V ve SA/PA değerleri de göreceli olarak yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.22b).

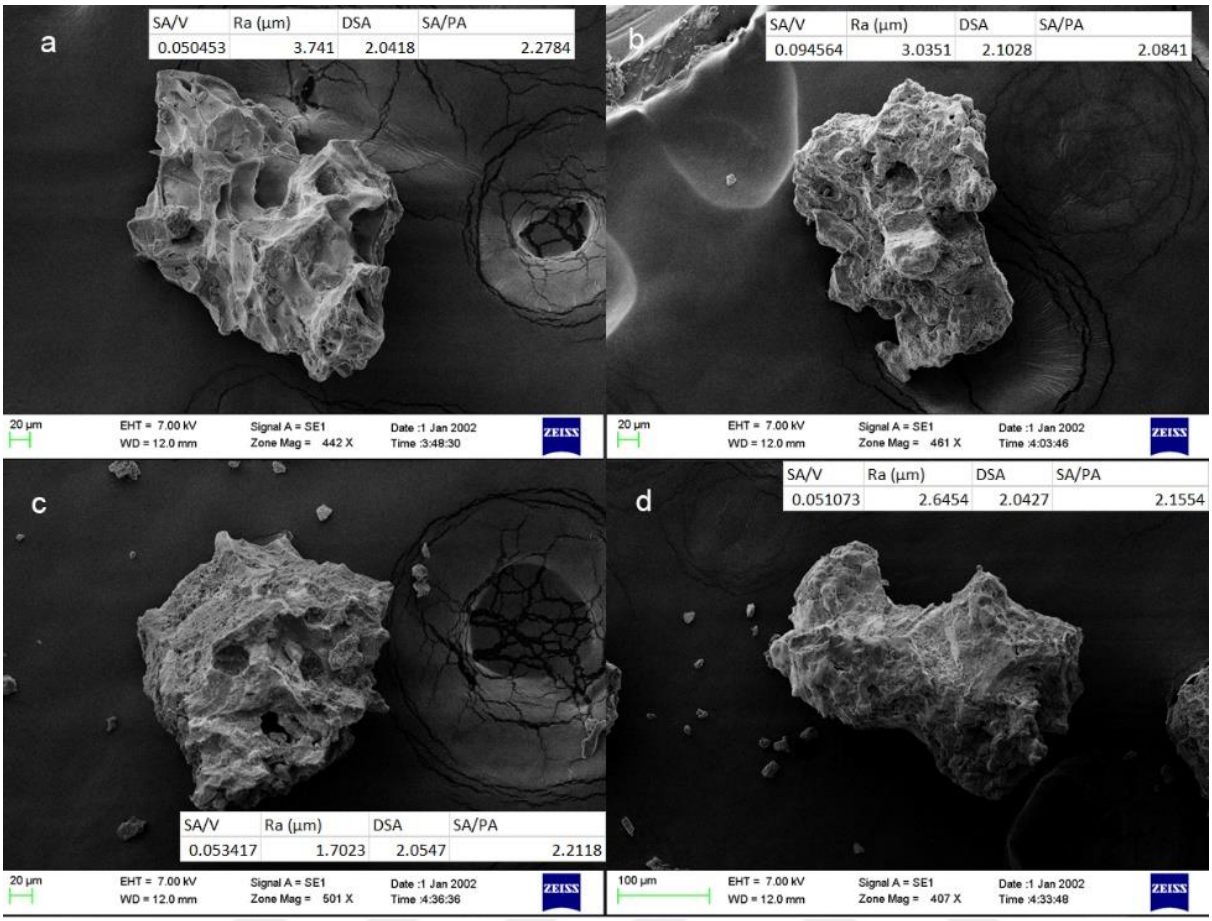
C-20-04 (ince kül) örneğinde, Ra değerleri C-20-02 (cüruf projeksiyon) ve C-20-03 örneklerine göre daha düşük değerler almaktadır (Çizelge 8.5 ve Şekil 8.20). Düşük gözenekliliğe sahip tanelerden bazıları yüksek SA/PA değerleri almaktadır (Şekil 8.22c). Yüzeyi alterasyon ile kaplı cam kıymığına benzer morfoloji sunan tanelerde yüksek SA/PA değerleri gözlemlenmiştir (Şekil 8.22d). SA/PA ve SA/V değerlerinde belirgin bir ayrım gözlenmemiştir (Şekil 8.21).



Şekil 8. 20. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 µm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 8. 21. Stromboliyen tipi patlamaya ait 125-250 μm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı

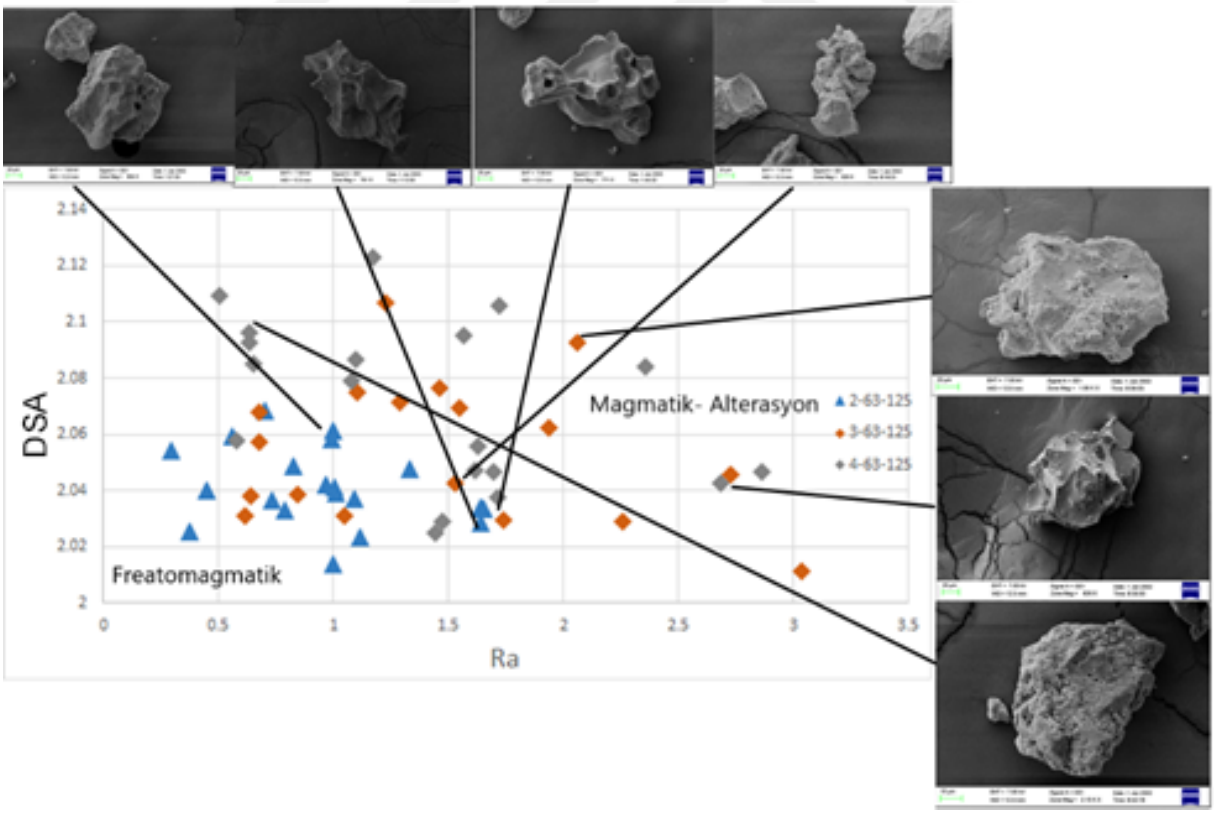


Şekil 8. 22. 125-250 mikrometre tane boyunda (a) C-20-02 örneğinde yüksek gözenekli taneler yüksek SA/PA değerleri almaktadır,(b) C-20-03 örneğinde gözenekliliği yüksek ve yüzeyinde alterasyon gözlemlenen tanelerin DSA, SA/V ve SA/PA değerleri de göreceli olarak yüksek değerler almaktadır, (c) C-20-04 örneğinde düşük gözenekliliğe sahip yüksek SA/PA değeri alan tane; (d) c-20-04 örneğinde yüzeyi alterasyon ile kaplı cam kıymığına benzer morfoloji sunan tane yüksek SA/PA değeri almaktadır

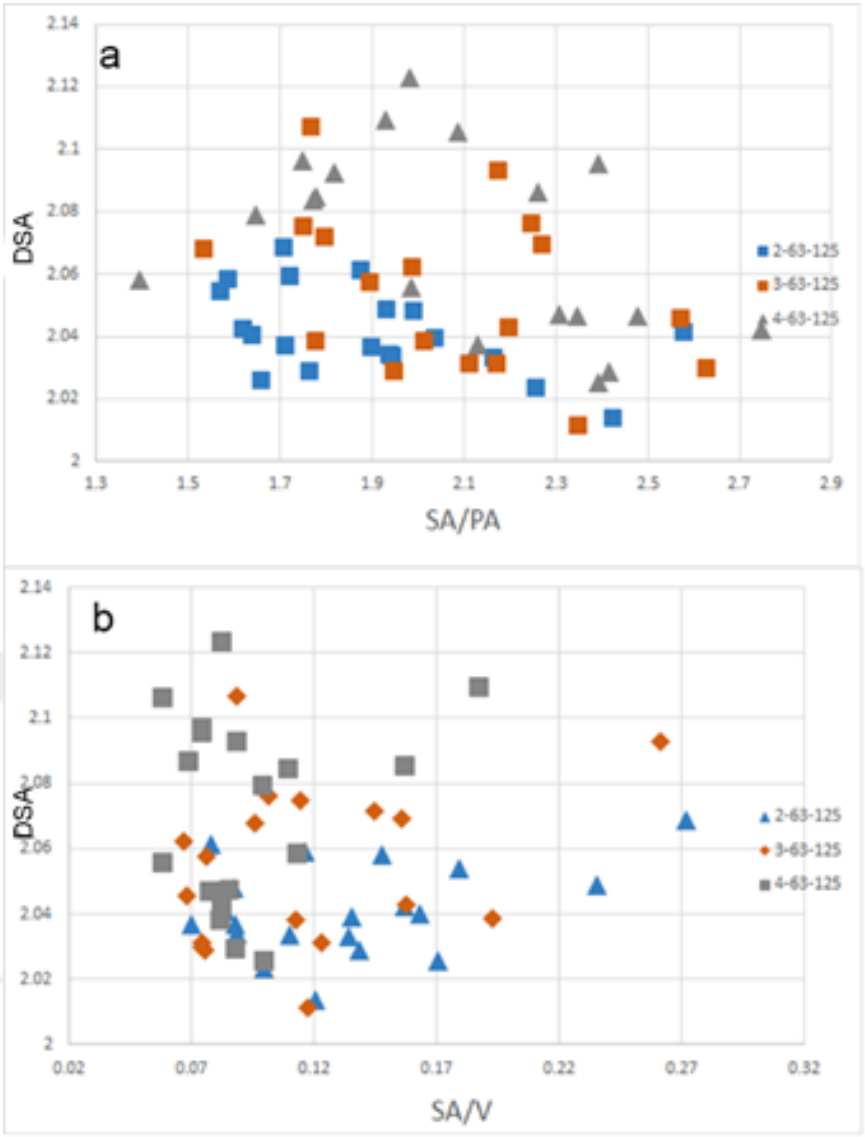
Çizelge 8. 5. 125-250 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	Ra (µm)	DSA	SA/PA
125-250 µm	2-1	102230	0.053559	4.3048	2.0394	2.062623
	2-2	105477.8	0.050453	3.741	2.0418	2.2784
	2-3	120647	0.04632	2.5215	2.0721	1.76
	2-4	121799.4	0.032509	2.5056	2.0198	2.4158
	2-5	65733.1	0.071598	1.6346	2.0655	1.4252
	2-6	43075.1	0.069314	1.5906	2.0385	1.7698
	2-7	113462.8	0.056711	3.1233	2.0501	2.0833
	2-8	109482.6	0.057834	2.8993	2.054	2.0991
	2-9	62450.5	0.055223	2.2529	2.0377	2.0593
	2-10	72680.9	0.076186	2.5943	2.053	1.8633
	2-11	45751.9	0.093098	1.7698	2.0444	1.998
	2-12	138943.3	0.06957	1.1037	2.05	1.4172
	2-13	68343.6	0.061005	2.5944	2.0537	1.7511
	2-14	121069.7	0.044444	1.9835	2.0603	1.791
	2-15	178996.2	0.048048	4.1269	2.017	1.9969
	2-16	103750	0.035128	2.2264	2.0306	2.0494
	2-17	98557.9	0.041319	2.6479	2.0259	2.454
	2-18	173322.1	0.045769	3.8526	2.108	1.7536
	2-19	92183.1	0.068693	1.9613	2.0255	2.0389
	3-1	60742.9	0.047716	1.9916	2.0491	2.7157
	3-2	47173.1	0.067881	2.5908	2.0564	2.4794
	3-3	75906.9	0.094564	3.0351	2.1028	2.0841
	3-4	98013.6	0.069287	1.6879	2.1148	1.769
	3-5	87035.3	0.048101	3.3885	2.106	2.4107
	3-6	75690.2	0.044923	2.4213	2.0448	2.3599
	3-7	111365	0.045199	3.3401	2.0419	2.0907
	3-8	73954.6	0.055128	2.1057	2.0502	2.2564
	3-9	118025.7	0.056119	3.8793	2.0334	2.3072
	3-10	77263.1	0.052631	1.4587	2.0588	2.1452
	3-11	107089.4	0.048254	2.39	2.0712	2.2751
	3-12	70639.5	0.048909	1.3265	2.0737	2.1313
	3-13	112845.5	0.038047	3.8102	2.0382	1.9906
	3-14	49604.9	0.076707	1.8406	2.0348	1.7609
	3-15	146660.9	0.073207	3.6724	2.0545	1.8135
	3-16	81009.5	0.039327	1.3598	2.0216	2.2854
	3-17	68228	0.053187	1.5697	2.0665	1.8947
	3-18	123627.9	0.044697	3.1101	2.0335	2.189
	3-19	60220.1	0.060432	1.0451	2.1265	1.8249
	3-20	50757.3	0.100953	1.023	2.0423	1.6433
	4-1	101789.8	0.042135	2.182	2.1069	2.0338
	4-2	63849	0.049511	0.86912	2.0684	2.3301
	4-3	83442.5	0.078673	1.9172	2.0926	1.7515
	4-4	91877.2	0.044975	1.9538	2.0776	2.0552
	4-5	51633.1	0.062303	0.8864	2.0363	2.1016
	4-6	117143	0.051073	2.6454	2.0427	2.1554
	4-8	70184.3	0.042008	1.5575	2.0529	2.0375
	4-9	79397.8	0.042617	1.5558	2.0413	2.2155
	4-10	76266.3	0.057508	2.0785	2.103	1.7985
	4-11	73699.3	0.053417	1.7023	2.0547	2.2118
	4-12	77050.8	0.045307	1.9	2.0784	2.1411
	4-13	36974.4	0.089424	2.2527	2.0282	2.4057
	4-14	73329.7	0.076193	1.8114	2.0548	1.6357
	4-15	75221.9	0.0451	0.90676	2.0526	2.3905
	4-16	64067.4	0.057136	1.1692	2.0678	1.8111
	4-17	56454.4	0.059863	1.534	2.0325	2.5659
	4-18	110037.9	0.04167	1.7449	2.109	1.8215
	4-19	77999.7	0.042424	1.8799	2.0583	2.0211

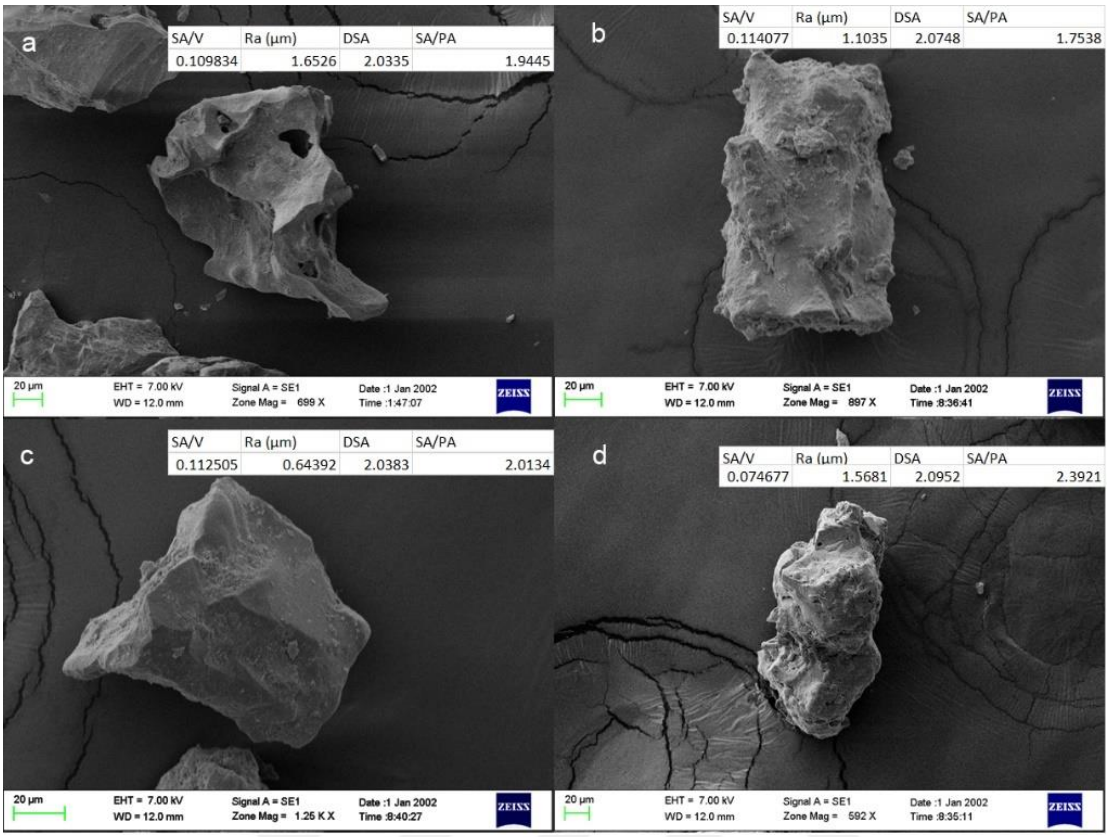
63-125 mikrometre tane boyuna ait sonuçlar Çizelge 8.6'da verilmektedir. C-20-02 cüruf örneğinin C-20-03 ve C-20-04 kül örneklerine göre daha düşük DSA ve Ra değerleri aldığı gözlemlenmiştir. Bu alterasyon ile ilişkili olabilir (Şekil 8.23). C-20-04 örneğinin düşük SA/V değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 8.24). C-20-02 örneğinde gözenekliliği yüksek tanelerin Ra ve DSA değerleri yüksek değerler almaktadır (Şekil 8.23). DSA parametresi genellikle düşük değerler almaktadır (Çizelge 8.6). SA/PA oranı gözenekliliği yüksek tanelerde yüksektir (Şekil 8.25a). C-20-03 örneğinde, yüzeyinde yüksek oranda alterasyon olan tanelerin yüksek pürüzlülük SA/V, DSA ve SA/PA değerleri aldıkları gözlemlenmiştir (Şekil 8.25b). Bloksu tanelerden bazıları yüksek SA/V ve SA/PA değerleri alırken düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır (Şekil 8.25c) C-20-04 örneğinin yüksek alterasyon gözlemlenen taneler yüksek DSA ve Ra ve SA/V değerleri almaktadır (Şekil 8.25d). Yüksek alterasyon gözlemlenmektedir (Şekil 8.4).



Şekil 8. 23. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 µm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 8. 24. Stromboliyen tipi patlamaya ait 63-125 μm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı



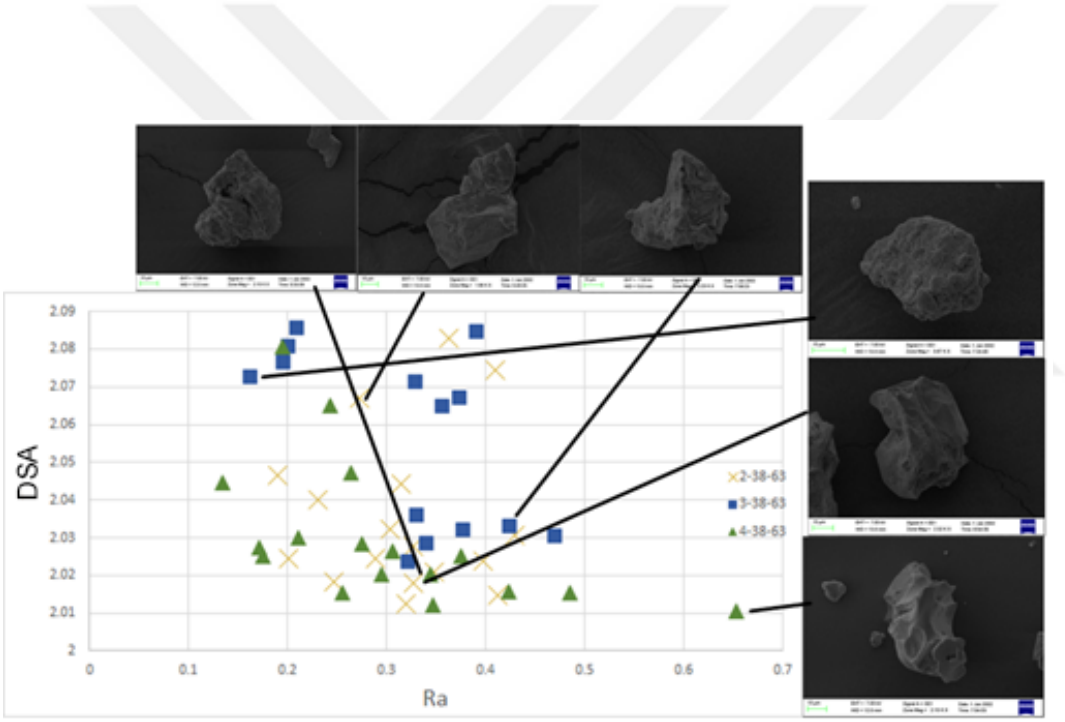
Şekil 8. 25. 63-125 mikrometre tane boyutunda (a) C-20-02 örneğinde yüksek SA/PA değeri alan tane; (b) C-20-03 örneğinde, yüzeyinde yüksek oranda alterasyon olan tane yüksek pürüzlülük SA/V, DSA ve SA/PA değerleri almaktadır, (c) C-20-03 örneğinde, daha bloksu morfoloji sergileyen tane yüksek SA/V ve SA/PA değerleri alırken düşük Ra ve DSA değerleri almaktadır, (d) C-20-04 örneğinin yüksek alterasyon gözlemlenen tane yüksek DSA ve Ra ve SA/V değerleri almaktadır.

Çizelge 8. 6. 63-125 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

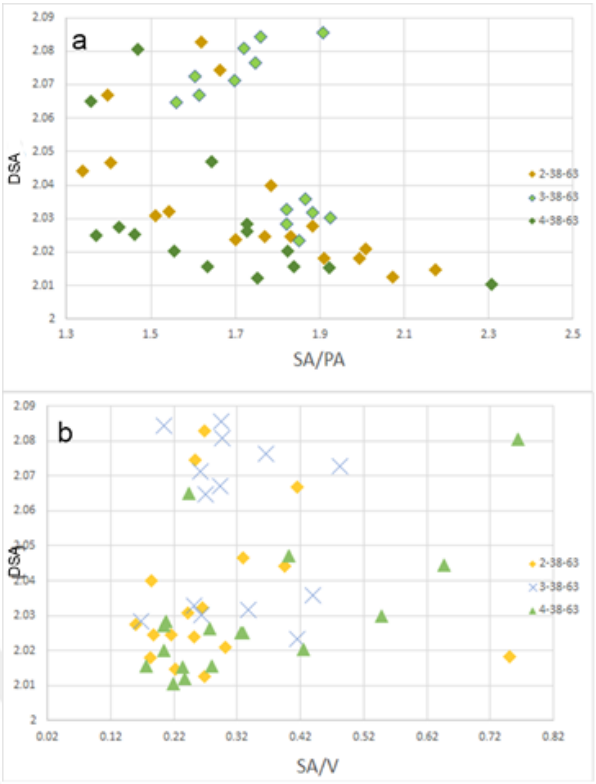
	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	Ra (µm)	DSA	SA/PA
63-125 µm	2-1	15853.7	0.13435	0.78845	2.0329	2.1666
	2-2	6435.3	0.16308	0.45277	2.0401	1.6412
	2-3	6468.1	0.17908	0.29682	2.0541	1.5716
	2-4	24002.5	0.13843	1.6425	2.0287	1.7653
	2-5	10309.4	0.12059	0.9988	2.0138	2.4251
	2-6	26661.6	0.08333	1.005	2.041	2.5788
	2-7	8258.2	0.2718	0.70566	2.0685	1.7093
	2-8	19313.8	0.09955	1.1142	2.0234	2.258
	2-9	25994.4	0.07781	0.99748	2.0611	1.8778
	2-10	16613.3	0.15699	0.97063	2.0421	1.6204
	2-11	16809.1	0.13503	1.0114	2.0391	2.0378
	2-12	35794.2	0.08871	1.6417	2.0342	1.9396
	2-13	16110.9	0.11591	0.56316	2.0591	1.7213
	2-14	29555.2	0.10983	1.6526	2.0335	1.9445
	2-15	7687	0.17046	0.37506	2.0257	1.6605
	2-16	25864.7	0.08695	1.3302	2.0479	1.991
	2-17	24327.5	0.08787	0.73181	2.0366	1.8991
	2-18	11122	0.23557	0.8252	2.0486	1.9331
	2-19	32970.9	0.06982	1.0931	2.0369	1.7121
	2-20	18187.6	0.14755	0.99208	2.0582	1.5882
	3-1	25830.5	0.14444	1.2865	2.0715	1.7989
	3-2	13795	0.19269	0.84581	2.0384	1.7777
	3-3	18188.2	0.15587	1.5454	2.0692	2.271
	3-4	26297	0.07401	0.61363	2.0311	2.1714
	3-5	18802.7	0.15769	1.5271	2.0426	2.1977
	3-6	45009.5	0.11736	3.0337	2.0115	2.3501
	3-7	34258.2	0.09612	0.67622	2.068	1.5361
	3-8	21167.9	0.11408	1.1035	2.0748	1.7538
	3-9	39019.6	0.07563	2.2552	2.0289	1.9498
	3-10	30712.3	0.2615	2.0616	2.0928	2.1749
	3-11	42714.3	0.06776	2.7254	2.0455	2.5725
	3-12	13322.8	0.1125	0.64392	2.0383	2.0134
	3-13	17030	0.12277	1.048	2.0312	2.1128
	3-14	28773	0.08836	1.229	2.1068	1.7702
	3-15	24341.5	0.10139	1.4636	2.0762	2.2483
	3-16	23686.8	0.07613	0.67946	2.0574	1.898
	3-17	38951.5	0.0742	1.7401	2.0297	2.6297
	3-18	43534.9	0.06708	1.9341	2.0621	1.9893
	4-1	32998.6	0.07479	0.63465	2.0963	1.7488
	4-2	27513.7	0.09965	1.0823	2.0788	1.6472
	4-3	32298.8	0.07468	1.5681	2.0952	2.3921
	4-4	32227.9	0.08276	2.6831	2.0424	2.7482
	4-5	31159.3	0.08253	1.6987	2.0467	2.3456
	4-6	30065.8	0.08895	0.63435	2.0924	1.8164
	4-7	12053.9	0.15764	0.65664	2.0849	1.777
	4-8	6400.3	0.18754	0.50565	2.1092	1.9286
	4-9	34544.5	0.08609	1.6163	2.0471	2.3067
	4-10	37877.4	0.07804	2.8656	2.0466	2.4771
	4-11	54380.1	0.05847	1.6299	2.0555	1.986
	4-12	34933.6	0.08299	1.1746	2.123	1.9807
	4-13	38298.6	0.05868	1.723	2.1057	2.086
	4-14	51085.7	0.10985	2.3554	2.0838	1.7709
	4-15	26866.3	0.08871	1.4766	2.0288	2.4162
	4-16	49609.2	0.06947	1.0954	2.0863	2.2625
	4-17	37063.5	0.08213	1.7169	2.0375	2.1296
	4-18	31404.8	0.11375	0.58209	2.0579	1.3957
	4-19	24513.6	0.10003	1.4426	2.0251	2.3917

38-63 mikrometre tane boyuna ait sonuçlar Çizelge 8.7'de verilmektedir.

C-20-02 (cüruf projeksiyon) örneği genellikle düşük DSA değerleri almaktadır (Çizelge 8.7). Bazı cam kıymıkları yüksek Ra ve SA/PA değerleri almaktadır (Şekil 8.28a). Bazı cam kıymıkları göreceli olarak yüksek SA/V ve Ra değerleri almaktadır (Şekil 8.28b). C-20-03 (ince kül) örneği DSA-Ra grafiğinde DSA değeri çok yüksek olanlar (Şekil 8.28c) ve daha düşük DSA (Şekil 8.28d) değerlerine sahip taneler olmak üzere iki farklı alanda yoğunlaşmaktadır (Şekil 8.26; Şekil 8.27). C-20-04 (ince kül) örneğinde DSA değerleri düşük değerler almaktadır. Yüzeylerinde göreceli olarak daha az alterasyon gözlemlenen bazı cüruf parçalarında yüksek Ra, SA/PA, SA/V ve düşük DSA değerleri aldığı gözlemlenmiştir. (Şekil 8.28e)



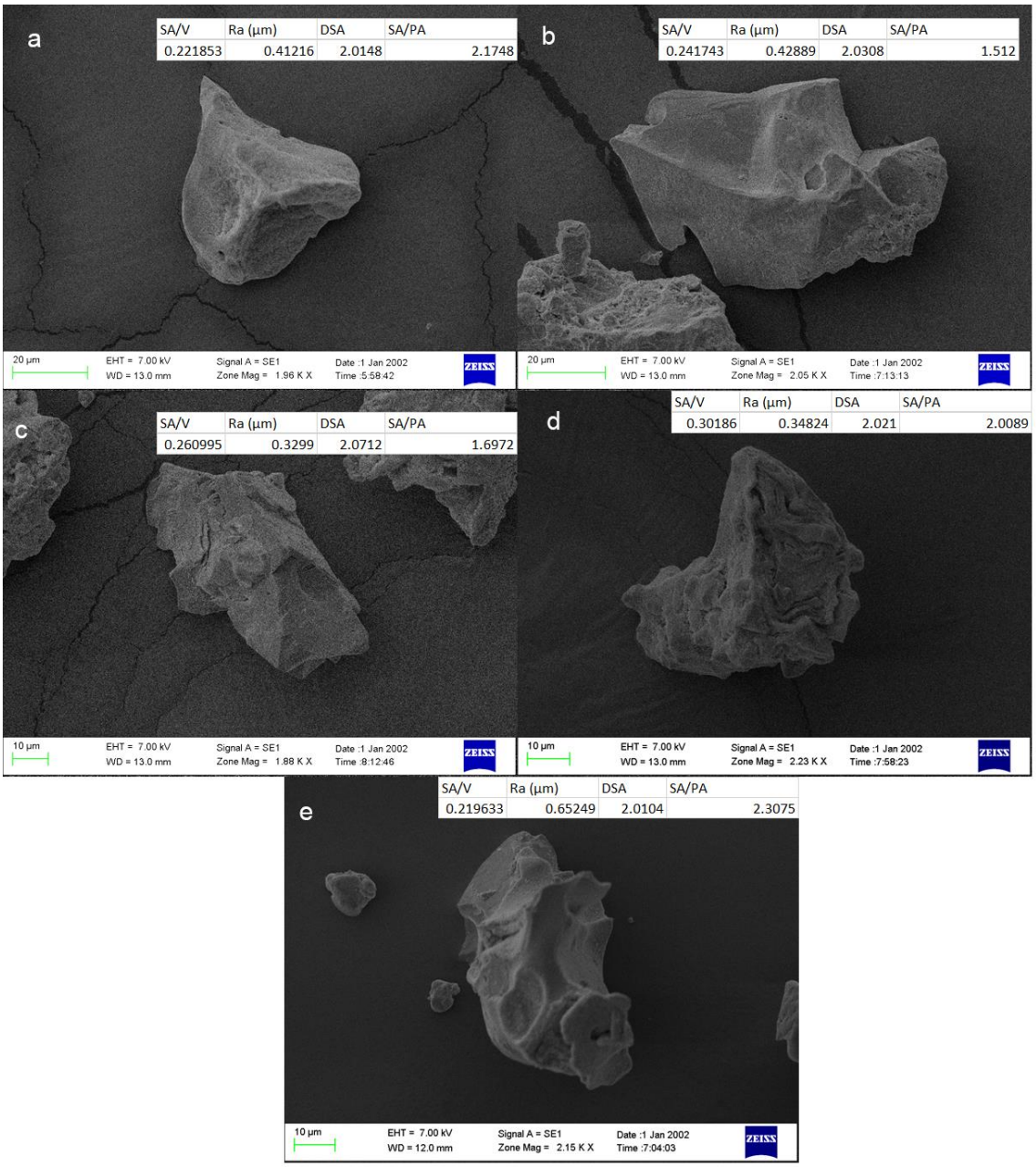
Şekil 8. 26. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 µm tane boyutundaki tanelerin Fraktal boyut (DSA)- Pürüzlülük (Ra) grafiği



Şekil 8. 27. Stromboliyen tipi patlamaya ait 38-63 μm tane boyutundaki tanelerin (a) DSA değerlerine karşılık SA/PA oranına ait değerlerin grafiği; (b) DSA (Fraktal boyut)'a karşılık SA/V oranının diyagramı

Çizelge 8. 7. 38-63 mikrometre tane boyutundaki örneklerin üç boyutlu morfolojik analiz sonuçlarını göstermektedir.

	Örnek No- Partikül No	SA	SA/V	Ra (µm)	DSA	SA/PA
38-63 µm	2-1	3818.3	0.187576	0.20141	2.0246	1.8315
	2-2	3414.3	0.41547	0.27322	2.0669	1.3965
	2-3	3151.9	0.215718	0.28916	2.0246	1.7709
	2-4	3897.3	0.159863	0.32686	2.0276	1.8823
	2-5	2429.1	0.30186	0.34824	2.021	2.0089
	2-6	3317.4	0.221853	0.41216	2.0148	2.1748
	2-7	2565.5	0.268542	0.3193	2.0126	2.0739
	2-8	4828.3	0.395172	0.31513	2.0443	1.3384
	2-9	3171.1	0.252736	0.41022	2.0744	1.6637
	2-10	4064.7	0.265522	0.30334	2.0322	1.5429
	2-11	3112.3	0.328931	0.19014	2.0466	1.4046
	2-12	1849.8	0.751133	0.24621	2.0182	1.9109
	2-13	3810.8	0.252367	0.39752	2.0238	1.7014
	2-14	3972.6	0.18333	0.32728	2.018	1.9942
	2-15	4629.9	0.241743	0.42889	2.0308	1.512
	2-16	3564.3	0.184156	0.23051	2.04	1.7845
	2-17	3760.8	0.26809	0.36249	2.0828	1.6189
	3-1	1526	0.36558	0.19577	2.0764	1.7464
	3-2	2386.4	0.438779	0.33085	2.0357	1.867
	3-3	5497	0.269172	0.35597	2.0647	1.5601
	3-4	2378.7	0.292767	0.37442	2.067	1.6145
	3-5	3347.6	0.251598	0.42419	2.0328	1.8211
	3-6	1635.1	0.337962	0.37761	2.0318	1.8837
	3-7	2056.2	0.294244	0.21025	2.0856	1.9086
	3-8	2776.4	0.262872	0.47061	2.0303	1.9246
	3-9	2321.4	0.295919	0.20102	2.0807	1.7194
	3-10	1153.3	0.481626	0.16275	2.0726	1.6049
	3-11	5206.3	0.203547	0.39093	2.0844	1.7598
	3-12	3519.6	0.260995	0.3299	2.0712	1.6972
	3-13	1188.7	0.414752	0.32259	2.0234	1.8501
	3-14	5124.7	0.167152	0.34082	2.0283	1.8224
	4-1	3799.2	0.204281	0.17165	2.0273	1.424
	4-2	2176	0.280573	0.25576	2.0155	1.6332
	4-3	2772.8	0.424668	0.34446	2.0204	1.5561
	4-4	1203	0.646288	0.13491	2.0446	1.1984
	4-5	2266.7	0.276562	0.30536	2.0263	1.7279
	4-6	2100.7	0.326616	0.17488	2.0251	1.3715
	4-7	2305.2	0.763468	0.19523	2.0806	1.4695
	4-8	3292.1	0.401109	0.26416	2.0471	1.6447
	4-9	2507.2	0.20408	0.29546	2.0202	1.8236
	4-10	4196.9	0.243909	0.24267	2.0651	1.3591
	4-11	4033.9	0.219633	0.65249	2.0104	2.3075
	4-12	4407	0.176594	0.42263	2.0156	1.8385
	4-13	3207.1	0.23738	0.34609	2.0121	1.7527
	4-14	4363.4	0.207349	0.27497	2.0283	1.7284
	4-15	4644.9	0.548753	0.21115	2.0299	1.245
	4-16	4352.4	0.234109	0.48519	2.0154	1.9213
	4-17	3040.3	0.328669	0.3751	2.0252	1.4615



Şekil 8. 28. 38-63 mikrometre tane boyutunda, (a) C-20-02 örneğinde yüksek Ra ve SA/PA değerleri cam kıymığı, (b) C-20-02 örneğinde yüksek SA/V ve Ra değerleri alan tane, (c) C-20-03 örneğinde DSA değeri çok yüksek olan tane, (d) C-20-03 örneğinde DSA değeri çok düşük olan tane, (e) C-20-04 örneğinde, yüksek Ra, SA/PA,SA/V ve düşük DSA değerleri alan cüruf parçası

9. LAHAR

Lahar, Endonezya dilinde moloz akışı (debris flow) veya aşırı yoğun akış olarak adlandırılmaktadır (Şekil 9.1) (Vallance, 2000; Hickson ve ark., 2013); Vallance ve Iverson, 2015). Volkan kaynaklı yüksek sediman konsantrasyonuna sahip sulu karışımın yer çekimi etkisiyle yamaç aşağı hareketidir. Suya doygun olmasıyla çığ akıntısı çökellerinden ayrılmaktadır (Hungr, 2005; Vallance ve Iverson, 2015). Laharın oluşabilmesi için bir su kaynağı, bununla beraber piroklastik, toprak çökelleri gibi sedimanlar, devamında eğimli bir yamaç ve laharın oluşumunu tetikleyecek bir mekanizma olması gerekmektedir (Vallance, 2000; Vallance ve Iverson, 2015).



Şekil 9. 1. Soufrie`re Hills volkanın 1995 patlamasına ait lahar (Fotoğraf: N. Fournier, 2005) (Hickson ve ark., 2013)

Lahar çökelleri genellikle normal derecelenmiş ve kötü boylanmışlardır (Vallance, 2000; Vallance ve Iverson, 2015). Moloz akıntıları (debris flow) dereceli- derecesiz olabilir. Boylanma genellikle çok fakirdir. Tane boyu dağılımları genellikle bimodaldir. Çökeller genellikle yoğundur ve kompakttır. Bulunan partiküller genellikle heterolitiktir, köşeliden yuvarlaklaşmışa birçok morfolojiye sahip tane bulunmaktadır. Kaba taneli

partiküller ve pomza gibi düşük yoğunluklu partiküller bulunmaktadır (Vallance, 2000; Vallance ve Iverson, 2015).

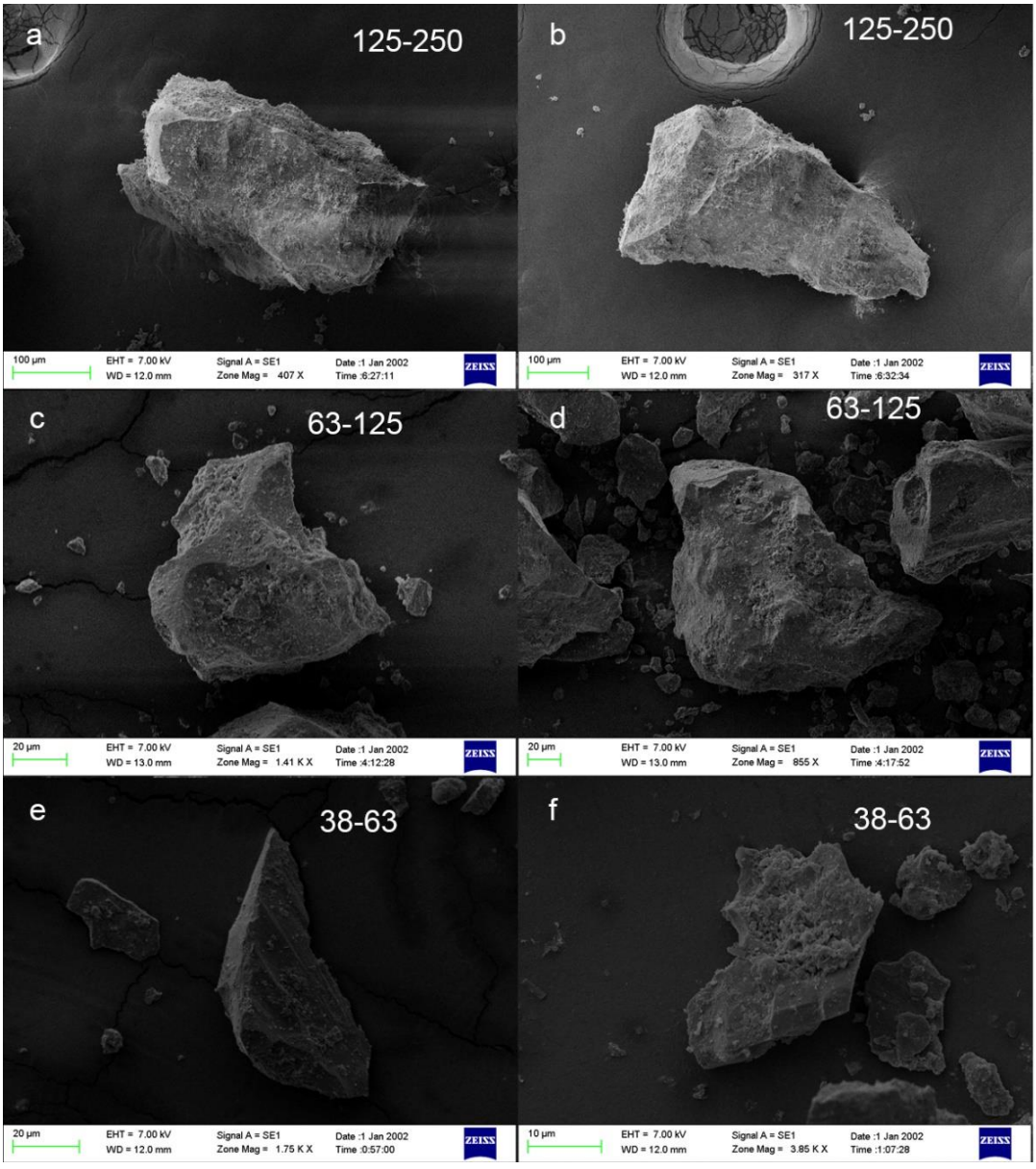
Bu çalışma da Hasandağı çevresinden alınan lahar örneği incelenmiştir (Şekil 9.2).



Şekil 9. 2. Lahar mostra fotoğrafı

9.1. Genel Tanımlamalar

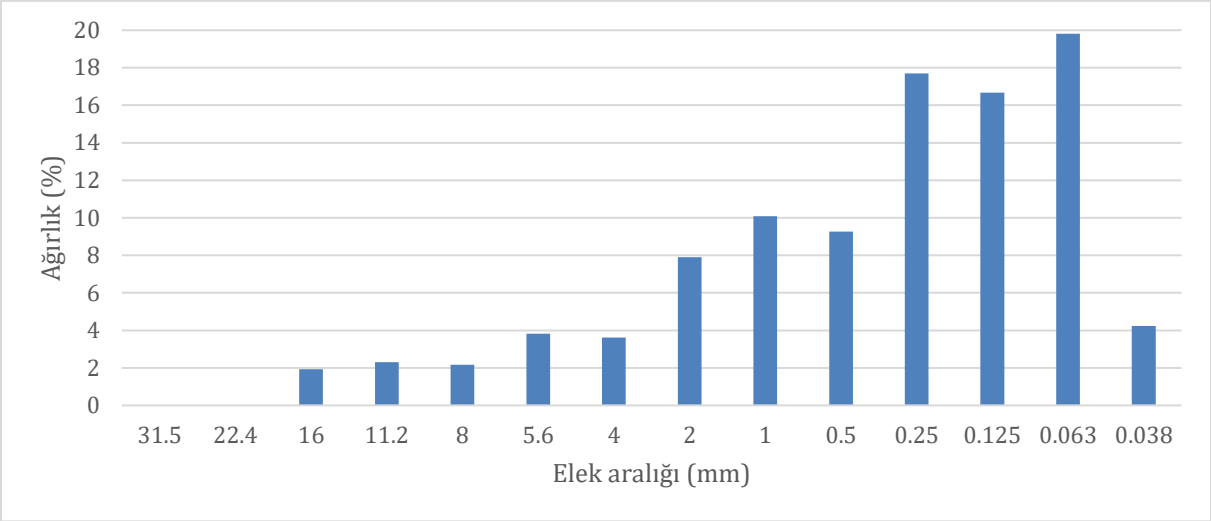
Genel olarak her tane boyunda örneklerin yüzeylerine alterasyonun yapışık olduğu gözlemlenmektedir. Yoğun oranda litik, mineraller bulunmaktadır. 125-250 mikrometre tane boyutunda gözenekli camlara rastlanmamıştır. Tane boyutu küçüldükçe gözenek parçaları gözlemlenmiştir ama kristal ve litikler de fazladır ve tanelerin yüzeylerine alterasyon yapışık haldedir (Şekil 9.3).



Şekil 9. 3. Lahar örneğinin farklı tane boylarına ait SEM (SE) fotoğrafları. (a-b)125-250 mikrometre boyutundaki piroklastlar, (c) 63-125 mikrometre boyutundaki cam kıymığı, (d) Bloksu morfolojiye sahip piroklast, (e) 38-63 mikrometre tane boyutundaki kül partikülü, (f) 38-63 mikrometre boyutundaki cam kıymığı

9.2. Tane Boyu Dağılımları ve İstatistiksel Parametreler

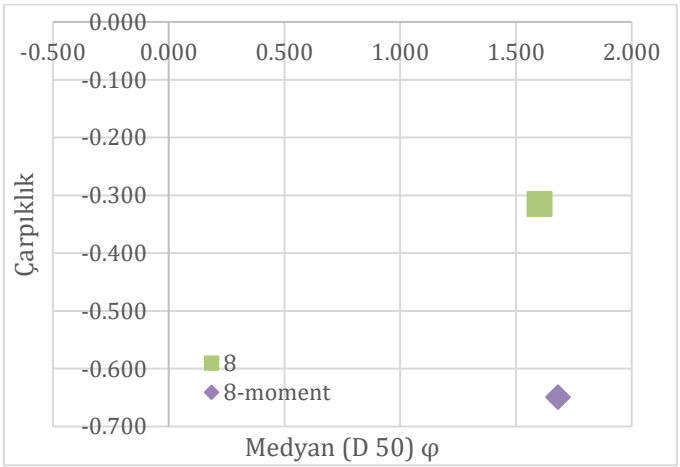
Tane boyu dağılımları ve ilişkili istatistiksel parametreler Gradistat ve Ardışıklı fragmantasyon/Taşınma programları ile gerçekleştirilmiştir. Tane boyu dağılımı Şekil 9.4'de gösterilmektedir.



Şekil 9. 4. Tane boyu dağılım histogramı

9.2.1. Gradistat

Folk ve Ward, (1957) yöntemi ile yapılan tanımlamalara göre örnek çok kötü boylanmış, çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir. D50 değeri 1.681 φ olarak hesaplanmıştır. Lahar örneği istatistiksel olarak negatif çarpıklık değerleri göstermektedir (Şekil 9.5; Şekil 9.7).



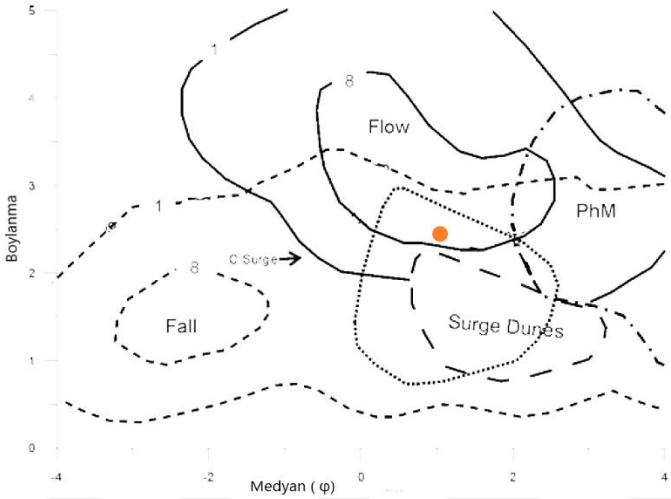
Şekil 9. 5. İkili diyagram moment yöntemi ve grafiksel yöntem ile hesaplanmış çarpıklık parametresine karşılık Medyan D(50) parametresinin değerlerini göstermektedir

Çizelge 9. 1. Gradistat program çıktısı

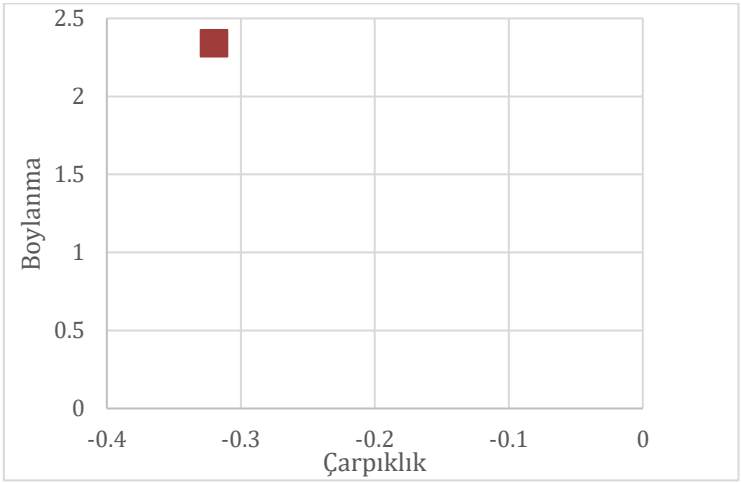
		C-20-008
	ANALYST AND DATE:	,
	SIEVING ERROR:	
	SAMPLE TYPE:	Polymodal, Very Poorly Sorted
	TEXTURAL GROUP:	Gravelly Sand
	SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Very Fine Sand
METHOD OF MOMENTS Arithmetic (μm)	MEAN ($\bar{x}_a$):	1875.1
	SORTING (σ_a):	3734.3
	SKEWNESS (Sk_a):	3.026
	KURTOSIS (K_a):	12.32
METHOD OF MOMENTS Geometric (μm)	MEAN ($\bar{x}_g$):	473.7
	SORTING (σ_g):	4.884
	SKEWNESS (Sk_g):	0.649
	KURTOSIS (K_g):	2.365
METHOD OF MOMENTS Logarithmic (ϕ)	MEAN ($\bar{x}_\phi$):	1.078
	SORTING (σ_ϕ):	2.288
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	-0.649
	KURTOSIS (K_ϕ):	2.365
FOLK AND WARD METHOD (μm)	MEAN (M_G):	408.5
	SORTING (σ_G):	5.076
	SKEWNESS (Sk_G):	0.315
	KURTOSIS (K_G):	0.910
FOLK AND WARD METHOD (ϕ)	MEAN (M_Z):	1.292
	SORTING (σ_I):	2.344
	SKEWNESS (Sk_I):	-0.315
	KURTOSIS (K_G):	0.910
FOLK AND WARD METHOD (Description)	MEAN:	Medium Sand
	SORTING:	Very Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Very Coarse Skewed
	KURTOSIS:	Mesokurtic
	MODE 1 (μm):	76.50
	MODE 2 (μm):	302.5
	MODE 3 (μm):	152.5
	MODE 1 (ϕ):	3.731
	MODE 2 (ϕ):	1.747
	MODE 3 (ϕ):	2.737
	D_{10} (μm):	74.79
	D_{50} (μm):	311.8
	D_{90} (μm):	5979.0
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	79.95
	(D_{90} - D_{10}) (μm):	5904.2
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	9.571
	(D_{75} - D_{25}) (μm):	1169.5
	D_{10} (ϕ):	-2.580
	D_{50} (ϕ):	1.681
	D_{90} (ϕ):	3.741
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	-1.450
	(D_{90} - D_{10}) (ϕ):	6.321
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	-7.463
	(D_{75} - D_{25}) (ϕ):	3.259
	% GRAVEL:	22.8%
	% SAND:	77.2%
	% MUD:	0.0%
	% V COARSE GRAVEL:	0.0%
	% COARSE GRAVEL:	2.0%
	% MEDIUM GRAVEL:	4.7%
	% FINE GRAVEL:	7.8%
	% V FINE GRAVEL:	8.3%
	% V COARSE SAND:	10.6%
	% COARSE SAND:	9.7%
	% MEDIUM SAND:	18.6%
	% FINE SAND:	17.5%
	% V FINE SAND:	20.8%
	% V COARSE SILT:	0.0%
	% COARSE SILT:	0.0%
	% MEDIUM SILT:	0.0%
	% FINE SILT:	0.0%
	% V FINE SILT:	0.0%
	% CLAY:	0.0%

9.2.2. Ardışıklı Fragmantasyon/Taşınma (SFT)

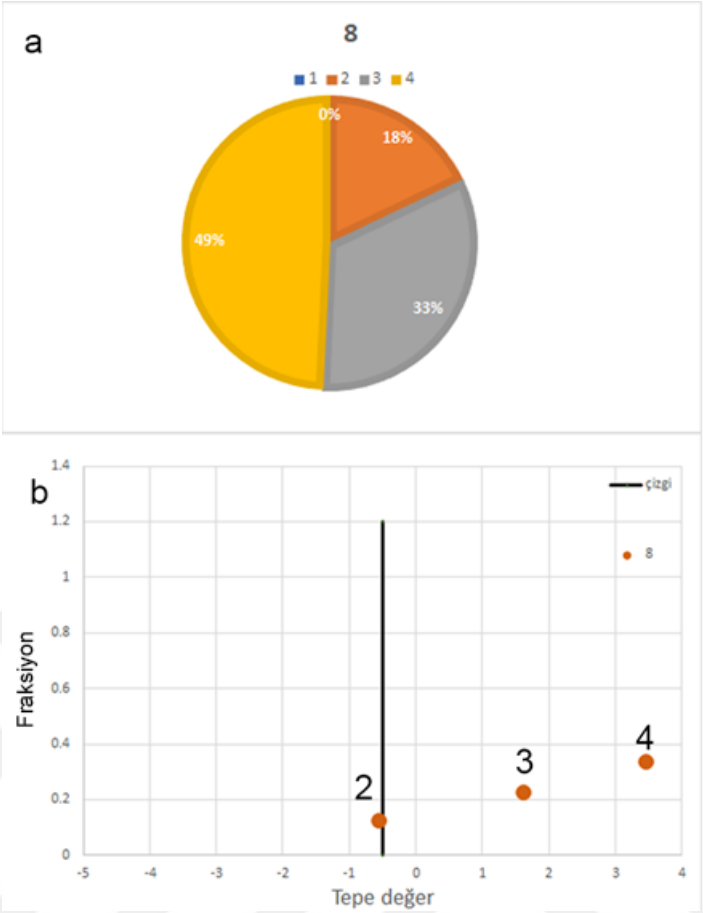
Medyan ve boylanma diyagramına göre piroklastik akış olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 9.6). Lahar örneklerinin negatif çarpıklık değerleri aldığı gözlemlenmiştir. Belirlenen 3 alt populasyondan en baskın olanı 4 numaralı alt popülasyondur (Şekil 9.8).



Şekil 9. 6. Medyan'a karşılık boylanma diyagramı (Walker, 1971; Sparks ve ark., 1981; Self, 1983; Sheridan ve Wohletz 1983; Fisher ve Schmincke, 1984; Ersoy,2007)



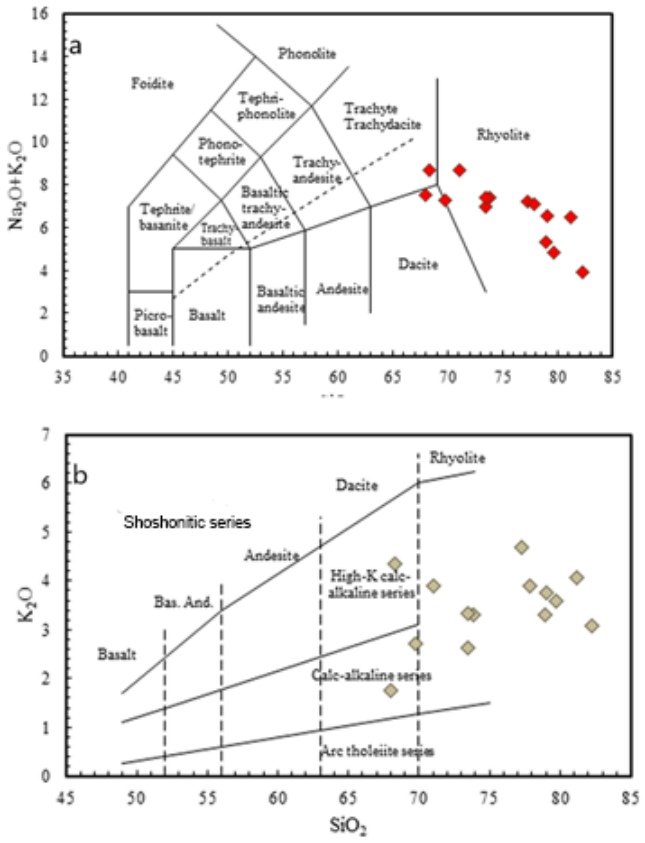
Şekil 9. 7. Çarpıklığa karşılık boylanma diyagramı (SFT sonuçlarına göre hazırlanmıştır)



Şekil 9. 8. (a) Alt populasyonlara ait fraksiyon değerlerinin pasta diyagramı, (b) Fraksiyon (Fraction)- Tepe değer grafiği (numaralar alt popülasyonları simgelemektedir)

9.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

Le bas ve ark., (1986)' ya göre oluşturulan toplam alkali (% Na2O+K2O) – silis (% SiO2) (TAS) diyagramı ile değerlendirilmiştir. TAS diyagramına göre camlar riyolitik bileşimlidir. Volkanik camlara ait analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir. Alınan kimyasal analizler Peccerillo ve Taylor, (1976) tarafından oluşturulmuş K_2O- SiO_2 diyagramına göre yüksek-K- kalkalkalin- kalkalkalin karakterdedir (Şekil 9.9).



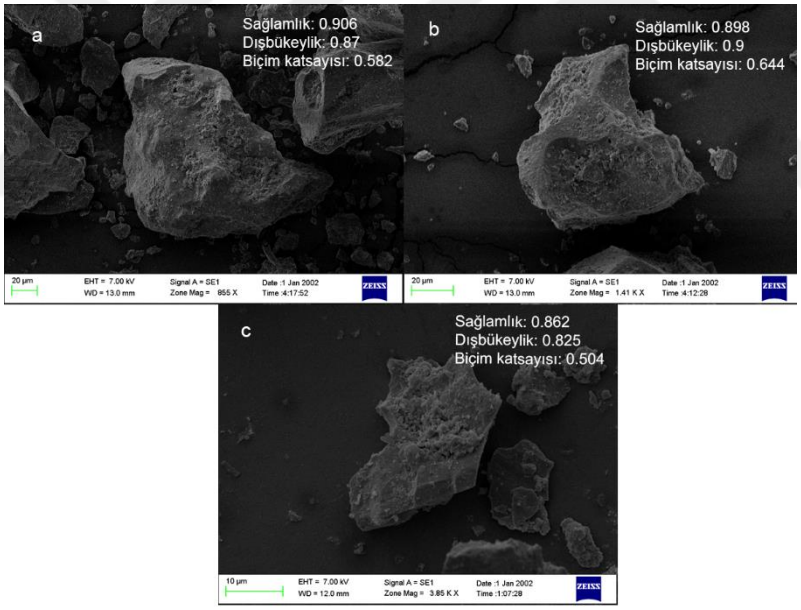
Şekil 9. 9. Lahar örneğine ait (a) TAS diyagramı (Le Bas ve ark.,1986), (b) K_2O- SiO_2 diyagramı (Peccerillo ve Taylor,1976). Bazalt (Basalt), Andezit (Andesite), Dasit (Dacite), Riyolit (Rhyolite), Şoşonitik seri (Shoshonitic seri), Yüksek-K Kalkalkalin seri (High-K calc-alkaline series), Kalkalkali seri (Calc-alkaline series), Foidit (Foidite), Tefri-fonolit (Tephri- phonolite), Fono-tefrit (Phono-tephrite), Tefrit Bazanit (Tephrite basanite), Pikrobazalt (Picro-basalt), Bazalt (Basalt), Traki-bazalt (Trachy-basalt), Bazaltik traki-andezit (Basaltic trachy-andesite), Bazaltik andezit (Basaltic andesite), Andezit (Andesite), Traki-andezit (Trachy-andesite), Trakit trakidasit (Trachyte trachydacite) , Dasit (Dacite), riyolit (rhyolite)

9.4. İki Boyutlu Morfolojik Analiz Sonuçları

Tanelerin genel olarak yüzeyleri tozludur ve bazı örneklerde alteredir ve bozunmuştur. Volkanik cam miktarı çok azdır. Bu nedenle morfoloji çalışmasında toplamda 9 adet (2 adet 125-250; 3 adet 63-125 ve 4 adet 38-63 mikrometre tane boyuna ait) volkanik cam örneği üzerinden iki boyutlu morfolojik analizleri kapsamaktadır. Volkanik camların bazıları cam kıymığı formundadır (Şekil 9.3).

38-63 mikrometre tane boyundaki örnekler daha düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Çizelge 9.2)

Gözenekliliği düşük, bloksu morfoloji sunan tanelerin sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri yüksek almaktadır (Şekil 9.10a). Bazı cam kıymıkları daha düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alırken yüksek biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 9.10b). Bazı cam kıymıkları düşük sağlamlık, dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri almaktadır (Şekil 9.10c).



Şekil 9. 10. (a) Bloksu morfoloji sunan göreceli olarak daha yüksek sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan tane, (b) Yüksek dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan cam kıymığı, (c) Düşük sağlamlık,dışbükeylik ve biçim katsayısı değerleri alan tane

Çizelge 9. 2. Lahar örneklerinin iki boyutlu morfolojik analiz sonuçları

Tane boyu (µm)	125-250	125-250	63-125	63-125	63-125	38-63	38-63	38-63	38-63
Örnek No- Partikül No	8-1	8-2	8-1	8-2	8-3	8-1	8-2	8-3	8-4
Sağlamlık	0.919	0.901	0.898	0.942	0.906	0.9	0.895	0.862	0.858
Dışbükeylik	0.739	0.841	0.9	0.916	0.87	0.908	0.782	0.825	0.877
Biçim katsayısı	0.432	0.49	0.644	0.677	0.582	0.52	0.499	0.504	0.56
Eksenel oran	0.592	0.505	0.887	0.665	0.703	0.461	0.823	0.599	0.57
Dikdörtgensellik	1.035358543	0.966804007	0.862748891	0.866856469	0.934142668	0.873483238	1.014110122	0.974209084	0.89437747
Sıkılık	0.606784234	0.616167405	0.610324341	0.65445175	0.651374508	0.543087136	0.658777294	0.610938377	0.602405713
Uzama	2.315481836	2.701275893	1.808425656	2.390442553	2.331754388	3.532566812	2.087858202	2.479961735	2.679591543
Dairesellik (Liu ve ark.,2015)	1.404997874	1.664438157	1.103726197	1.564429313	1.518845366	1.918491592	1.375433577	1.515103796	1.614201254
Sıkılık x Uzama	1.521304957	1.427956106	1.246128732	1.215051456	1.310274893	1.386941758	1.41493453	1.409134349	1.336006137
Dikdörtgensellik x Dairesellik	1.575096084	1.380553686	1.075096181	1.053275215	1.223983684	1.211470377	1.434899429	1.372791484	1.194893789

10. TARTIŞMA VE YORUM

Volkanik kül partikülleri kendilerini oluşturan patlama dinamikleri ile ilgili ipuçlarını bünyesinde barındırmaktadır (Dellino ve La Volpe, 1996; Büttner ve ark., 2002; Dellino ve Liotino, 2002; Liu ve ark., 2015; Aydar ve ark., 2021). Her kül partikülü, sunduğu fiziksel ve kimyasal özellikler ile birbirinden ayrılmaktadır (bkz. Wohletz ve Sheridan, 1983; Zimanowski ve ark., 2003; Ersoy, 2007; Aydar ve ark., 2021). Bu amaçla farklı patlama dinamikleri ve volkanik olaylarla oluşmuş volkanik malzemelerden alınan volkanik kül örnekleri üzerinde tane boyu dağılımları, kimyasal analizler ve morfolojik parametreler incelenerek gerekli yorumlamalar ve sınıflamalar yapılmıştır. Bu çalışmada tane boyuna göre örneklerdeki değişimleri ortaya koymak için farklı tane boylarına (250-500, 125-250, 63-125 ve 38-63 μm) ait kül partikülleri kullanılmıştır.

10.1. Genel Değerlendirme

Meke gölü

Meke gölünden alınan örneklerde en altta bir freatomagmatik patlama sonucu oluşan seviye (C-20-18) bulunmaktadır. Bunun üzerinde taban yayılımları (surgeler-freatomagmatik) ve geri düşme (magmatik) seviyeleri ardalanmalı olarak (C-20-19) bulunmaktadır. Bu seviyenin üzerine ince kül seviyesi gelmektedir. Seviye hem magmatik hem de freatomagmatik kökene sahip partiküllerden oluşmaktadır (C-20-20). Bu seviyede özellikle 250-500 ve 125-250 mikrometre tane boyutunda taban yayılımları ile gözenekliliği yüksek volkanik camlar gözlemlenmektedir. Gözenekliliği yüksek taneler yüksek pürüzlülük ve SA/PA değerleri almaktadır. Bu seviyenin üzerinde freatomagmatik patlama sonucu oluşan kül partikülleri (C-20-21) ve bununda üzerinde kalın bir cüruf seviyesi (C-20-22) bulunmaktadır. Bu seviyenin üzerinde, muhtemel bir göl sınırını temsil eden, karbonat seviyesi/toprak bulunmaktadır (C-20-23). Daha sonrasında gelen iki seviye de freatomagmatik patlamalar ile ilişkilidir (C-20-24 ve C-20-25). Tüm bu seviyelerin üzerlerini cüruf geri düşmeler (magmatik kökenli) (C-20-17) örtmektedir. Meke gölü örneklerinde taban yayılımı (surge) çökellerinin yüksek oranda hidrotermal alterasyona uğramış tane yüzeyleri sunduğundan ve tozlu ve altere olan partiküller içermesinden dolayı bu örnekler freatomagmatik köken ile ilişkilendirilmiştir. Bununla beraber volkanik agregalarda

gözlemlenmiştir. Wohletz ve Heiken, (1985) tarafından daha önce de volkanik agregalar freatomagmatik patlamalar ile ilişkilendirilmiştir. Daha temiz tanelerden alınan iki boyutlu morfolojik analizlerde gözlemlenen yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri ve üç boyutlu analizlerde gözlemlenen düşük Fraktal boyut (DSA) ve pürüzlülük (Ra) değerleri bu görüşü destekler niteliktedir. Bununla beraber tane boyu azaldıkça altere tane miktarı ve gözenekliliği düşük daha bloksu morfolojilerdeki tanelerin sayısı artmaktadır. Acıgöl örneği ise bazaltik-freatomagmatik bir patlamanın sonucunda volkanik küller üretmiştir. Altere taneler bulunmaktadır ve daha büyük tane boylarında hem Meke hem de Acıgöl örneklerinde gözenekli volkanik camlar (Cüruflar) belirlenmiştir. Benzer şekilde Acıgöl örneğinde de tane boyu azaldıkça bloksu taneler ve altere tanelerin oranı artmaktadır ama genel olarak her tane boyunda bir miktar alterasyon belirlenmiştir, bu alterasyonların freatomagmatik mekanizması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Blok-ve-kül akıntısı

Blok ve kül akıntısında gözeneksiz veya düşük gözenekliliğe sahip tamamıyla bloksu tanelerden oluşan kül partikülleri bulunmaktadır. Pele tipi yüksek viskozite sonucunda oluşmuş blok-ve-kül akıntı çökellerinde kül bulutu çökelleri iki boyutlu analizlerde, 63-125 mikrometre boyutunda, kül seviyesi lapilli seviyeden aldığı düşük DSA değerleri ile belirgin olarak bir ayrılmaktadır. Her iki seviyede de çok yüzlü (polyhedron) küller bulunmaktadır. Morfolojik yorumlamalar aşağıda 10.4 no'lu alt bölümde verilmektedir. Partiküllerin yüzeylerinde taneler yapışık halde toz/alterasyon bulunmaktadır.

Çığ akıntısı

Çığ akıntısı ürünlerinde, gözenekli kül partikülleri, köşeli, yüzeyinde kırıklı morfoloji sunan taneler, cam kıymıkları gibi farklı tür morfoloji sergileyen taneler bulunmaktadır. Blast örnekleri yüzeylerinde alterasyon gözlemlenmektedir. St. Helens patlaması sonucunda oluşmuş blast çökelleri ile benzerlik göstermektedir (Druiit,1992) ve içerisinde bulunduğu çığ akıntısı çökelleri ile de kimyasal olarak benzerlikler belirlenmiştir. Morfolojik açıdan bazı tanelerin yüzeylerindeki alterasyon tanelerin yüzeylerinin daha pürüzsüz morfoloji sergilemesine sebep olmuştur, bazı kül partiküllerinde ise tam tersi durum söz konusudur. Blast,

volkanlardaki çökme ile ilişkili olarak gelişen çığ akıntısı çökelleri ile eş zamanlı olarak oluşmaktadır (Belousov ve ark., 2007). Çığ akıntısı içinde bulunan blast örneklerinden C-20-14 ince tane boyuna sahip iken (D50= 1.6 Φ), C-20-12 örneği göreceli olarak daha kaba tane boyunda bir medyan değerine sahiptir (D50=-0.2 Φ). Ayrıca C-20-12 örneği kötü boylanmış, C-20-14 örneği ise orta dereceli bir boylanma göstermektedir. Buna ek olarak morfoloji analizleri sonuçlarında 63-125 mikrometre tane boyunda C-20-14 örneğinin asidik freatomagmatik örneklere göre göreceli olarak daha yüksek biçim katsayısı ve daha düşük SA/PA değerleri aldığı gözlemlenmiştir.

Göllüdağ- Pliniyen patlaması/Freatopliniyen patlaması

Göllüdağ örneklerinden pomza geri düşmeler magmatik karakterde olup birbirine paralel uzun ince gözeneklere sahiptir, kül geri düşmeler ise gözenekliliği yüksek taneler ve altere taneler bulundurmaktadır. Bunlarla ardalanmalı olarak bulunan freatomagmatikler ise gözenekli taneler bulundurmaktadır ve yüksek altere tanelerde gözlemlenmektedir. Örneklerdeki ince kül seviyesi freatopliniyen patlama ile ilişkilendirilmiştir (Self ve Sparks, 1978). Gözeneklilik, magmanın su ile temasından önce gerçekleşmiştir. Örnekteki hem alterasyon gözlemlenen düşük gözenekliliğe sahip taneler hem de yüksek gözeneklilik içeren tanelerin bulunması freatopliniyen patlama mekanizmasını işaret etmektedir. Bu ince kül örnekleri ile ardalanmalı olarak bulunan taban yayılımı ürünlerinin freatopliniyen patlama kolununun kısmi çökmeler sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (Self, 1983; Ersoy, 2007).

Stromboliyen patlaması

Stromboliyen tip patlamaya ait üç farklı seviye bulunmaktadır. Cüruf projeksiyon, kül geri düşme ve freatomagmatik kökenli olabileceği düşünülen ince kül seviyesi bulunmaktadır. Freatomagmatik seviye; tane boyu dağılımları göz önüne alındığında (C-20-04 örneği) içerisinde bulunan sıçratma ve bomba sebebiyle magmatik olarak sınıflansa da freatomagmatik olarak belirlenmesinin nedeni yüksek oranda alterasyon içeren tanelerin ve daha düşük gözenekliliğe sahip bloksu tanelerin bulunmasıdır. Benzer şekilde kül geri düşme çökellerinin de düşük tane boylarında yüksek alterasyona maruz kaldığı belirlenmiştir. Bu örnekler Hasandağı volkanizmasında riyolitik merkez ile eş zamanlı olarak

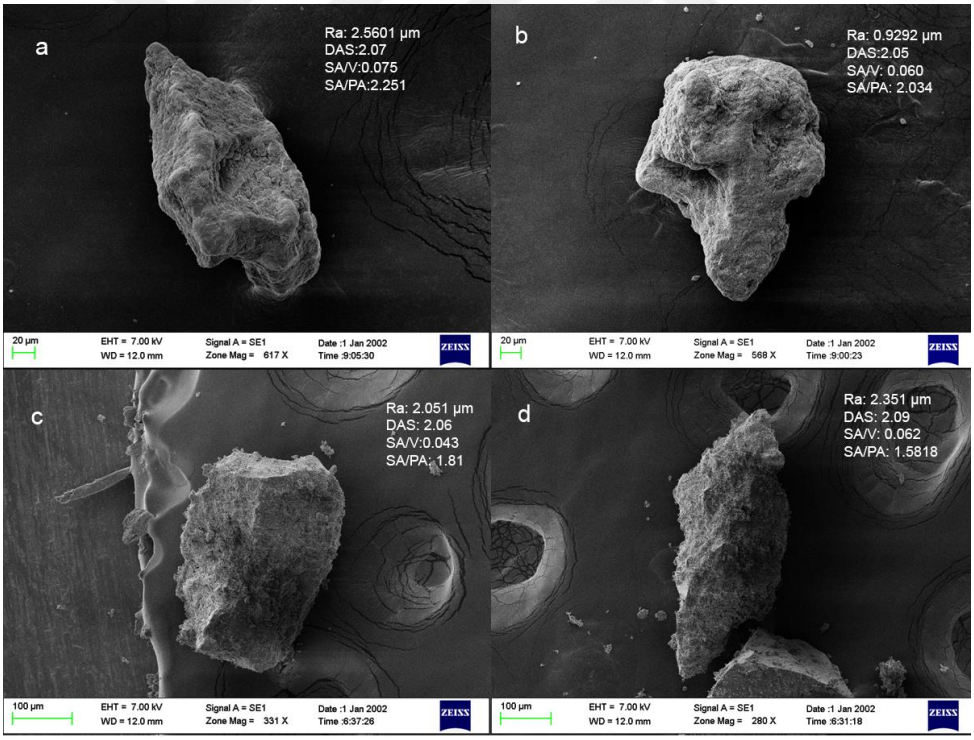
meydana gelen bazaltik patlamalar ile ilişkili sinder konileri ile bağlantılıdır (Aydar ve Gourgaud, 1998). Özellikle Aydar ve Gourgaud, (1998) tarafından tanımlanan üçüncü jenerasyon bazaltik volkanizma ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

İgnimbirit

İgnimbirit örneği pomzalardan ve pomza parçalarından oluşmaktadır. Asidik bileşime sahiptir. Hasandağı'nın Neovolkan fazındaki riyolitik domlarla ile ilişkili oldukları düşünülmektedir.

Lahar

Laharlar içerisinde bolca litik ve farklı morfolojiler sunan volkanik camlar ve bunlarla beraber mineralleri bulundurmaktadır. Laharın yüksek alterasyon ve içindeki düşük volkanik cam içeriği nedeniyle morfolojik olarak sınıflanmasının problemli olduğu belirlenmiştir. Volkanik kül tanelerinin yüzeyine yapışık haldeki tozun ve daha ince partiküllerin su sebebiyle olduğu düşünülmektedir.



Şekil 10. 1. (a) Alterasyonun blast partikülleri üzerine etkisi, morfolojik parametrelerin değerleri artmaktadır, (b) Alterasyonun blast tanesinin yüzeyini daha pürüzsüz bir morfoloji sunmasına neden olmaktadır, morfolojik parametrelerin değerleri azalmaktadır, (c-d) Lahar örneğinden alınan piroklastların yüzeylerinde bulunan toz/alterasyonların pürüzlülük parametresini arttırmaktadır.

10.2. Tane Boyu İstatistiksel Parametreleri

Farklı patlama dinamikleri ile ilişkili olan piroklastiklerin ve volkanik ürünlerin tane boyu dağılımları da birbirinden farklıdır (Walker, 1971; Wohletz, 1983; Wohletz ve Sheridan, 1983; Wohletz ve ark., 1995; Vallance ve Iverson, 2015; van Wyk de Vries ve Delcamp, 2015). Burada taşınma, fragmantasyon süreçleri önemli rol oynamaktadır (Wohletz ve ark., 1989). Volkanik malzemeler farklı tane boyu istatistiksel parametreleri sunabilmektedir. Geri düşme çökellerinin magmatik (kuru) patlama ile oluşması sonucunda daha kaba tanelerde dağılım gösterirken, su ile etkileşimler sonucunda daha ince tane boyunda yoğunlaştığı Walker, (1971); Sparks ve ark., (1981); Self, (1983); Sheridan ve Wohletz (1983); Fisher ve Schmincke, (1984); Wohletz ve ark., (1995); Ersoy, (2007) tarafından grafiklerle sembolize edilmiştir.

Freatomagmatik kökenli volkanik küllerin genellikle medyan değerleri 1 mm'den düşüktür ve boylanma açısından iki farklı oluşum ile birbirinden ayrılmaktadır. Daha sığ patlamalar ile oluşabilecek kül çökelleri daha iyi boylanma gösterirken, daha güçlü patlama ile oluşan maar patlamaları ile oluşabilecek partiküller ilk gruba göre daha kötü boylanma göstermektedir (Fisher ve Schmincke, 1984).

Laharlar genel olarak kaba taneli parçalar, ince taneli parçalar, ince taneli matriks gibi birçok farklı bileşenden oluşmaktadır ve piroklastik akıntı ürünlerine göre daha kötü boylanmıştır (Fisher ve Schmincke, 1984).

Gradistat

Bu çalışmada Meke gölü örnekleri bazaltik kimyaya sahip stromboliyen tipi patlama ve freatomagmatik patlama sonucu oluşan seviyelerin yer yer ardalanmalı bir istif sunması ile temsil edilmektedir. Cüruf geri düşmelerde kaba tane boyunu gösteren, phi cinsinde negatif medyan değerleri aldığı gözlemlenmiştir. Geri düşme çökellerinin Folk ve Ward, (1957) yöntemine göre kötü boylanma ve ince çarpıklık (pozitif çarpıklık) gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın taban yayılımı çökelleri pozitif medyan değerleri almaktadır ve orta dereceli boylanmış ve çok kötü boylanmış arasında değişen boylanma değerleri almaktadır. Taban yayılımı örneklerinde kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gözlemlenmektedir. Acıgöl örneği çok kötü boylanma ve pozitif medyan değeri sergilerken simetrik bir dağılım göstermektedir. Göllüdağ pliniyen geri düşmeler

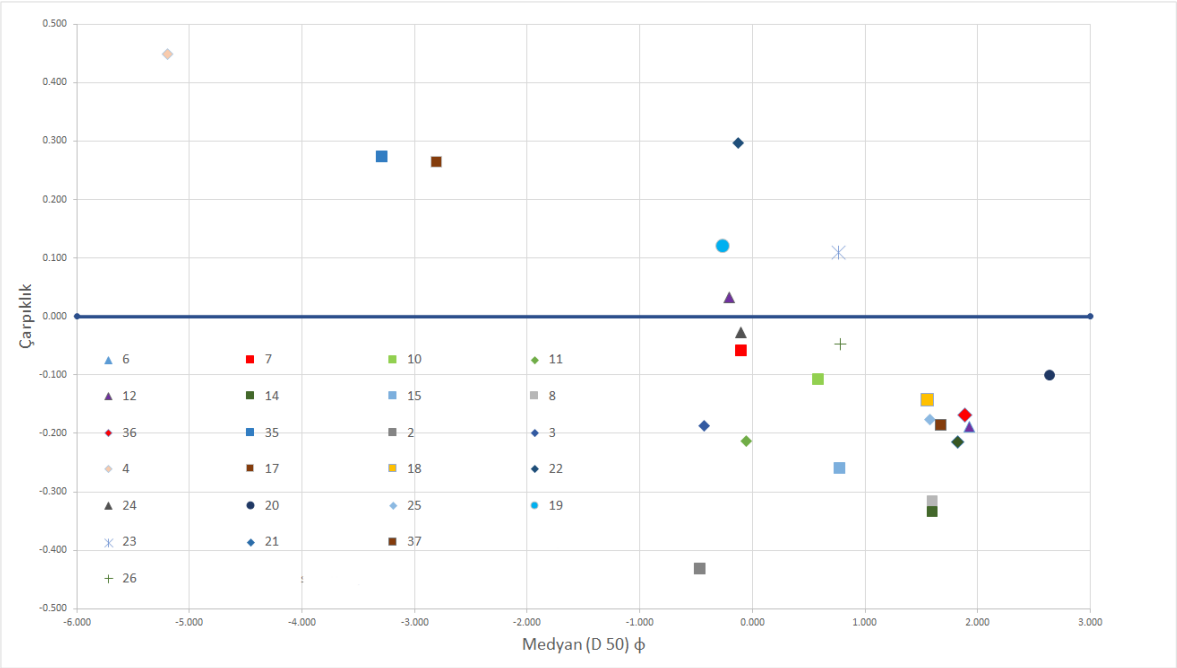
ile bulunan freatomagmatik seviyeler pozitif medyan değeri ve kötü boylanma göstermektedir, bununla beraber kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir. Göllüdağ örneklerinden pomza geri düşmeler negatif medyan değerleri alırken, kül geri düşme seviyesi pozitif medyan değeri almaktadır. Pomza geri düşmeler ince çarpıklık (pozitif çarpıklık), kül geri düşmeler kaba (negatif çarpıklık) gösterirken her ikisininde düşük dereceli boylanma göstermektedir. Stromboliyen patlaması örneklerinden Cüruf projeksiyon ve kül seviyeleri sırasıyla çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) ve kaba çarpıklık gösterirken, başka bir kül seviyesi içerisinde bulunan bomba ve sıçratmalara bağlı olabileceği düşünülen çok ince çarpıklık (pozitif çarpıklık) göstermektedir (Şekil 10.2).

Üç örneğinde medyan değerleri phi cinsinden negatif değerler almaktadır. Cüruf projeksiyon içerisinde sıçratma bulunan örnekler orta dereceli boylanma gösterirken ince kül seviyesi kötü boylanma göstermektedir. İgnimbirit örneğinde medyan değeri phi cinsinden pozitiftir ve boylanması çok kötüdür, bununla birlikte kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir. Blok ve kül akıntısı örneklerinden kül bulutunu temsil eden örnek phi cinsinden pozitif değer alırken, lapilli seviyeden alınan örnek negatif değer almaktadır. Kül örneği kötü boylanma ve kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) gösterirken, lapilli örneği çok kötü boylama ve simetrik bir dağılım göstermektedir (Şekil 10.2).

Çığ akıntısı ürünlerinde ince taneli pomza matriks pozitif medyan değerleri alırken, ince taneli matriks negatif medyan değerleri almaktadır. Her ikisininde boylanması çok kötüdür ve ikisi de kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir. Lahar örneği phi cinsinde pozitif medyan değerleri almaktadır, bununla beraber çok kötü boylanmış ve çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık) göstermektedir. Blast örneklerinden birinin medyan değeri phi cinsinden negatif değerler, simetrik bir dağılım ve kötü boylanma gösterirken, diğeri pozitif medyan değerleri, çok kaba çarpıklık (negatif çarpıklık), orta dereceli boylanma göstermektedir.

Geri düşme çökelleri aldıkları pozitif çarpıklık değerleri ile diğer çökellerden ayrılırlar (Ersoy, 2007). Benzer şekilde bu çalışmada da geri düşme çökelleri ve kaba taneli blast çökelleri pozitif çarpıklık değerleri cüruf projeksiyon, taban

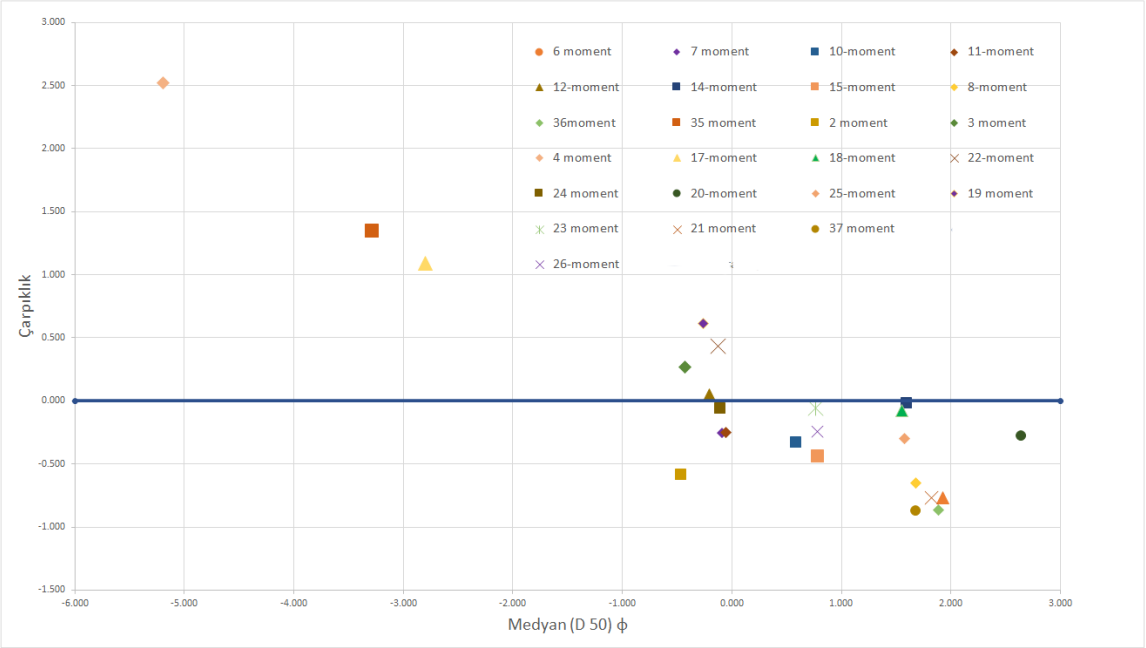
yayılımı (surge), piroklastik akıntı çökelleri, lahar ve çığ akıntısı çökellerinden ayrılmıştır (Şekil 10.4).



Şekil 10. 2. Gradistat'ta Folk ve Ward, (1957) yöntemi ile hesaplanan çarpıklık parametresi sonuçları

Moment yöntemiyle hesaplanan çarpıklık değerleri grafiksel yöntemle hesaplanan değerler ile karşılaştırıldığında cüruf projeksiyon örneklerinden kül seviyesinin de pozitif çarpıklık değeri gösterip geri düşme çökelleriyle aynı alanda yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 10.3).

Bununla beraber örneklerin aldığı çarpıklık değerleri de farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebini Blott ve Pye, (2001) iki farklı yöntemin tane boyu dağılımında farklı noktalara odaklanması olarak belirtmiştir. Grafiksel yöntem tane boyu eğrisinin orta kısmını temel alarak hesaplamaları yaparken, kuyruk kısımlarına orta nokta kadar odaklanmamaktadır. Blott ve Pye, (2001) yaptıkları çalışma da eğer çarpıklık parametresi hesaplanacak ise Folk ve Ward, (1957) yönteminin daha doğru sonuçlar verebileceğini belirtmiştir.

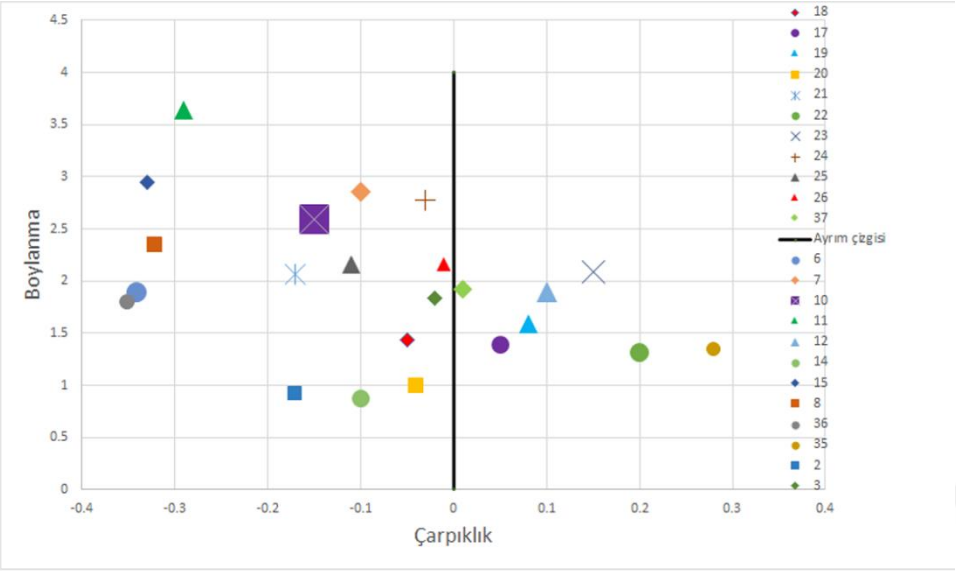


Şekil 10. 3. Gradistat'ta Moment yöntemi ile hesaplanan çarpıklık parametresi sonuçları

Ardışıklı parçalanma/taşınma analizleri

Volkanik küllerin fragmantasyon ve taşınma süreçlerinin karakterizasyonunu sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Wohletz ve ark., 1989; Wohletz ve ark., 1995). Meke gölünden alınana örnekler üzerinde yapılan SFT çalışmalarında daha önce Wohletz ve ark., (1995); Ersoy, (2007) tarafından önerildiği gibi ince tane boyu için ayrı kaba tane boyu için ayrı alt popülasyonlar belirlenip fragmantasyon süreçleri yorumlanmıştır. Kaba tane boyu magmatik kökeni temsil ederken, ince tane boyları freatomagmatik kökeni temsilen belirlenmiş alt popülasyonlarıdır. Buna göre taban yayılımı çökellerinin baskın alt popülasyonları daha önce de belirtildiği gibi pozitif tepe değer (mod) değerlerine sahip alt popülasyonlar olarak belirlenirken, magmatik kökenli tanelerde negatif tepe değer (mod) değerleri aldığı belirlenmiştir. Taban yayılım (surge) çökellerinde yüksek oranda 2 numaralı daha küçük boyuttaki kaba taneleri ve 3 ve 4 numaralı ince tane boyunu simgeleyen alt popülasyonlar belirlenmiştir. Geri düşmelerden bazılarında sadece 1 numaralı alt popülasyon belirlenirken, Taban yayılım (surge) çökelleri ile ardalanmalı olarak bulunan geri düşmelerde 2-3 ve 4 numaralı alt popülasyonda gözlemlenmektedir. Sheridan ve Wohletz (1983), Wohletz (1983); Wohletz ve ark., (1995); Ersoy, (2007) tarafından yapılan gözlemlerde de

belirlendiği gibi Taban yayılım (surge) çökelleri bu çalışma içinde küçük tane boyunu simgelerken, büyük tane boyu magmatik kökeni temsil etmektedir.



Şekil 10. 4. SFT verileri ile hesaplanan çarpıklık ve boylanma değerleri

Bazı örnekler için büyük tane boyları için magmatik ve küçük tane boyları için freatomagmatik ayrımı yapılmamıştır. Örneğin belirgin magmatik köken gösteren veya blok kül akıntısı gibi bünyesinde gözenekli morfoloji sergileyen tane bulundurmayan örneklerde sadece taşınma mekanizması ve genel olarak tane boyu istatiksel parametreleri hesaplanmıştır.

10.3. Volkanik Cam Kimyası Analizleri

Karapınar örnekleri Güllü ve Kadıoğlu, (2019) tarafından yapılan jeokimyasal analizler sonucunda Meke örneklerini bazalt-bazaltik andezit, andezit olarak sınıflarken, Acıgöl örneklerini bazalt, andezit ve trakiandezit olarak sınıflandırmıştır. Güllü ve Kadıoğlu, (2019) tarafından yapılan çalışmada tüm kayaç kimyası TAS diyagramı kullanılarak sınıflanmıştır. Bu sınıflamada dasitik alanda yer alan örnekler alterasyon ve ikincil kuvars oluşumları ile ilişkilendirilmiştir. Volkanik camlardan alınan analizler Meke gölünde andezitik, trakiandezit, dasit ve trakidasit olarak belirlenirken, Acıgöl örneğinden alınan volkanik cam kimyası analizleri bazaltik andezit, bazaltik trakiandezit ve trakibazalt olarak belirlenmiştir. (bkz. Freatomagmatik bölümü).

Blok ve kül akıntıları yüksek viskoziteye sahip magmanın dom oluşturması ve dom patlamaları ile doğrudan ilişkili olarak oluşan volkanik ürünlerdir. Bu çalışmada akmaya karşı dirençli magmanın volkanik kaynakta üst üste yığışması ve birikmesi, ani soğuması ile dış kabuğunun sertleşip iç kısımın eriyik halde kalması sonucunda oluşan iç basınç sebebiyle oluşan dom mekanizmasının çökmesi ile oluşan Pele tipi patlama sonucunda oluşan blok-ve-kül akıntıları incelenmiştir (Aydar ve Gourgaud, 1998; Aydar, 2001; Calder ve ark., 2015). Volkanik camlar kimyasal olarak yüksek silis içeriğine sahiptir. Volkanik camlardan alınan analiz sonuçları Le Bas ve ark., (1986) tarafından geliştirilen TAS diyagramında sınıflandığında blok-ve-kül akıntısı öreklerinin riyolitik-dasitik bileşimde olduğu gözlemlenmiştir.

Uzun, ince gözeneklere sahip ignimbirit taneleri daha önce Aydar ve Gourgaud, (1998) tarafından rapor edilen Hasandağı volkanizmasının Neovolkanik aşamasındaki Riyolitik domlarla ilişkili olarak oluştuğu düşünülmektedir. Volkanik camlardan analiz sonuçları Le Bas ve ark., (1986) tarafından geliştirilen TAS diyagramında sınıflandığında camların riyolitik-dasitik bileşimde olduğu gözlemlenmiştir.

Stromboliyen tipi patlama düşük viskoziteye sahip bazaltik bileşimde bir magma ile ilişkilidir (Aydar, 2001; Taddeucci, 2015). Bu çalışmadaki stromboliyen patlaması ile oluşan cüruf projeksiyon ve kül örneklerine ait volkanik camlardan alınan kimyasal analizler TAS diyagramında Le Bas ve ark., (1986) andezit ve trakiandezit alanlarında yoğunlaşmıştır.

Yüksek SiO_2 içeriğine sahip pliniyen geri düşmeler ve bunlarla ardalanmalı olarak gözlemlenen asidik freatomagmatik çökellere ait volkanik cam kimyası analizleri ile TAS diyagramında yapılan sınıflamaya Le Bas ve ark., (1986) göre volkanik camlar riyolitik bileşimdedir.

Çığ akıntısı, volkanın kanadındaki tüm malzemeyi taşımaktadır. Bu nedenle çok farklı jüvenil ve jüvenil olmayan farklı fiziksel ve kimyasal bileşime sahip partiküllere rastlanmaktadır (Van Wyk de Vries ve Delcamp, 2015). Tez çalışması kapsamında kullanılan hümokların içerisinden alınan çığ akıntısı ürünlerindeki volkanik camlardan alınan kimyasal analizler ile yapılan TAS diyagramına (Le

Bas ve ark., 1986) göre camların riyolitik bileşimde olduğu belirlenmiştir. Çığ akıntısı örneklerinin içinde bir başka volkanik oluşum olan blast çökelleri olduğu düşünülen bir seviye yer almaktadır ve kimyasal olarak da çığ akıntısı çökelleri ile benzerlik göstermektedir. St. Helen patlamasında yanal olarak gerçekleşen patlamanın hemen akabinde gerçekleşen çığ akıntısı ve devam eden lateral patlamalar bulunmaktadır (Lipman ve Mullineaux, 1982).

Laharlar çığ akıntısı çökelleri gibi birçok farklı kayaç grubuna ait malzeme barındırmaktadır. Bu malzemelerin su ile yamaç aşağı hareketidir (Vallance ve Iverson, 2015). Lahar örneğinden alınan volkanik cam kimyası analiz sonuçlarına göre camlar riyolitik, dasitik ve trakidasitik bileşimdedir.

10. 4. Morfolojik Özellikleri

10.4.1. İki Boyutlu Morfolojik Analizler

İki boyutlu olarak hesaplanan dairesellik, uzama, dikdörtgensellik, sıkılık, sağlamlık, dışbükeylik, biçim katsayısı parametreleri hidromagmatik ve magmatik patlamaları ayırmada kullanılan parametrelerdir. Sağlamlık ve dışbükeylik parametrelerinin yüksek değerler alması volkanik kül partiküllerinin daha yoğun olduğunu gösterirken daha düşük değerler alması gözenekli taneleri göstermektedir (Murtagh ve White, 2013; Liu ve ark., 2015; Nurfiani ve Bouvet de Maisonneuve, 2018). Hesaplanan sağlamlık, dışbükeylik parametrelerinde göreceli olarak yüksek olanlar genel olarak taban yayılımı çökelleri, blok ve kül akıntısı çökelleri, freatomagmatik patlamalarla ile ilişkilidir. Düşük sağlamlık ve dışbükeylik değerleri alan tanelerin daha çok gözenekli taneler (Pliniyen geri düşmeler, stromboliyen patlaması ile oluşmuş cüruflar, ignimbiritler, çığ akıntısı ve lahar çökellerindeki gözenekli tanelerde) ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Buna karşın alterasyonun olması örneklerdeki bu morfolojik parametrelerde değişikliklere sebep olmaktadır (Şekil 10.1). Sağlamlık-dışbükeylik değerleri Liu ve ark., (2015) tarafından hesaplanan değerleri ile belirgin bir karşılaştırma yapılması mümkün değildir. Nurfiani ve Bouvet de Maisonneuve, (2018) tarafından daha önce de belirtildiği gibi Liu ve ark., (2015) epoksiye döküm yapılmış taneler üzerinden morfolojik analizlerini kullanırken bu çalışmada

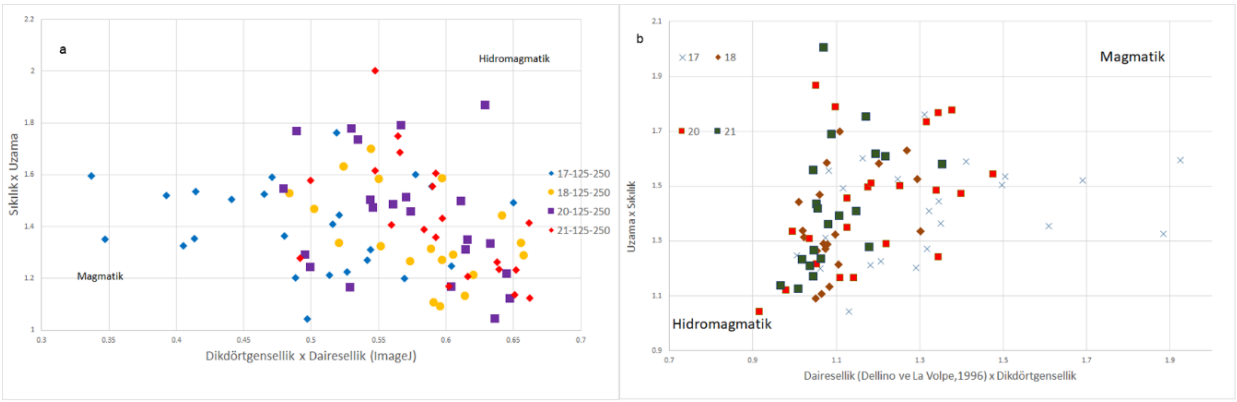
tanelerin dış kontürleri projeksiyon yapılarak, şekil üzerinden morfolojik analizler yapılmıştır.

Liu ve ark., (2015) tarafından hesaplanan biçim katsayısı (Form Factor) değerlerinin ImageJ programının particle analiyzer aracı ile hesaplanan dairesellik parametresi ile aynı değerleri aldığı gözlemlenmiştir. Biçim katsayısı parametresi magmatik patlama sonucunda oluşmuş Pliniyen geri düşmeler, stromboliyen patlaması ile oluşmuş cüruflar, çığ akıntısı çökellerindeki ve ignimbiritlerdeki gözenekli tanelerde göreceli olarak daha düşük değerler almaktadır. Buna karşın freatomagmatik patlamalar, taban yayılımı ürünlerinde yüksek değerler almaktadır.

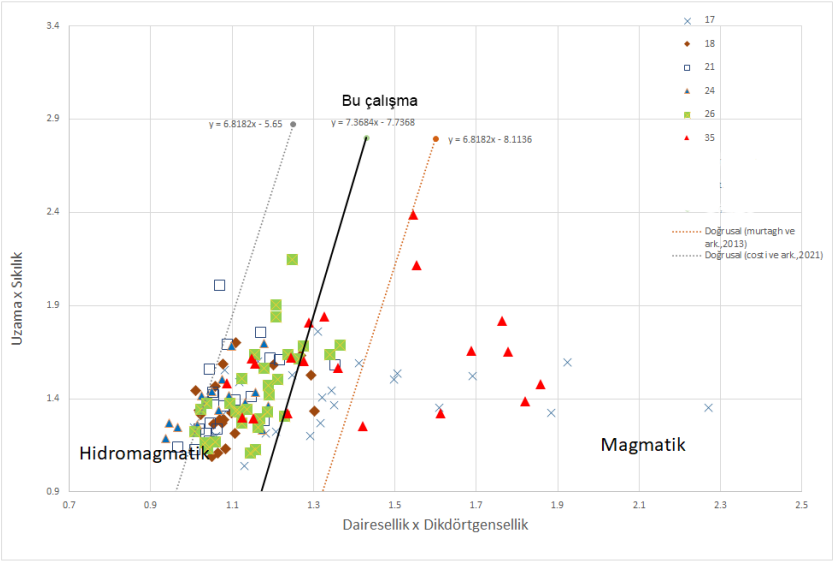
Bununla beraber dikdörtgensellik, sıkılık, uzama ve dairesellik parametreleri hesaplanırken Dellino ve La Volpe, (1996); Liu ve ark., (2015); Dürig ve ark., (2018) çalışmalarından alınan formüller kullanılmıştır. Dikdörtgensellik x Dairesellik'e karşılık Sıkılık x Uzama grafiğinde hidromagmatik ve magmatik ayrım yapabilmeyi sağlamaktadır (Murtagh ve White, 2013; Dürig ve ark., 2018; Nurfiani ve Bouvet de Maisonneuve, 2018). Grafikte magmatik ve hidromagmatik alanı ayırmak amacıyla bir doğru kullanılmaktadır. Schipper, (2009); Murtagh ve White, (2013); Benet ve ark., (2021) tarafından önerilen iki farklı doğru bulunmaktadır. Bu çalışmada elde edilen analizlere göre magmatik ve hidromagmatik sınırını belirlemek için yaklaşık bir doğru çizilmiştir (dikdörtgensellik x dairesellik parametresinin magmatik kökenli tanelerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir). Sınırın yaklaşık belirlenmesinin sebebinin tanelerin dış kontürlerinin göreceli olarak bloksu tanelerle benzer morfoloji sunan pomza ve cüruflardır (ve bunların parçalarından (cam kıymıkları). Bununla beraber tanenin pozisyonununda etkili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 10.6; Şekil 10.7). Özellikle Karapınar örneklerinde tane bazlı olarak yapılan stromboliyen patlaması ile oluşmuş cürufların, Pliniyen tipi patlama ile oluşan geri düşmelerin, ignimbiritlerdeki pomza tanelerinin yüksek dikdörtgensellik x dairesellik değerleri aldığı ve Göllüdağ taban yayılımı çökelleri, Karapınar taban yayılımları (surge) freatomagmatik kökenli tanelerin düşük değerler aldığı gözlemlenmiştir.

ImageJ tarafından hesaplanan dairesellik parametresi ile yapılan dikdörtgensellik x Dairesellik ve Sıkılık x Uzama grafiğinde, Dellino ve La Volpe, (1996) ve Liu ve ark., (2015)' den alınan formüller ile hesaplanan dairesellik parametresinden

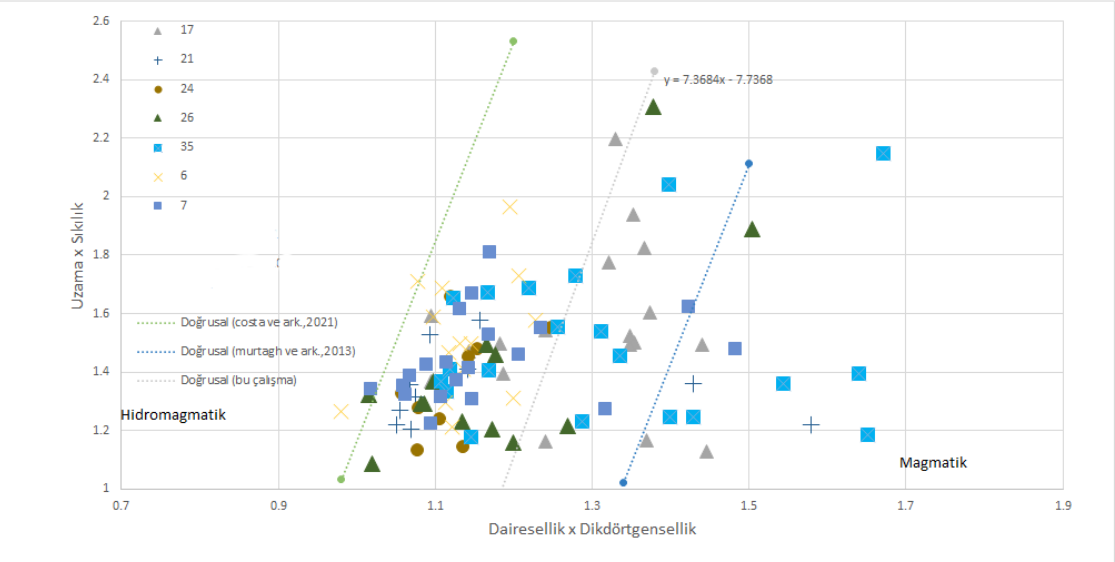
farklı olarak magmatik kökenli tanelerin grafikte daha düşük değerler aldığı hidromagmatik kökenli tanelerin daha yüksek değerler aldığı gözlemlenmiştir. ImageJ tarafından hesaplanan dairesellik parametresinin tanenin dış kontürlerindeki düzensizlik (magmatik kökeni işaret etmektedir) nedeniyle 0 ile 1 arasından 0'a yakın değerler almasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Şekil 10.5).



Şekil 10. 5. ImageJ programı tarafından hesaplanan dairesellik parametresi ile yapılmış dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği, (b) Dellino ve La Volpe, (1996) ve Liu ve ark., (2015) çalışmalarından alınan dairesellik parametresinin formülü ile yapılmış dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği (17 Karapınar-cüruf, 18, 20 ve 21 Karapınar-taban yayılımı örnekleridir)



Şekil 10. 6. Schipper, (2009); Murtagh ve White, (2013); Benet ve ark., (2021) tarafından belirlenen sınırlar haricinde bu çalışmada magmatik ve hidromagmatik patlamalar sonucu oluşan volkanik küllerin ayrılmasında y=7.3684x-7.7368 doğrusu belirlenmiştir, 125-250 µm tane boyundaki örneklerin ayrımı. (17 Karapınar-cüruf, 18,21 ve 24 Karapınar-taban yayılımı ürünleri, 26 Acıgöl-freatomagmatik, 35 pomza geri düşme örnekleridir)



Şekil 10. 7 63-125 µm tane boyuna ait dairesellik x dikdörtgensellik- Uzama x Sıkılık grafiği

10.4.2. Üç Boyutlu Morfolojik Analizler

İki boyutlu analizler her zaman volkanik kül tanesinin kökenini yorumlamada yeterli olmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma da iki boyutlu morfolojik analizleri patlama dinamiği ve kökeninin belirlenirken üç boyutlu morfolojik analizler ile desteklenmiştir. Son dönemde volkanik küllerin üç boyutlu analizleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (bkz. Ersoy, 2010; Mills ve Rose, 2010; Cannata ve ark., 2019; Aydar ve ark., 2021).

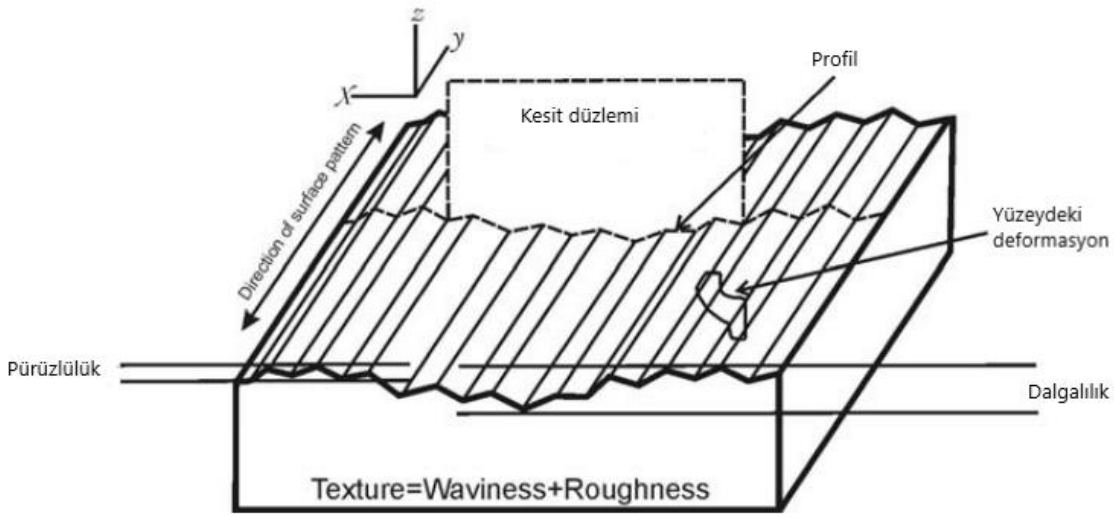
Fraktal boyut

Fraktal boyut parametresi hem iki boyutlu analizlerde hem de üç boyutlu analizlerde kullanılmaktadır. Dellino ve Liotino, (2002) iki boyutlu olarak yaptığı fraktal boyut analizlerinde magmatik kökenli taneler multifraktal özelliktedir ve yüksek fraktal boyut değerleri almaktadır, bununla beraber freatomagmatik kökenli partiküllerin düşük fraktal boyut değerleri aldığını ve monofraktal olduğunu rapor etmiştir. Aydar ve ark., (2021) üç boyutlu olarak yaptığı fraktal boyut analizleri ile magmatik kökenli volkanik küllerin yüksek fraktal boyut

değerleri ve freatomagmatik tanelerin düşük fraktal boyut değerleri aldığı görüşünü desteklemektedir. Bu çalışmada incelenen Stromboliyen tipi patlama, Pliniyen tipi patlama, Pele tipi patlama (dom çökmesi) çökelleri, çığ akıntısı çökelleri incelendiğinde gözenekliliği yüksek tanelerin genel olarak yüksek fraktal boyut değerleri aldığı gözlemlenmiştir. Gözenekli olsa dahi bazı tanelerde düşük fraktal boyut değerleri gözlemlenmiştir (bkz stromboliyen bölümü; Freatomagmatik bölümü). Bunun sebebinin tanelerdeki gözeneklilik oranı, tanenin kopuş/kırılma şekli olabileceği düşünülmektedir. Bununla beraber daha önceden Aydar ve ark., (2021) tarafından tanımlanan çok yüzlü tanelerin bazılarında da yüksek değerler aldığı gözlemlenmiştir. Özellikle pliniyen geri düşmelerde, ignimbiritlerde fraktal boyut parametresi açısından belirgin bir fark gözlemlenmektedir (bkz. Pliniyen patlama; ignimbirit bölümü). Yüzeyinde fazla miktarda kırık gözlemlenen tanelerde yüksek değerler almaktadır. Fraktal boyut değerleri tane boyundan bağımsız olarak değerler alabilmektedir. Buna karşın Meke- Karapınar örneğinde C-20-17 ve Acıgöl C-20-26 örneğinde tane boyu azaldıkça DSA değerlerinde göreceli olarak düşüşler gözlemlenmektedir. Blok-ve-kül akıntısında lapilli seviye 63-125 mikrometre boyutunda kül seviyesinden daha düşük DSA değerleri almasıyla ayrılmaktadır. Lapilli seviyede bulunan partiküllerin yüzeyleri kırıklı bir morfoloji sergilemektedir ve çok yüzlü taneler bulunmaktadır.

Pürüzlülük

Ersoy, (2007) magmatik ve freatomagmatik kökene sahip volkanik küller ayırmada pürüzlülük parametresini kullanmıştır (Şekil 10.8). Yüksek pürüzlülüğe sahip volkanik küller magmatik köken ile ilişkilendirilmiştir (Ersoy, 2007; Aydar ve ark., 2021). Bununla beraber Ersoy, (2007) yüzeylerinde alterasyon gözlemlenen tanelerde de pürüzlülük değerlerinin değişebileceğini rapor etmiştir.



Şekil 10. 8. Yüzey profili (TS 6956, 2004; Ersoy, 2007)

Bu çalışmada özellikle Meke gölü örneklerinden olan geri düşme-cüruf seviyeleri (C-20-17, C-20-19, C-20-22); ignimbirit örneği C-20-15; stromboliyen patlaması örnekleri C-20-02, C-20-03, C-20-04 ve Göllüdağ Pliniyen patlamasıyla oluşan geri düşmeler çökellerinde C-20-35, C-20-36 yüksek pürüzlülük değerleri gözlemlenmiştir. Yine de özellikle Meke gölü-Karapınar ve Göllüdağ kül geri düşme örneklerinde daha magmatik orijinli çökeller taban yayılımı/freatomagmatik çökelleri ile ardalanmalı bulundukları için aralarda daha bloksu ve düşük gözenekliliğe sahip düşük pürüzlülük değerleri alan taneler barındırmaktadır. Bu nedenle seviye bazlı olarak grafiklerde ayırmak mümkün olmamıştır. Meke gölü örneklerinden C-20-20 ve C-20-18 (freatomagmatik) örnekleri, Acıgöl- C-20-26 örnekleri bünyelerinde gözenekli tanelerde bulundurmaktadır ancak genel olarak daha bloksu, köşeli tanelerde pürüzlülük değeri düşük taneler bulunmaktadır. Gözeneksiz fakat yüzeylerindeki kırıklar olan tanelerde yüksek pürüzlülük değerleri gözlemlenmiştir. Pürüzlülük parametresi örneklerde tane boyu azaldıkça bir azalma göstermektedir. Yüzeyinde yapışık halde lokal olarak alterasyon bulunan tanelerde göreceli olarak daha yüksek pürüzlülük değerleri gözlemlenmektedir.

SA (Yüzey alanı)

Volkanik küllerin oluşumundaki etkili patlama süreçlerinin yorumlanmasında ve küllerin karakterizasyonunda kullanılan önemli bir parametredir (Riley ve ark.,

2003; Ersoy, 2010; Mills ve Rose, 2010; Aydar ve ark., 2021). Pliniyen geri düşmeler, Meke gölü cüruf örnekleri, ignimbiritler, yüzey alanı yüksek değerler almaktadır. SA/V değerinin tane boyu arttıkça daha düşük değerler aldığı gözlemlenmektedir. SA/V değeri pomzalardaki veya cüruflardaki gözenekliliğin artması veya azalmasına gözenek tiplerine göre artma ve azalma eğilimindedir.

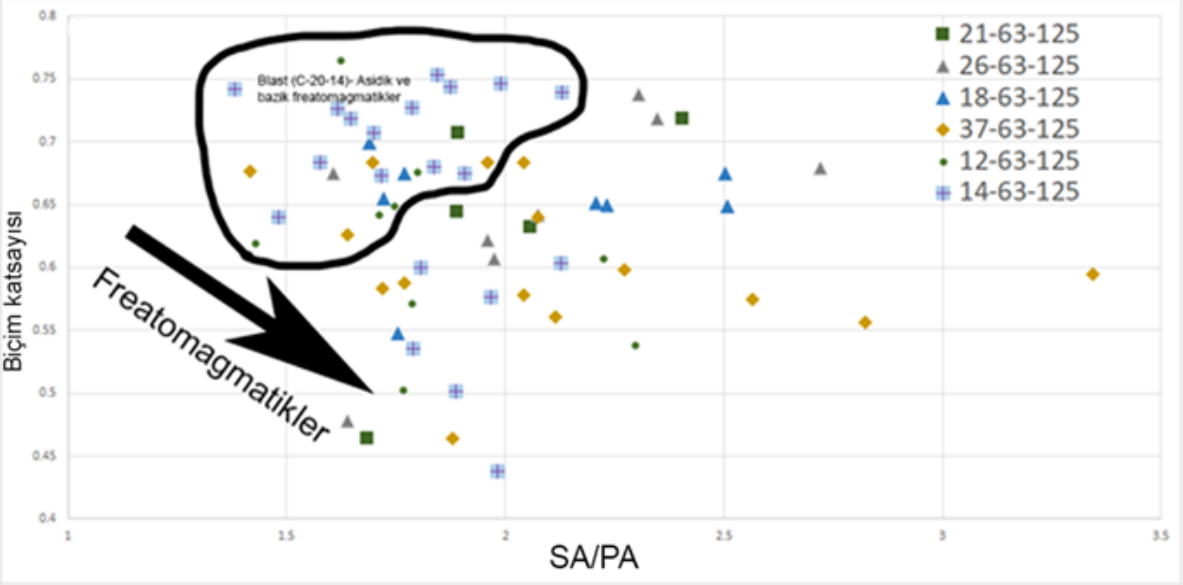
Projeksiyon alan (Projection Area)

SA/PA değeri Aydar ve ark., (2021) tarafından volkanik küllerin kökensel incelemeleri için kullanılmış. Yüzey alanı (SA)/ Projeksiyon alan (PA) oranı freatomagmatik kökenli tanelerde düşük değerler almaktadır. Bununla beraber magmatik kökenli tanelerde daha yüksek değer aralıklarındadır. Bu çalışmada gözenekliliği yüksek olan tanelerde genellikle yüksek değerler aldığı gözlemlenmiştir.

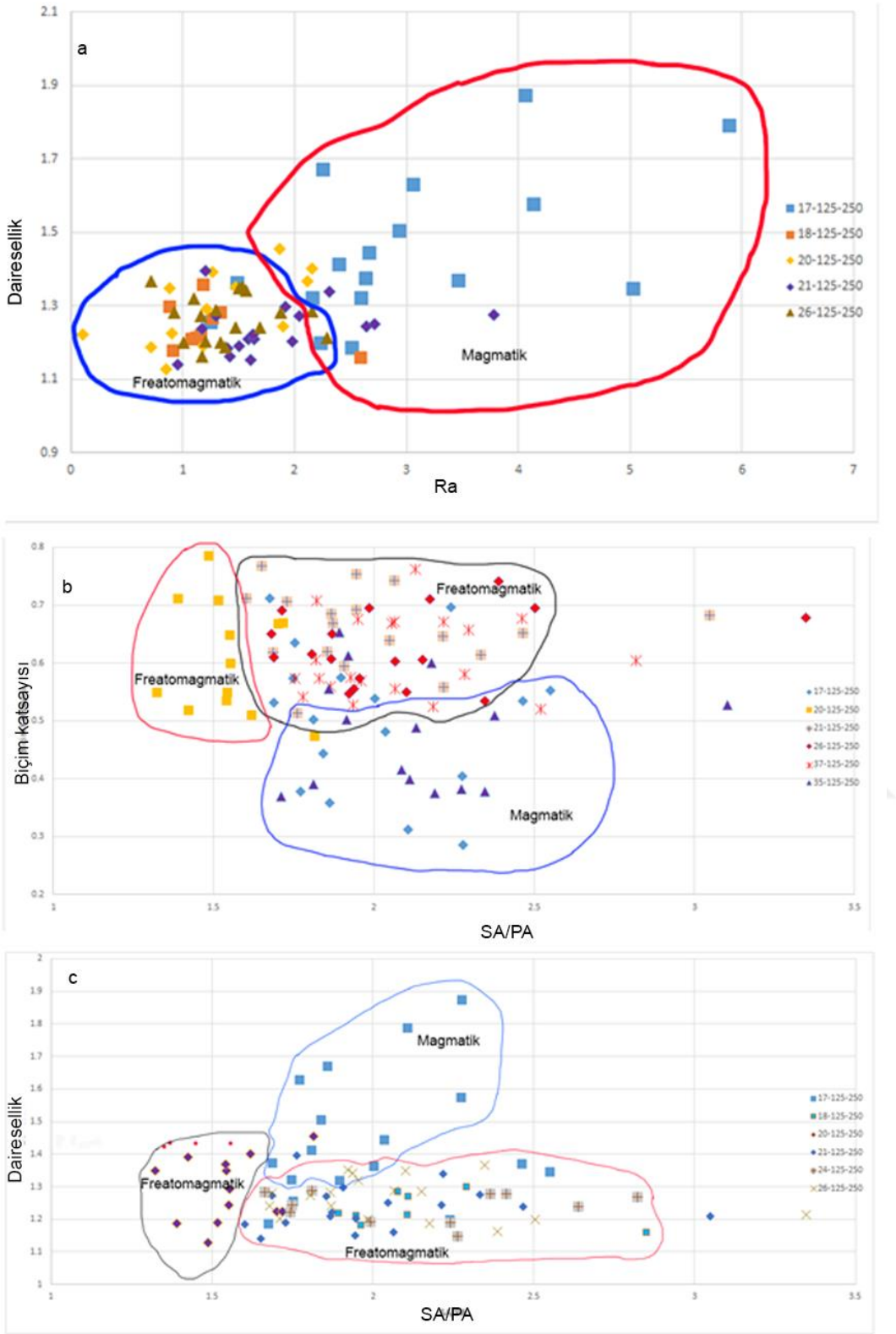
C-20-20 (ince kül) Meke gölü- Karapınar örneği aldığı düşük SA/PA değeri ile diğer bazik ve asidik freatomagmatiklerden ayrılmaktadır (Şekil 10.10) belirgin ayrımlanmalar gözlemlenmektedir. Freatomagmatik ve magmatik patlama mekanizmaları ile türeyen partiküllerde de belirgin bir ayrımlanma gözlemlenir. Pürüzlülük ve SA/PA, biçim katsayısı ve dairesellik parametrelerinde ayrımlanma gözlemlenmektedir (Dellino ve La Volpe, 1996; Liu ve ark., 2015; Aydar ve ark., 2021). Blok ve kül akıntısı örnekleri bazı freatomagmatik patlamalar (C-20-18; C-20-21; C-20-26) sonucunda oluşmuş volkanik kül partikülleri ile grafiklerde benzer alanlarda yer almaktadır (Şekil 10.11). Blok-ve-kül akıntısı partikülleri çok yüzlü morfolojiye sahip tanelerde bulundurmaktadır ve bazı taneler göreceli olarak freatomagmatik partiküllerden ayrımlanma göstermektedir. Çığ akıntısı ürünlerinde farklı morfolojiye sahip partiküller bulunmaktadır. Lahar örneğinin morfolojik analizlerinin sınıflanma amacıyla kullanılması uygun bulunmamıştır. Örnekte yoğun miktarda litik ve yüzeyi tozlu volkanik cam bulunmaktadır. İgnimbirit örneğinden alınan kül partiküllerinde genel olarak yüksek gözeneklilik sebebiyle bazı tanelerin morfolojik özellikleri geri düşme çökelleriyle benzerlik göstermektedir. Blast örneklerinin yüzeylerinde ince bir katman halinde bulunan alterasyon sebebiyle özellikle pürüzlülük parametresinin yüzey morfolojisini doğrudan temsil etmediği düşünülmektedir.

Genellikle örneklerde daha küçük tane boylarında alterasyonun morfolojik parametreler üzerindeki etkisi gözlemlenmektedir (Şekil 10.12).

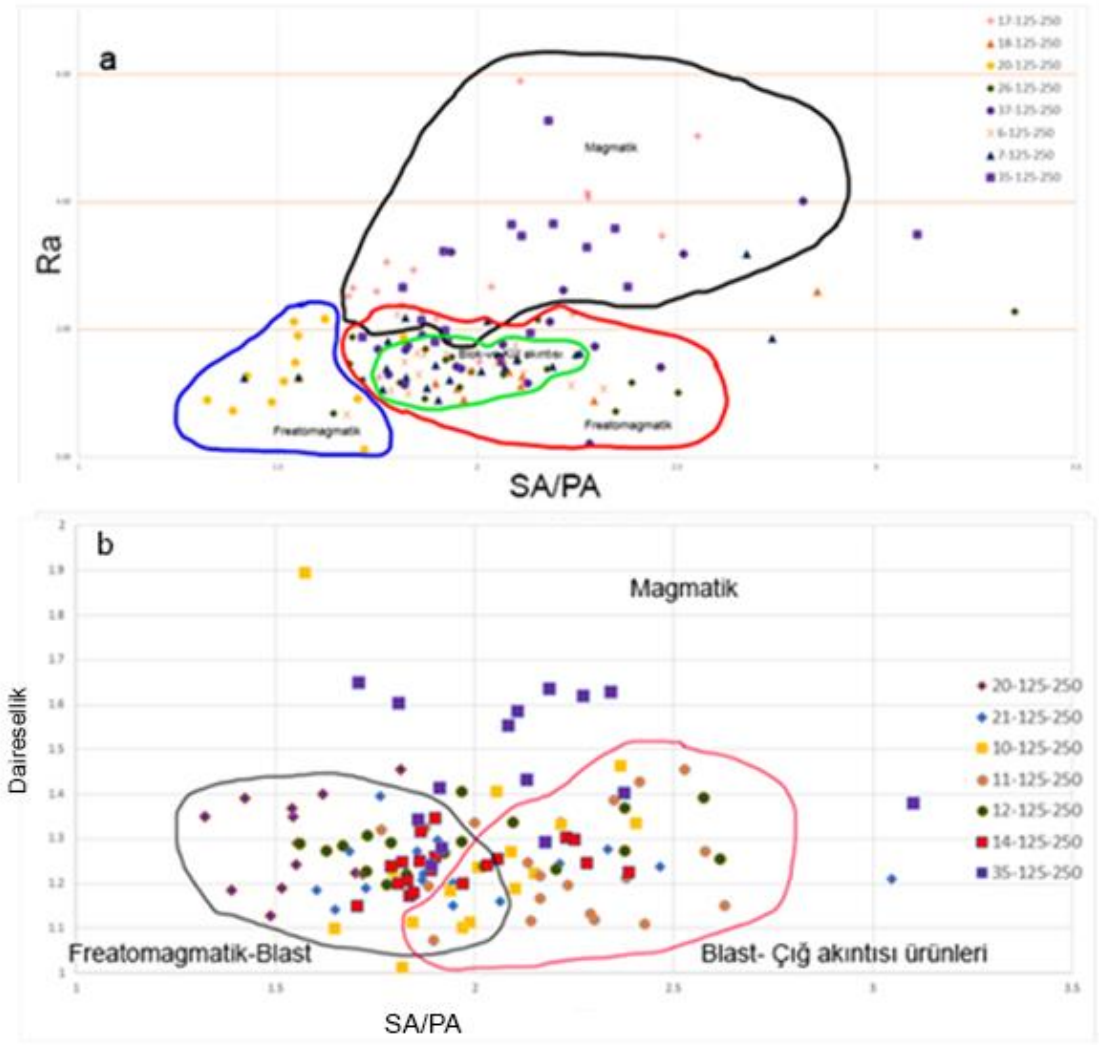
C-20-14 blast örneğinde bulunan tanelerin çoğunun, C-20-26 Acıgöl freatomagmatiklerine, C-20-37 Göllüdağ asidik freatomagmatiklerine göre göreceli olarak daha yüksek biçim katsayısı değerleri ve daha düşük SA/PA değerleri aldığı gözlemlenmiştir (Şekil 10.9). C-20-12 blast örneğinin biçim katsayısı parametresi daha geniş dağılım aralığına sahiptir. Diğer taraftan C-20-14 blast örneği Karapınar bazik freatomagmatiklerine göre göreceli olarak daha yüksek biçim katsayısı değerleri almaktadır.



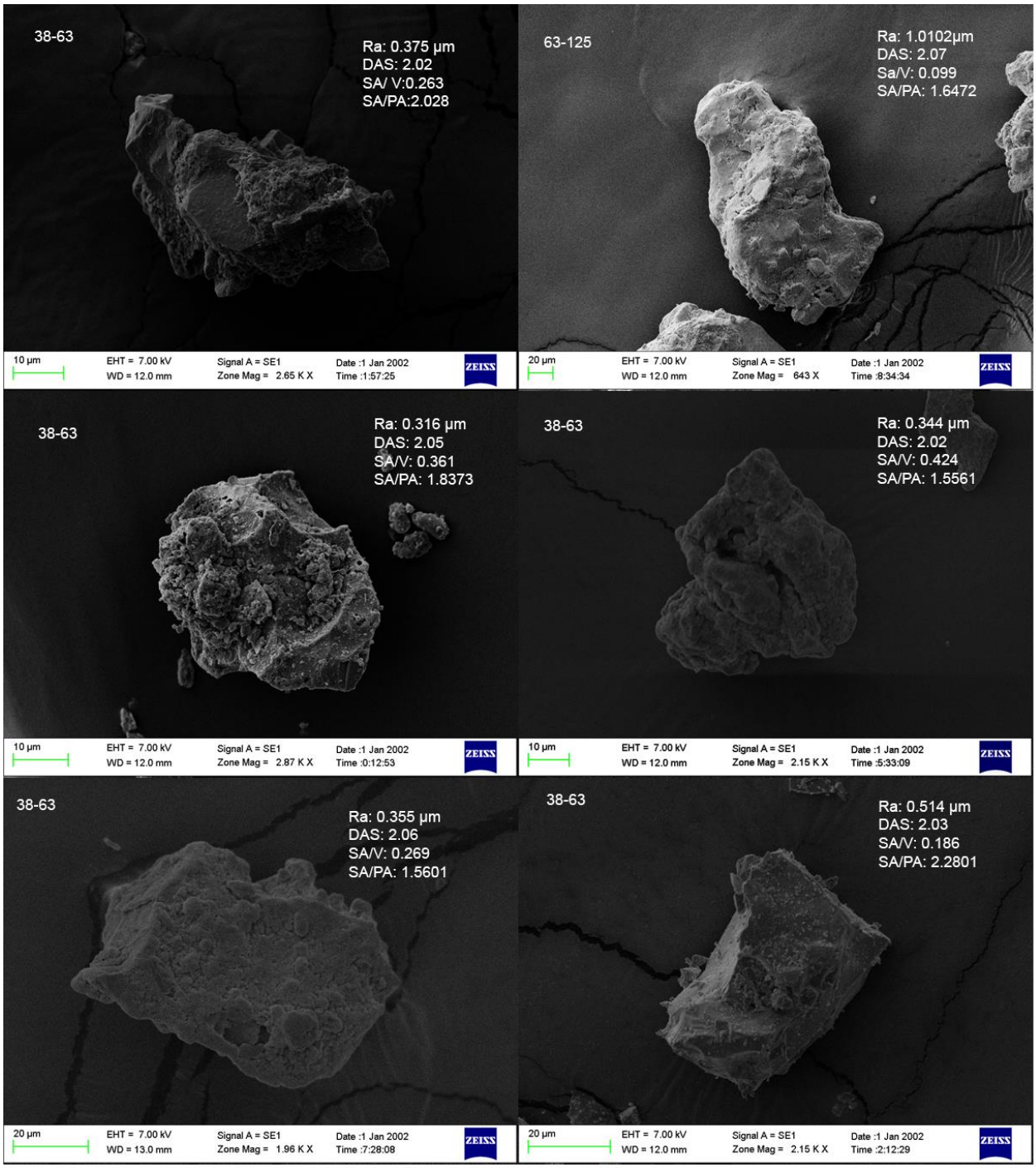
Şekil 10. 9. Biçim katsayısına karşı SA/PA grafiği, C-20-14 blast çökelleri yüksek biçim katsayısı ve düşük SA/PA değerleri almaktadır.



Şekil 10. 10. (a) Dairesellik- Pürüzlülük grafiği, grafikte Freatomagmatik-Magmatik alanlar, (b) SA/PA-Biçim katsayısı grafiği, C-20-20 (ince kül) örneğinin aldığı düşük SA/PA değerleri ile gösterdiği belirgin ayrımlanma, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir, (c) SA/PA- Dairesellik grafiği, C-20-20 örneğinin gösterdiği belirgin ayrımlanma, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir



Şekil 10. 11. SA/PA- Ra grafiği (bazik freatomagmatik C-20-17, C-20-18, C-20-20, C-20-26; Asidik freatomagmatik C-20-37, Blok-ve-kül akıntısı C-20-06 ve C-20-07; C-20-35 Pliniyen pomza geri düşme), C-20-20 (Meke gölü-Freatomagmatik) örneği belirgin ayrımlanma gözlemlenmektedir (Mavi çerçeve). Blok-ve-kül akıntısı örneklerini yaklaşık olarak temsil eden alanlar, Freatomagmatik ve magmatik alanlar belirlenmiştir. Siyah çerçeve magmatik alanı, yeşil çerçeve blok-ve-kül akıntısı alanını, kırmızı çerçeve freatomagmatikleri göstermektedir. (b) SA/PA-Dairesellik grafiği, Blast çökelleri freatomagmatik patlamalar ile yaklaşık olarak benzer morfolojik parametre değerleri almaktadır, Çığ akıntısı ürünleri-blast taneleri (C-20-10 ve C-20-11 çığ akıntısı, C-20-12 ve C-20-14 blast) bazı blast taneleri- freatomagmatik (C-20-20,C-20-21 (bazik freatomagmatikler)) çökellere göre göreceli olarak daha yüksek SA/PA değerleri almaktadır.



Şekil 10. 12. Küçük tane boyunda yüksek alterasyon sebebiyle özellikle pürüzlülük (Ra) yüksek değerler almaktadır.

11. SONUÇLAR

Farklı patlama dinamikleri ile oluşmuş çeşitli kül partiküllerinin tane boyu analizleri ve istatistiksel parametreleri, kimyasal ve morfolojik analiz değerlendirmeleri sonucunda aşağıdaki sonuçlar belirlenmiştir;

1. Meke gölü, Acıgöl örneklerinden alınan volkanik cam kimyası analizleri bazik-ortaç kimyayı işaret etmektedir. Bununla beraber, blast çökelleri, blok-ve- kül akıntısı örnekleri, çığ akıntısı çökelleri, ignimbirit ve lahardan alınan cam örnekleri riyolitik bileşim sunmaktadır. Buna karşın Hasandağı'nın çevresinde bulunan riyolitik merkezle eş zamanlı olarak bazaltik magmatizma üreten cüruf konilerinden alınan örneklerin volkanik cam kimyası analizlerine göre camların andezitik, trakiandezitik bileşimde olduğu belirlenmiştir.
2. Meke gölünden ve Acıgöl'den alınan örneklerde cürufların içerisinde bulunan mikro ve kriptokristalin plajiyoklazların labrador ve bitovnit olduğu belirlenmiştir.
3. Kimyadan bağımsız olarak iki boyutlu morfolojik analizlerde magmatik kökenli camların gözenekliliği yüksek olup, bu tanelerin daha yüksek dairesellik x dikdörtgensellik değerleri, daha düşük biçim katsayısı ve sağlamlık değerleri aldığı belirlenmiştir. Freatomagmatik patlamalar ile oluşan volkanik küller ise daha yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri alırken, daha düşük dairesellik x dikdörtgensellik değerleri almaktadır. Blok ve kül akıntıları, freatomagmatiklere benzer şekilde gözeneksiz, bloksu morfoloji sunmalarına bağlı olarak yüksek sağlamlık ve biçim katsayısı değerleri, düşük dikdörtgensellik x dairesellik değerleri almaktadır.
4. Üç boyutlu analizlerde gözenekliliği yüksek tanelerin genellikle yüksek pürüzlülük, Fraktal boyut ve SA/PA değerleri aldığı belirlenmiştir ama gözenekliliğin yoğunluğuna bağlı olarak Fraktal boyut değerlerinde azalma ve artmaların olabileceği bununla beraber bazı pomza ve cüruf parçalarının da göreceli olarak, daha düşük fraktal değerleri alabileceği belirlenmiştir.

   Ayrıca, freatomagmatik patlamalarla oluşan volkanik camlarda ve blok ve kül akıntısı çökellerinde genellikle pürüzlülük, DSA ve SA/PA değerlerinin

düşük olduğu belirlenmiştir. Yüzeylerinde yoğun kırıklar olan daha bloksu tanelerin ise göreceli olarak daha yüksek pürüzlülük sunduğu belirlenmiştir. Fraktal boyut değerleri bazı freatomagmatik tanelerde, göreceli olarak, yüksek değerler alabilmektedir. Yüzey alanı genellikle magmatik kökenli tanelerde daha yüksek değerlere sahiptir.

5. Tane boyu dağılımlarına bakıldığında Stromboliyen ve Pliniyen tipi patlamalara ait geri düşme çökellerinin, kaba tane boylarında dağılım ve pozitif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. Magmanın su ile teması sonucunda gerçekleşen patlamalar sonucu oluşmuş volkanik küllerin daha ince tane boylarında yoğunlaştığı ve negatif çarpıklık gösterdiği belirlenmiştir. İstatiksel parametreler değerlendirildiğinde phi cinsinde yapılan hesaplamalarda geri düşme çökellerinin pozitif çarpıklık değerleri; taban yayılımı ürünleri, blok-ve-kül akıntısı, çığ akıntısı çökelleri, lahar, ignimbirit ve bazı blast örneklerinin genellikle negatif çarpıklık değerleri aldığı belirlenmiştir.
6. Meke gölü- Karapınar örneklerinde freatomagmatik kökenli taban yayılımı ürünlerinin negatif fragmantasyon faktörü değerleri alırken, magmatik kökeni temsil eden cüruf seviyelerinin pozitif fragmantasyon faktörü değerleri aldığı tespit edilmiştir.
7. Blok ve kül akıntısı örneklerinin freatomagmatik kökenli tanelerle benzer morfoloji sunduğu ancak çok yüzlü (polyhedron) volkanik külleri de bünyesinde barındırdığı ve çok yüzlü (polyhedron) örneklerin göreceli olarak daha yüksek fraktal boyut (DSA) değerleri aldığı gözlemlenmiştir.
8. Hasandağı'nın çevresinde gözlemlenen hümoki yapılarında çığ akıntısı çökelleri içinde blast olabileceği düşünülen seviyeler bulunmuştur. Hümoki yapıları içinde bulunan seviyelerden biri daha kaba taneli ve kötü boylanmış (C-20-12), diğeri daha ince taneli ve orta derecede bir boylanma (C-20-14) göstermektedir. Volkanik camlardan alınan analizler riyolitik bileşimdedir. Özellikle C-20-14 blast örneği asidik fretomagmatik patlamalar sonucu oluşan taban yayılımı çökellerine göre göreceli olarak daha yüksek değer aralıklarında biçim katsayısı değerleri ve daha düşük SA/PA değerleri almaktadır.
9. Alterasyonun morfolojik parametreleri etki ettiği belirlenmiştir. Özellikle freatomagmatik kökenli volkanik küllerin yüzeylerine yapışık halde

bulunan alterasyonların tanelerin pürüzlülük parametresi başta olmak üzere yüzey morfoloji parametrelerine etkidiği gözlemlenmiştir.

12. KAYNAKLAR

Abbott, P.M., Jensen, B.J.L., Lowe, D.J., Suzuki, T., Veres, D., Crossing new frontiers: extending tephrochronology as a global geoscientific research tool. *Journal of Quaternary Science*, 35, (**2020),** 1–8.

Alloway, B., McComb, P., Neall, V., Vucetich, C., Gibb, J., Sherburn A., Stirling, M., Stratigraphy, age, and correlation of voluminous debris-avalanche events from ancestral Egmont Volcano: implications for coastal plain construction and regional hazard assessment. Journal of the Royal Society of New Zealand 35(1–2): **(2005),** 299–267.

Alloway, B. V., Lowe, D.J., Larsen, G., Shane, P.A.R., Westgate, J.A., Tephrochronology. *Encyclopedia of Quaternary Science: Second Edition*. (**2013)** 277–304.

Anonim, Britannica, Volcanic eruption styles, https://www.britannica.com/science/Strombolian-eruption, (Erişim tarihi: 01.09.2021)

Anonim, The Climatic Toll of Volcanic Eruptions, https://www.albany.edu/news/74091.php, (Erişim tarihi: 20.08.2021)

Anonim, Strombolian activity on Mt. Etna in October 2002 http://sci.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Thumblinks/etnastromb_page.html, (Erişim tarihi: 23.08.2021)

Austin-Erickson, A., Büttner, R., Dellino, P., Ort, M.H., Zimanowski, B., Phreatomagmatic explosions of rhyolitic magma: Experimental and field evidence. J. Geophysical Research Solid Earth 113, **(2008)** 1–12.

Aydar, E., Gourgaud, A. "Hasan dağı strato volkanında magma odalarının gelişimi ve hakim petrojenetik süreçler". Yerbilimleri 15 **(1993)** 101-115

Aydar, E., Gourgaud, A., The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 85, (**1998)** 129–152.

Aydar, E., Magmatik Petrojenez. Boztuğ D., Otlu N. (eds) Lisansüstü Yaz okulu. Akçakoca- Düzce, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.61, **2001**.

Aydar, E., Çiner, A., Ersoy, O., ÉCochard, E., Fouache, E.G., Volcanic ash and tsunami record of the Minoan Late Bronze Age Eruption (Santorini) in a distal setting, southwestern Turkey. Journal of Quaternary Science. 36, (**2021**) 586–597.

Barberi, F., Macedonio, G., Pareschi, M.T., Santacroce, R. Mapping the tephra fallout risk: an example from Vesuvius, Italy. Nature 344. **(1990)** 142–144,

Barker. D. S., Maars, tuff rings and tuff cones The University of Texas at Austin, University of Texas Libraries,

https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/6292. 2009. (Erişim tarihi: 01.09.2021).

Belousov, A., Voight. B., Belousov.a M., Directed blasts and blast-generated pyroclastic density currents : a comparison of the Bezymianny 1956 , Mount St Helens 1980 , and Soufrière Hills , Montserrat 1997 eruptions and deposits, Bulletin of Volcanology, (**2007)** 701–740.

Belousov, A., Belousova, M., Hoblitt, R., Patia, H., The 1951 eruption of Mount Lamington, Papua New Guinea: Devastating directed blast triggered by small-scale edifice failure. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **2020** 106947.

Benet, D., Costa, F., Costa, F., Pedreros, G., Cardona, C., The volcanic ash record of shallow magma intrusion and dome emplacement at Nevados de Chillán Volcanic complex , Chile The volcanic ash record of shallow magma intrusion and dome emplacement at Nevados de Chillán Volcanic complex , Chile. Journal of Volcanology and Geothermal Research. (**2021**)107308.

Bernard, B., Takarada, S.,Andrade S. D., Dufresne A., Terminology and Strategy to describe Large Volcanic Landslides and Debris Avalanches. Volcanic Debris Avalanches from Collapse to Hazard. Roverato M., Dufresne A., Procter J.(eds) Springer. (**2021)** 51-75.

Blott, S.J., Pye, K., Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, 26 (**2001**) 1237–1248,

Bonadonna, C., Macedonio, G., Sparks, R.S.J., Numerical modelling of tephra fallout associated with dome collapses and Vulcanian explosions: application to hazard assessment on Montserrat. In: Druitt TH, Kokelaar BP (eds) The eruption of Soufriure Hills Volcano, Montserrat, from 1995 to 1999. Memoir, Geological Society, London, (**2002)** 517–537.

Bonadonna, C., Houghton, B.F.,. Total grain-size distribution and volume of tephra-fall deposits. Bulletin of Volcanology, 67 (**2005**) 441–456.

Branney, M.J., Kokelaar, B.P., Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites. Geological Society of London. Memoirs 27, (**2002**) 145.

Branney, M.J., Brown, R. J., Calder, E., Pyroclastic Rocks. Encyclopedia of geology. Elias S., Alderton D. (eds). Elsevier, Second edition, **2020.**

Brown, K.W., Wohletz K.H., Derivation of the Weibull distribution based on physical principlles and its connection to the RosinRammler and lognormal distributions. Journal of Applied Physics. 78 (4) (**1995)** 2758-2763.

Büttner, R., Dellino, P., La Volpe, L., Lorenz, V., Zimanowski, B.,. Thermohydraulic explosions in phreatomagmatic eruptions as evidenced by the comparison between pyroclasts and products from Molten Fuel Coolant Interaction experiments. Journal of Geophysical Research. Solid Earth 107,

ECV 5-1-ECV (**2002**) 5-14.

Büttner, R., Zimanowski, B., Mohrholz, C. O., Analysis of thermohydraulic explosion energetics. J. Appl. Phys. 98:043524, (**2005)**.

Calder, E.S., Lavallée, Y., Kendrick, J.E., Bernstein, M., 2015. Lava Dome Eruptions. The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). (2015). Academic Press, Elsevier, Second edition. (**2015)** 343–362.

Cannata, C.B., De Rosa, R., Donato, P., Donato, S., Lanzafame, G., Mancini, L., Houghton, B.F., First 3D imaging characterization of Pele's hair from Kilauea volcano (Hawaii). Scientific Reports, Nature. 9, (**2019)** 1–13.

Carrasco-Núñez, G., Holocene block-and-ash flows from summit dome activity of Citlaltepetl volcano, Eastern Mexico, Journal of Volcanology and Geothermal Research. 88, (**1999**) 47–66.

Cashman, K.V., Sturtevant, B., Papale, P., Navon, O. Magmatic Fragmentation. The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press**, (2000)** 421-431.

Cashman, K. V., Scheu, B., Magmatic Fragmentation, *The encyclopedia of volcanoes*. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press**,** Elsevier**,** Second edition. (**2015**) 545-555.

Castro, J.M., Bindeman I.N., Tuffen H., Schipper I., Explosive origin of silicic lava: textural and δD–H2O evidence for pyroclastic degassing during rhyolite effusion. Earth and Planetary Science Letters. **(2014)** 405:52–61.

Chinga, G. A. quadtree decomposition approach for surface assessment. Pattern Analysis and Applications, 9, (**2006)** 94-101,

Cioni, R., Marianelli, P., Santacroce, R., Sbrana, A., Plinian and Subplinian Eruptions. *The encyclopedia of volcanoes*. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press**, (2000)** 477-494**.**

Cioni, R., D'Oriano, C., Bertagnini, A., Fingerprinting ash deposits of small scale eruptions by their physical and textural features. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 177, (**2008)** 277–287.

Cioni, R., Pistolesi, M., Bertagnini, A., Bonadonna, C., Hoskuldsson, A., Scateni, B., Insights into the dynamics and evolution of the 2010 Eyjafjallajökull summit eruption (Iceland) provided by volcanic ash textures. *Earth and Planetary Science Letters,* 394, (**2014**) 111–123.

Cioni, R., Pistolesi, M., Rosi, M., Plinian ve Subplinian Eruptions. *The encyclopedia of volcanoes*. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). (2015). Academic Press, Elsevier, (**2015**) 519-535.

Clarke, A.B. Unsteady explosive activity: Vulcanian eruptions. Modelling Volcanic Proceses: The Physics and Mathematics of Volcanism. Fagents S. A., Gregg T.K.P Lopes R.M.C. (eds), Cambridge University Press, England (**2013**) 129–152.

Connor, C.B., Hill, B.E., Winfrey B., Franklin N.M., La Femina P.C., Estimation of volcanic hazards from tephra fallout. Natural Hazards Review 2: (**2001)** 33–42.

Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst RJ. The interpretation of Igneous Rock. Boston, George Allen and Unwin, London, 1979.

Crandell, D.R., Miller, C.D., Glicken, H.X., Christiansen, R.L., Newall, C.G., Catastrophic debris avalanche from ancestral Mount Shasta volcano, California. Geology,12, (**1984**)143–146.

Crandell, D.R. Gigantic debris-avalanche of Pleistocene age from ancestral Mount Shasta volcano, California, and debris avalanche hazard zonation. US Geological Survey, Bulletin 1861, (**1989**) 32.

Dellino, P., La Volpe, L., Image processing analysis in reconstructing fragmentation and transportation mechanisms of pyroclastic deposits. The case of Monte Pilato-Rocche Rosse eruptions, Lipari (Aeolian islands, Italy). Journal of Volcanology and Geothermal Research. 71, (**1996**) 13–29.

Dellino, P., Liotino, G., The fractal and multifractal dimension of volcanic ash particles contour: A test study on the utility and volcanological relevance. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 113, (**2002**) 1–18.

Dingwell, D.B., Volcanic dilemma: flow or blow? Science, 273, (**1996**) 1054-1055.

Dufresne, A., Siebert, L., Bernard, B., Distribution and Geometric Parameters of Volcanic Debris Avalanche Deposits. Volcanic Debris Avalanches from collapse to hazard, Advances in Volcanology. Roverato M., Dufresne A., Procter J.(eds) Springer. Nature Switzerland AG (**2021)**, 75-90.

Dufresne, A., Zernack, A., Bernard, K., Thouret, J-C., Roverato M., 2021 Sedimentology of Volcanic Debris Avalanche Deposits. Volcanic Debris Avalanches from collapse to hazard, Advances in Volcanology. Roverato M., Dufresne A., Procter J. (eds) Springer. Nature Switzerland AG **2021,** 175-210**.**

Druitt, T.H., Emplacement of the 18 May 1980 lateral blast deposit ENE of Mount St. Helens, Washington. Bulletin of Volcanology. 54, (**1992**) 554–572.

Dürig, T., Bowman, M.H., White, J.D.L., Murch, A., Mele, D., Verolino, A., Dellino, P., Particle shape analyzer Partisan - An open source tool for multi-standard two-dimensional particle morphometry analysis. Annals of Geophysics. 61, (**2018**) 1–19.

Ercan, T. "CENOZOIC VOLCANISM OF CENTRAL ANATOLIA". Bulletin of the Mineral Research and Exploration 107 **(1986)** 114-114

Erkan, Y., Magmatik Petrografi.TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: Yayın no:93. Ankara, (**2013**)140-150.

Ersoy, O., Chinga, G., Aydar, E., Gourgaud, A., Evren Cubukcu, H., Ulusoy, I., Texture discrimination of volcanic ashes from different fragmentation mechanisms: A case study, Mount Nemrut stratovolcano, eastern Turkey. Computers & Geosciences. 32, (**2006)** 936–946**.**

Ersoy, O., Gourgaud, A., Aydar, E., Chinga, G., Thouret, J.C., Quantitative scanning-electron microscope analysis of volcanic ash surfaces: Application to the 1982-1983 Galunggung eruption (Indonesia). Geological Society of America Bulletin. 119, (**2007**) 743–752.

Ersoy, O. Analyse morphologique quantitative des cendres des dépôts pyroclastiques d'origine hydrovolcanique et magmatique. *PhD thesis Université Blaise Pascal, France*, 132p. **(2007)**

Ersoy, O., 2010. Surface area and volume measurements of volcanic ash particles by SEM stereoscopic imaging. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 190, (**2010**) 290–296.

Ersoy, O., Aydar, E., Şen, E., Gourgaud, A., Contrasting fragmentation and transportation dynamics during the emplacement of Dikkartın rhyodacitic dome; Erciyes stratovolcano, central Turkey. Mediterranean Geoscience Reviews. 1, (**2019**) 223–242,**.**

Fiacco, R.J., R., Palais, J.M., Germani, M.S., Zielinski, G.A., Mayewski, P.A., Characteristics and possible source of a 1479 A.D. volcanic ash layer in a greenland ice core. Quaternary Research.**1993**.

Fisher, R. V., Heiken, G., Mt. Pelée, martinique: may 8 and 20, 1902, pyroclastic flows and surges. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 13, (**1982)** 339–371**.**

Fisher, R.V., Schmincke, H.U. Pyroclastic Rocks. Springer- Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, **1984**.

Folk, R.L. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. The Journal of Geology 62: (**1954**) 344–359.

Folk, R.L, Ward W.C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology 27: (**1957**) 3–26.

Freundt, A., Wilson C.J.N, Carey S.N., 2000. Ignimbrites and Block-and-Ash Flow Deposits. Encyclopedia of Volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press, London**, 2000,** 581-600.

Gerst, A, Hort, M, Aster, R.C., Johnson, J.B., Kyle P.R., The first second of

volcanic eruptions from the Erebus volcano lava lake, Antarctica—energies, pressures, seismology, and infrasound. Journal of Geophysical Research. Solid Earth 118:3318–40, (**2013)**.

Gevrek, A.İ., Kazanci, N ., İgnimbirit : oluşumu ve özellikleri, Jeoloji Mühendisliği, (**1991**) 39-42.

Giordano, G, Cas, R.A.F.,Classification of ignimbrites and their eruptions. Earth-Science Reviews, 220:103697, (**2021)**.

Glicken, H., Sedimentary architecture of large volcanic debris avalanches. In: Fisher RV, Smith GA (eds) Sedimentation in volcanic settings, SEPM (Society for Sedimentary Geology) special publication, vol 45, (**1991)** 99–106.

Glicken, H., Rockslide-debris avalanche of May 18, 1980, Mt. St. Helens volcano, Washington. Open-file Report 96-677. US Geological Survey. 90 pp, (**1996).**

Goldberg, S., Lake, F.R., HYDROVOLCANOES OF CENTRAL OREGON FIELD TRIP GUIDE and PRIMER. (**2018)**. http://files.sitebuilder.name.tools/bf/7d/bf7dbafe-4972-4cd9-a33e-6b808c91d1c5.pdf (Erişim tarihi: 01.09.2021)

Goldstein, J., Newbury, D., Joy, D., Lyman, C., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., Michael, J., Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis, New York, Springer Press, 687, (**2003).**

Gonnermann, H.M., Manga, M., The fluid mechanics inside a volcano. Annual Review of Fluid Mechanics, 39: (**2007**) 321–56.

Gonnermann, H.M., Magma fragmentation. Annual Review of Earth Planetary Science, 43, (**2015)** 431–458.

Gorshkov, G.S., Gigantic eruption of the Bezymianny volcano. Bulletin of Volcanology 20 (**1959)** 77–109.

Gorshkov, G.S., Directed volcanic blasts. Bulletin of Volcanology 26 (**1963**) 83–88,

Gueugneau, V., Kelfoun, K., Charbonnier, S., Germa, A., Carazzo, G., Dynamics and Impacts of the May 8th, 1902 Pyroclastic Current at Mount Pelée (Martinique): New Insights From Numerical Modeling. Frontiers in Earth Science, 8., **2020,** 279.

Guichard, F., Carey, S., Arthur, M.A., Sigurdsson, H., Arnold, M., Tephra from the Minoan eruption of Santorini in sediments of the Black Sea. Nature 363 (**1993)** 610–612.

Güllü, B., Kadıoğlu, Y.K, Meke ve Acıgöl (Karapınar-Konya) volkanitlerinin Petro-kimyasal özellikleri . Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri

Dergisi Pamukkale University Journal of Engineering Sciences vol 25, (**2019)** 325–335

Hein, L.R.O., Quantitative fractography by digital image processing: NIH Image macro tools for stereo pair analysis and 3-D reconstruction. Journal of Microscopy, 204, (**2001)** 17-28.

Heiken, G., Morphology and petrography of volcanic ashes. Geological Society of America Bulletin, 83, **(1972)** 1961-1988.

Heiken, G., An atlas of volcanic ash. Smithsonian Contributions to the Earth Sciences, 12, 101, **1974.**

Heiken, G., Wohletz, K.H., Volcanic Ash, California, University of California Press, Berkeley, p.245 (**1985)**

Heiken, G., Wohletz, K., Fragmentation processes in explosive volcanic eruptions. In: Sedimentation in Volcanic Settings (R. V. Fisher and G. Smith (eds), Society of Sedimentary Geology Special Publication, 45 (**1991)** 19-26,

Hickson, C., Spurgeon, T., Tilling, R., Adam, P., Factors Influencing Volcanic Hazards and the Morphology of Volcanic Landforms, Treatise on Geomorphology, Volume,13 (**2013)** 219-239

Hoblitt, R.P.,Miller, C.D., Vallance, J.W., Origin and stratigraphy of the deposit produced by the May 18 directed blast. The 1980 eruptions of Mount St. Helens, Washington. Lipman, P. W., & Mullineaux, D. R. (Eds.). (Vol. 1250). University of Washington Press. **(1982)** 401-420.

Houghton, B.F., Gonnermann H.M. Basaltic explosive volcanism: constraints from deposits and models. Chemie der Erde Geochemistry 68 (**2008**) 117–40,

Houghton, B.F., Wilson, C.J.N., Smith, R.T., Gilbert, J.S., Phreatoplinian eruptions. Encyclopedia of Volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). San Diego, CA: Academic Press (**2000)** 513–25,

Hungr, O., Classification and terminology. Jakob, Matthias, Oldrich Hungr, and Dr Matthias Jakob (eds). Debris-flow hazards and related phenomena. Vol. 739. Berlin: Springer,(**2005**) 9-21.

James, M.R., Lane, S.J., Houghton, B.F., Unsteady explosive activity: Strombolian eruptions. Modelling Volcanic Processes: The Physics and Mathematics of Volcanism. Fagents S. A., Gregg T.K.P Lopes R.M.C. (eds), Cambridge University Press, (**2013**) 107–29.

Kaminski, E., Jaupart, C., The size distribution of pyroclasts and the fragmentation sequence in explosive volcanic eruptions. Journal of Geophysical Research, 103, 29759–29779, (**1998)**.

Keller, J. “Quaternary maar volcanism near Karapinar in Central Anatolia”. Bulletin Volcanologique. 38(1), **(1974)** 378-396

Kelfoun, K., Gueugneau, V., Komorowski, J.C., Aisyah, N., Cholik, N., Merciecca, C. Simulation of block-and-ash flows and ash-cloud surges of the 2010 eruption of Merapi volcano with a two-layer model. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 122, **(2017)** 4277–4292.

Krumbein, W.C., Size frequency distribution of sediments and the normal phi curve. Journal of Sedimentary Petrology 8 **(1938)** 84–90,

Lacroix, A., La Montagne Pelée et ses eruptions. Masson, Paris, (**1904**) 1–650,

Leibrandt, S., Le Pennec, J.L., Towards fast and routine analyses of volcanic ash morphometry for eruption surveillance applications. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 297, (**2015**)11–27**.**

Le Bas, M.J., LeMaitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, Journal of Petrology, 27 (**1986**) 745-750.

Lipman, P. W., & Mullineaux, D. R. (Eds.). *The 1980 eruptions of Mount St. Helens, Washington* (Vol. 1250). University of Washington Press (1982).

Liu, E.J., Cashman, K. V., Rust, A.C.,. Optimising shape analysis to quantify volcanic ash morphology. GeoResJ 8, (**2015**) 14–30,

Lowe, D.J., Newnham, R.M., McFadgen, B.G., Higham, T.F.G., Tephras and New Zealand archaeology. Journal of Archaeological Science . 27, (**2000**) 859–870,

Lowe, D.J., Tephrochronology and its application: A review. Quaternary Geochronology. 6, (**2011**) 107–153.

Mackaman-Lofland, C., Brand, B.D., Taddeucci, J., Wohletz, K., Sequential fragmentation/transport theory, pyroclast size-density relationships, and the emplacement dynamics of pyroclastic density currents - A case study on the Mt. St. Helens (USA) 1980 eruption. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 275, (**2014)** 1–13**.**

Mills, O.P., Rose, W.I., Shape and surface area measurements using scanning electron microscope stereo-pair images of volcanic ash particles. Geosphere 6, (**2010**) 805–811.

Mimura, K., Kawachi, S. Nirasaki debris-avalanche, a catastrophic event at the Yatsugatake volcanic chain, central Japan. 1981 international association of volcanology and chemistry of the Earth’s interior, symposium on arc volcanism, abstracts, (**1981**) 237**.**

Morissey, M., Zimanowski, B., Wohletz, K., Buettner, R., Phreatomagmatic fragmentation. Encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson H, Houghton B,

McNutt SR, Rymer H, Stix J (eds) Academic Press, (**2000**) 431-447.

Murtagh, R.M., White, J.D.L., Pyroclast characteristics of a subaqueous to emergent Surtseyan eruption, black point volcano, california. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 267, (**2013**) 75–91.

Murray, J.B., van Wyk de Vries, B., Pitty, A, Sargent, P., Woller, L., Gravitational sliding of the Mt. Etna massif along a sloping basement. Bullettin of Volcanology, 80:40, **2018**

Nakagawa, M., Ohba, T.,. Minerals in Volcanic Ash 1: Primary Minerals and Volcanic Glass. Global Environmental Research, 6, (**2003**) 41–51,

Navon, O., Chekhmir, A., Lyakhovsky, V., Bubble growth in highly viscous melts: theory, experiments, and autoexplosivity of dome lavas. Earth and Planetary Science Letters 160, (**1998**) 763-776.

Nemeth, K., Kósik, S., Review of Explosive Hydrovolcanism. Geoscience. 10,44, (**2020**) 2-27.

Norini, G., Bustos, E., Arnosio, M., Baez, W., Zuluaga, M.C., Roverato, M., Unusual volcanic instability and sector collapse configuration at Chimpa volcano, central Andes. Journal of Volcanology and Geothermal Research 393:106808, **2020**

Nurfiani, D., Bouvet de Maisonneuve, C., Furthering the investigation of eruption styles through quantitative shape analyses of volcanic ash particles. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 354, (**2018**) 102–114.

Quane, S.L., Russell, J.K., Ranking welding intensity in pyroclastic deposits. Bulletin of Volcanology 76 (**2005**) 129–143.

Palmer, B.A., Neall, V.E., Contrasting lithofacies architecture in ring plain deposits related to edifice construction and destruction, the Quaternary Stratford and Opunake Formations, Egmont Volcano, New Zealand. Sedimentary Geology 74 (**1991**) 71–88.

Palmer, B.A., Alloway, B.V., Neall, V.E., Volcanic- debris-avalanche deposits in New Zealand—lithofacies organisation in unconfined, wet-avalanche flows. In: Fisher RV, Smith GA (eds). Sedimentation in volcanic settings, SEPM special publication, vol 45, (**1991**) 89–98.

Papale, P., Strain-induced magma fragmentation in explosive eruptions, Nature; 397(6718):425-428 **(1999).**

Peccerillo, A. and Taylor, S.R., Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic-Rocks from Kastamonu Area, Northern Turkey, Contributions to Mineralogy and Petrology, 58 (**1976**) 63-81.

Pouchou, J.L., Boivin, D., Beauchêne, P., Le Besnerais, G., Vignon, F., 3D reconstruction of rough surfaces by SEM stereo imaging. Microchimica Acta, 139, (**2002**) 135-144.

Pyne-O'Donnell, S.D.F., Hughes, P.D.M., Froese, D.G., Jensen, B.J.L., Kuehn, S.C., Mallon, G., Amesbury, M.J., Charman, D.J., Daley, T.J., Loader, N.J., Mauquoy, D., Street-Perrott, F.A., Woodman-Ralph, J., High-precision ultra-distal Holocene tephrochronology in North America. *Quaternary Science Reviews*. 52, (**2012**) 6–11.

Rausch, J., Grobéty, B., Vonlanthen, P., Eifel maars: Quantitative shape characterization of juvenile ash particles (Eifel Volcanic Field, Germany). Journal of Volcanology and Geothermal Research. 291, (**2015**) 86–100.

Rasband, W.S., ImageJ: National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, http://rsb.info.nih.gov/ij, (Erişim tarihi: 19.09.2021)

Riley, C.M., Rose, W.I., Bluth, G.J.S., Quantitative shape measurements of distal volcanic ash. Journal of Geophysical Research. Solid Earth 108, (**2003**) 1–15.

Rincon, M., Marquez, A., Herrera, R., Alonso-Torres, A., Granja-Bruña, J.L., van Wyk de Vries, B., Contrasting catastrophic eruptions predicted by different intrusion and collapse scenarios. Scientific Reports 8:6178, (**2018)**

Roberti G, Roberts N.J., Lit C., Climatic influence on volcanic landslides. Volcanic Debris Avalanches from collapse to hazard. Advances in volcanology. Roverato M, Dufresne A, Procter J (eds) Springer, (**2021)** 121-141.

Roverato, M., Di Traglia, F., Procter, J., Paguican, E., Dufresne, A., Factors Contributing to Volcano Lateral Collapse. Volcanic Debris Avalanches from collapse to hazard, Advances in Volcanology. Roverato M., Dufresne A, Procter J. (eds) Springer Nature Switzerland AG (**2021)** 91-119.

Rust, A.C., Cashman, K.V., Permeability controls on expansion and size distributions of pyroclasts. Journal of Geophysical Research, 116, (**2011).**

Ruzié, L., Moreira, M., Magma degassing process during Plinian eruptions. Journal of Volcanology and Geothermal Research 192, (**2010**) 142–150.

Schipper, C.I. Explosive Submarine Volcanism at Loihi Seamount. University of Otago, Hawaii **(2009).**

Schipper, C.I., Castro, J.M., Tuffen, H., James, M.R., How P., Shallow vent architecture during hybrid explosive-effusive activity at Cordon Caulle (Chile, 2011–12): evidence from direct observations and pyroclast textures. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 262 (**2013**) 25–37.

Self, S., Sparks R.S.J., Characteristics ofwidespread pyroclastic deposits formed by the interaction of silicic magma and water, Bulletin Volcanologique, **41**, Article number: 196-212, (**1978)**.

Self, S., Large-scale phreatomagmatic silicic volcanism: a case study from new Zealand. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 17 (**1983**) 433-469,

Siebert, L., Large volcanic debris avalanches: Characteristics of source areas, deposits, and associated eruptions. Journal of Volcanology and Geothermal Research 22, (**1984**) 163–197**.**

Shreve, R.L., The Blackhawk landslide. Geological Society of America Geological Society of America 108 (**1968**) 1-48**.**

Sheridan, M.F., Wohletz, K.H., Hydrovolcanic explosions: the systematics of water- tephra equilibration. Science, 212, (**1981**) 1387-1389**.**

Sheridan, M.F., Wohletz, K.H., Hydrovolcanism: Basic considerations and review. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 17, (**1983**) 1-29**.**

Smith, V.C., Volcanic markers for dating the onset of the anthropocene. *Geological Society, London, Special Publications*. 395, (**2014**) 283–299.

Sparks, R.S.J., Wilson, L., Sigurdsson, H., The Pyroclastic Deposits of the 1875 Eruption of Askja, Iceland. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 299 (1447), (**1981**) 241-273**.**

Taddeucci, J., Edmonds, M., Houghton, B., James, M.R., Vergniolle, S., Hawaiian and Strombolian Eruptions, *The encyclopedia of volcanoes*. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (eds.). Academic Press, Elsevier, Second Edition, (**2015)** 485-503.

Thompson, N., Bennett, M.R., Petford, N., Development of characteristic volcanic debris avalanche deposit structures: New insight from distinct element simulations. Journal of Volcanology and Geothermal Research 192 (**2010**) 191–200.

TS 6956. Geometrical product specification (GPS)-Surface texture: profile method- terms, definitions and surface texture parameters (In Turkish): Turkish Standard, **(2004)** 22.

Ui, T., Volcanic dry avalanche deposits: identifications and comparison with nonvolcanic debris stream deposits. Journal of Volcanology and Geothermal Research 18 (**1983**) 135–150,

Ui, T., Glicken, H., Internal structural variations in a debris-avalanche deposit from ancestral Mount Shasta, California, USA. Bulletin of Volcanology 48, (**1986**) 189–194.

Ui, T., Discrimination between debris avalanche and other volcaniclastic deposits. In ‘‘Volcanic Hazards’’ (J. H. Latter, eds.), IAVCEI Proc. Volcano. 1, **(1989)** 201–209.

Ui, T., Takarada. S,, Yoshimoto. M., Debris avalanches. Encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson H, Houghton B, McNutt SR, Rymer H, Stix J (eds) Academic Press, (**2000**) 617–626,

Urbanski, N.A., Eruption dynamics during Plinian eruptions: Insights from the

stratigraphic variations of deposit structures and pumice textures of the Minoan eruption (Santorini, Greece) and the Laacher See eruption (East Eifel, Germany), Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, (**2003)**.

Vallance, J.W., Lahars. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). The encyclopedia of volcanoes. Academic Press, London**, (2000)** 601–616,

Vallance, J.W., Iverson, R.M., Lahars and Their Deposits, The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.) Academic Press, Elsevier, Second Edition, (**2015)** 649-664.

Valderrama, P., Roche, O., Samaniego, P., van Wyk de Vries, B., Bernard K, Mariño J, Dynamic implications of ridges on a debris avalanche deposit at Tutupaca volcano (southern Peru). Bullettin of Volcanology, 78:14, (**2016)**

Van Wyk de Vries, B., Delcamp, A., Volcanic Debris Avalanches, Landslide Hazards, Risks, and Disasters. Elsevier, (**2015)** 131-153.

Valentine, G. A., Fisher, R.V., Pyroclastic Surges and Blasts. The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press. (**2000)** 571-580.

Vergniolle, S., Mangan, M., Hawaiian and Strombolian Eruptions. Encyclopedia of Volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., Stix, J. (Eds.). Second edition. Academic press, London, (**2000).** 447-463.

Vonlanthen, P., Rausch, J., Ketcham, R.A., Putlitz, B., Baumgartner, L.P., Grobéty, B., High-resolution 3D analyses of the shape and internal constituents of small volcanic ash particles: The contribution of SEM micro-computed tomography (SEM micro-CT). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 293, (**2015**) 1–12**.**

Wadge, G., Ryan, G., Calder, E.S., June. Clastic and core lava components of a silicic lava dome. Geology 37, (**2009**) 551-554.

Walker, G.P.L., Grain-size characteristics of pyroclastic deposits. Journal of Geology, 79, (**1971**) 696-714.

Walker, G.P.L., Croasdale, R., Characteristics of some basaltic pyroclastics. Bulletin of Volcanology, 35, (**1972**) 303-317.

Walker, G.P., Explosive volcanic eruptions—a new classification scheme. Geologische Rundschau, 62, (**1973)** 431-446.

Walker, G. P. L., The Taupo pumice: products of the most powerful known (ultraplinian) eruption? Journal of Volcanology and Geothermal Research 8:69-94, (**1980).**

White, J.D.L, Houghton, B.F. Surtseyan and related phreatomagmatic eruptions

The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press, London**, (2000)** 495–511.

Wilson, C.J.N., Houghton, B.F., Pyroclastic Transport ve Deposition. The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press, London**, (2000)** 545-555**.**

Wohletz, K.H., Krinsley, D., Scanning electron microscopy of basaltic hydromagmatic ash. Los Alamos National Laboratory Report, LA-UR 82-1433, (**1982**) 43.

Wohletz, K.H., Sheridan, M.F., A model for pyroclastic surges. Geological Society of America Special Paper 180: (**1979**) 177-194,

Wohletz, K.H., Sheridan, M.F., Hydrovolcanic explosions II. Evolution of basaltic tuff rings and tuff cones. American Journal of Science, 283, (**1983**) 385–413.

Wohletz, K.H., Mechanisms of hydrovolcanic pyroclast formation: Grain-size, scanning electron microscopy, and experimental studies. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 17, (**1983**) 31–63.

Wohletz, K.H., Sheridan, M.F., Brown, W.K., Particle Size Distributions and Sequential Fragmentation/Transport Theory Applied to Volcanic Ash., Journal of Geophysical Research, Vol.94, No.11 (**1989)** 15, 703-15.721,

Wohletz, K., Heiken, G. Volcanology and Geothermal Energy. Berkeley. University of California Press, 450 p. ISBN-13: 978-0520079144 **(1992)**.

Wohletz, K., Orsi, G., de Vita, S., Eruptive mechanisms of the Neapolitan Yellow Tuff interpreted from stratigraphic, chemical, and granulometric data. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 67, (**1995**) 263–290**.**

Wohletz, K., Brown, W., 1995. Particulate size distributions and sequential fragmentation/transport theory. The Los Alamos National Laboratory, NSF/JSPS AMIGO-IMI Seminar, Santa Barbara, CA, June 8-13, **1995,** 235-241.

Wohletz, K., Zimanowski, B., Büttner, R. Magma–water interactions. Modeling Volcanic Processes: The Physics and Mathematics of Volcanism, Sarah A. Fagents, Tracy K. P. Gregg, and Rosaly M. C. Lopes (eds.). Published by Cambridge University Press **(2013)** 230–256.

Woods, A.W., Sustained explosive activity: volcanic eruption columns and Hawaiian fountains. Modelling Volcanic Proceses: The Physics and Mathematics of Volcanism. Fagents S. A., Gregg T.K.P Lopes R.M.C. (eds), Cambridge University Press, (**2013**) 107–29.

Yun, S.-H., Lee, J.-H., Kim, Sunkyeong, Chang, C., Cho, E., Yang, I., Kim, Y., Kim, Sanghyun, Lee, K., Kim, Seongwook, Macedonio, G., TITAN2D Simulations of Pyroclastic Flows from Small Scale Eruption at Mt.

Baekdusan. Journal of the Korean earth science society, 34(7), (**2013**) 615–625**.**

Zimanowski, B., Wohletz, K., Dellino, P., Büttner, R., The volcanic ash problem. Journal of Volcanology and Geothermal Research. 122, (**2003**) 1–5**.**

Zimanowski, B., Büttner, R., Dellino, P., White, J.D.L., Wohletz, K.H., Magma - Water Interaction and Phreatomagmatic Fragmentation. The encyclopedia of volcanoes. Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S., Rymer, H., & Stix, J. (Eds.). Academic Press, Elsevier, (**2015**) 473–484.

EKLER

EK-1 Volkanik cam kimyasal analiz sonuçları (%)

Meke gölü

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Meke gölü- kül-1	64.93205	0.953692	16.03941	6.29583	0.0021	2.112276	3.443482	3.225003	2.996154	100
Meke gölü- kül-2	62.58336	2.400434	15.26375	7.089894	0.017842	1.868504	4.546549	2.762972	3.46669	100
Meke gölü- kül-3	63.99409	1.212982	15.72877	7.307431	0.172319	2.1062	4.169958	2.439613	2.868643	100
Meke gölü- kül-4	62.61582	2.211978	15.43388	8.635871	0.093133	2.30715	4.715903	1.230141	2.756126	100
Meke gölü- kül-5	66.47745	1.407462	15.58619	6.187683	0.002135	1.521131	3.57707	1.61453	3.626349	100
Meke gölü- kül-6	63.09399	1.407677	15.75925	7.932844	0.002639	1.708158	3.646103	3.01013	3.439211	100
Meke gölü- kül-7	63.8496	0.984422	17.80468	7.443359	0.457086	1.64849	4.32982	1.243865	2.238671	100
Meke gölü- kül-8	63.16431	1.99832	15.04454	6.677229	0.002809	1.932235	4.902207	2.891981	3.386363	100
Meke gölü- kül-9	63.92087	1.688716	15.43124	6.738173	0.040768	1.957896	3.95817	3.018874	3.245297	100
Meke gölü- kül-10	61.35096	1.55327	19.2428	4.891942	0.086508	1.453941	5.644014	3.196394	2.580175	100
Meke gölü- kül-11	63.9116	1.060242	15.69032	6.962304	0.003762	1.969735	4.238003	3.204513	2.959521	100
Meke gölü- kül-12	62.2368	0.288057	21.6891	2.801005	0.00359	1.105778	6.714613	3.683332	1.477724	100
Meke gölü- kül-13	62.59114	2.313483	15.56292	6.965826	0.48908	2.100723	4.456113	2.91956	2.60116	100
Meke gölü- kül-14	62.02297	1.816967	15.13618	7.504466	0.490097	2.086234	3.889356	3.588753	3.464973	100
Meke gölü- kül-15	61.78654	1.640749	15.80274	8.612825	1.565691	2.250236	3.698671	2.411792	2.230763	100
Meke gölü- kül-16	60.35252	1.580791	15.67825	7.780118	0.459586	2.522573	4.235081	4.635255	2.755819	100
Meke gölü- kül-17	62.79034	1.403712	15.96369	7.209828	0.577622	2.484861	2.708641	4.331149	2.530151	100
Meke gölü- kül-18	60.50731	1.540761	15.70762	6.707832	0.319256	3.308613	4.932696	5.656758	1.319154	100

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Meke gölü- kül-2-1	62.73581	0.533798	15.34549	8.893258	0.395223	2.494334	4.308787	2.74865	2.54465	100
Meke gölü- kül-2-2	62.66565	1.604551	15.69089	7.331515	0.086207	2.634402	5.016023	2.39151	2.579252	100
Meke gölü- kül-2-3	61.85251	1.869628	15.19083	7.564041	0.465459	1.959545	5.450445	2.471447	3.176091	100
Meke gölü- kül-2-4	60.3685	2.614556	14.95666	6.37343	0.203932	2.335832	6.334438	3.198912	3.613739	100
Meke gölü- kül-2-5	61.95638	2.165161	15.45094	7.270803	0.010045	2.564297	4.869073	3.223616	2.489685	100
Meke gölü- kül-2-6	61.57637	3.483852	14.98158	6.329392	0.008977	1.733612	5.083675	2.848049	3.954489	100
Meke gölü- kül-2-7	60.99049	1.534649	15.03522	8.19706	0.857773	2.148206	4.564214	3.77195	2.900436	100
Meke gölü- kül-2-8	62.09169	1.123754	15.55128	7.828947	0.010008	2.507376	5.035193	2.907179	2.944574	100
Meke gölü- kül-2-9	60.9777	1.725283	15.71079	8.036236	0.210639	2.250802	4.936192	2.891786	3.260574	100
Meke gölü- kül-2-10	59.55231	3.328865	14.81434	8.350583	0.261532	1.802111	5.532834	3.150598	3.206832	100
Meke gölü- kül-2-11	62.65242	2.867004	14.5661	8.408313	0.009402	1.093824	3.777665	2.977376	3.647905	100
Meke gölü- kül-2-12	60.89937	2.751137	15.32666	7.459458	0.009194	1.999489	4.783266	3.551216	3.220216	100
Meke gölü- kül-2-13	60.93047	3.163935	15.435	5.715402	0.008669	2.478835	6.076026	3.26675	2.924912	100
Meke gölü- kül-2-14	59.30422	3.375422	14.88409	7.103491	0.013705	2.271137	6.345893	3.308083	3.393957	100
Meke gölü- kül-2-15	63.40381	1.084469	15.2804	7.29871	0.01005	2.367002	3.863279	3.642269	3.05001	100
Meke gölü- kül-2-16	63.04505	0.509075	15.04334	7.968228	0.409293	2.214666	4.557424	3.271986	2.980936	100
Meke gölü- kül-2-17	60.7048	0.095898	14.9516	9.324276	1.824468	2.475876	4.442542	3.108005	3.072536	100

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Meke gölü- Cüruf-1	63.19052	1.972495	15.3635	7.786513	0.183526	2.173798	3.306438	3.120186	2.903033	100
Meke gölü- Cüruf-2	64.42372	0.84624	20.26472	1.596771	0.039295	0.042401	4.690117	5.13983	2.95691	100
Meke gölü- Cüruf-3	63.54098	1.737387	15.52563	7.272274	0.091073	2.010278	4.466465	2.106491	3.249429	100
Meke gölü- Cüruf-4	62.40967	1.783017	15.4584	7.023275	0.001103	2.275047	5.212279	2.446328	3.390876	100
Meke gölü- Cüruf-5	65.61555	1.937444	15.87525	6.225048	0.061755	0.560494	3.932168	2.715659	3.076639	100
Meke gölü- Cüruf-6	64.42581	1.543386	14.5394	8.414717	0.278921	1.890972	4.149626	1.54266	3.214502	100
Meke gölü- Cüruf-7	62.74853	1.604577	14.91948	7.996659	0.172909	2.343308	5.016107	1.944826	3.253596	100
Meke gölü- Cüruf-8	62.63861	1.674696	14.51188	8.505508	0.419117	2.023149	4.63094	2.141245	3.454865	100
Meke gölü- Cüruf-9	62.95612	2.314656	15.1879	5.608441	1.772874	1.093245	1.346766	5.149806	4.570196	100
Meke gölü- Cüruf-10	57.8392	2.211578	17.80165	8.22335	0.391719	1.992431	5.049643	4.784602	1.705821	100
Meke gölü- Cüruf-11	60.59901	1.600437	19.11505	3.958616	0.425468	0.735013	5.818361	4.859701	2.888338	100
Meke gölü- Cüruf-12	80.47965	0.639596	9.030216	3.540963	0.280755	0.341241	0.003165	1.592377	4.092036	100
Meke gölü- Cüruf-13	54.78085	2.749713	14.78171	9.241234	2.008256	3.379777	4.402823	6.528151	2.127488	100

EK-1- devam ediyor.

Acıgöl

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Acıgöl-1	52.93804	1.505463	15.35426	10.03481	0.065057	5.88378	8.987936	2.88586	2.344791	100
Acıgöl-2	76.03048	0.00309	13.25122	1.892163	1.237305	0.050369	0.001699	3.831898	3.701774	100
Acıgöl-3	56.09224	0.153822	27.68181	1.006871	0.001005	0.080291	11.59097	2.043173	1.349822	100
Acıgöl-4	53.32604	1.282198	15.79886	10.30845	0.112834	5.193045	8.932797	2.69471	2.351069	100
Acıgöl-5	53.87644	1.738892	16.94645	11.48347	0.001003	3.168491	7.985395	3.1516	1.648266	100
Acıgöl-6	60.07155	1.01529	22.91078	1.845245	0.000967	0.000727	8.448669	4.404981	1.301786	100
Acıgöl-7	63.52607	1.6039	16.83577	4.897128	0.32206	2.582615	3.197735	3.824292	3.210424	100
Acıgöl-8	50.43336	3.047598	14.70433	12.39053	1.136526	2.499643	9.733122	4.665291	1.389596	100

Göllüdağ asidik freatomagmatik

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Asidik freatomagmatik-1	79.11738	0.079538	12.84128	0.386123	0.134587	0.00122	0.001031	2.816092	4.622755	100
Asidik freatomagmatik-2	79.48426	0.485391	12.97585	0.296773	0.002073	0.00125	0.234944	1.869728	4.649736	100
Asidik freatomagmatik-3	78.61164	0.639795	12.76755	0.541964	0.224303	0.001214	0.56649	1.836359	4.810687	100
Asidik freatomagmatik-4	79.91057	0.001702	13.21972	0.697183	0.167813	0.00121	0.00103	2.033747	3.967028	100
Asidik freatomagmatik-5	79.44806	0.023023	13.01431	0.794599	0.002394	0.001358	0.18487	2.478817	4.05257	100
Asidik freatomagmatik-6	80.10309	0.169245	12.83522	0.449177	0.494544	0.001165	0.298539	1.834741	3.814277	100
Asidik freatomagmatik-7	80.76683	0.1383	12.90243	0.421463	0.002179	0.001278	0.001067	1.820042	3.946412	100
Asidik freatomagmatik-8	79.12825	0.002147	12.07937	0.516482	0.188432	0.00141	0.001301	2.384854	5.697748	100
Asidik freatomagmatik-9	79.62322	0.001759	12.78591	0.50935	0.483343	0.001239	0.001094	2.156617	4.437475	100
Asidik freatomagmatik-10	79.25092	0.347109	12.59366	0.286187	0.001994	0.001218	0.360531	2.105905	5.052474	100
Asidik freatomagmatik-11	79.99852	0.001673	12.61109	0.726984	0.496452	0.001225	0.053339	1.831201	4.279524	100
Asidik freatomagmatik-12	82.23256	0.001818	11.03512	0.118495	0.158676	0.001368	0.001154	2.410938	4.039872	100
Asidik freatomagmatik-13	79.65398	0.001809	12.71569	0.399952	0.291982	0.001279	0.001123	2.41521	4.518968	100
Asidik freatomagmatik-14	79.12825	0.002147	12.07937	0.516482	0.188432	0.00141	0.001301	2.384854	5.697748	100

Blok-ve-kül akıntısı

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Blok-ve-kül akıntısı-1	82.26486	0.111481	10.86499	0.608585	0.497037	0.002951	0.002482	0.911545	4.736065	100
Blok-ve-kül akıntısı-2	79.7782	0.003165	12.29669	1.221111	1.249355	0.003202	0.002195	1.221366	4.224714	100
Blok-ve-kül akıntısı-3	72.30464	0.004047	17.75806	0.005197	0.646123	0.00341	4.518356	2.738582	2.021584	100
Blok-ve-kül akıntısı-4	83.61925	0.710212	9.992185	0.186131	0.004118	0.003413	1.023865	0.18122	4.279606	100
Blok-ve-kül akıntısı-5	79.3706	0.439093	11.72659	1.065683	0.004365	0.003131	1.447935	1.091219	4.851374	100
Blok-ve-kül akıntısı-6	80.02256	0.764881	11.38068	1.363348	0.004675	0.002851	0.636837	1.346787	4.477377	100
Blok-ve-kül akıntısı-7	81.0792	0.061385	10.8605	0.244707	0.004106	0.002914	0.489497	1.991301	5.266393	100
Blok-ve-kül akıntısı-8	78.67108	0.853072	12.57557	0.333232	0.004486	0.003111	1.553828	1.773916	4.231697	100
Blok-ve-kül akıntısı-9	70.95466	0.337521	17.95306	0.493548	0.042013	0.001618	4.284135	3.511044	2.422406	100
Blok-ve-kül akıntısı-10	79.30233	0.001918	13.11838	0.365113	0.002156	0.001464	0.987724	2.615502	3.605416	100
Blok-ve-kül akıntısı-11	81.26499	0.850541	10.78233	0.617958	0.002493	0.001685	0.672369	1.33683	4.470801	100
Blok-ve-kül akıntısı-12	78.10907	0.31331	13.52629	0.424229	0.002353	0.001606	1.740629	2.220103	3.662413	100
Blok-ve-kül akıntısı-13	82.38503	0.00206	10.95229	0.314017	0.002249	0.001622	0.001349	1.558744	4.78263	100
Blok-ve-kül akıntısı-14	67.56437	0.170721	20.11234	0.327081	0.012915	0.208658	4.553101	5.421661	1.62916	100
Blok-ve-kül akıntısı-15	71.65665	0.008911	17.54995	0.234287	0.011121	0.197667	3.049045	5.076557	2.215811	100
Blok-ve-kül akıntısı-16	77.55792	0.202139	13.30421	1.523727	0.424871	0.120101	0.002981	3.481736	3.382317	100
Blok-ve-kül akıntısı-17	74.92916	0.143743	14.51104	0.753796	0.12	0.334007	1.931462	4.673333	2.603452	100
Blok-ve-kül akıntısı-18	80.26668	0.008791	12.15851	0.693728	0.058797	0.004034	0.004743	3.103963	3.700747	100
Blok-ve-kül akıntısı-19	80.3599	0.233278	10.87773	1.438356	0.124674	0.004035	0.005429	2.428497	4.528108	100
Blok-ve-kül akıntısı-20	81.21895	0.263138	11.39233	0.520725	0.012246	0.112805	0.005095	2.42142	4.053299	100
Blok-ve-kül akıntısı-21	79.73099	0.177236	11.2686	1.885607	0.014547	0.004102	0.00546	2.611712	4.301741	100
Blok-ve-kül akıntısı-22	80.40358	0.009019	11.70376	1.631093	0.013969	0.271069	0.004904	2.896918	3.065688	100
Blok-ve-kül akıntısı-23	78.00741	1.14374	10.63923	1.905096	0.1858	0.261401	0.552637	2.786037	4.518653	100
Blok-ve-kül akıntısı-24	80.85482	1.063527	11.03297	0.993966	0.012128	0.043727	0.635419	2.033584	3.329861	100
Blok-ve-kül akıntısı-25	80.3599	0.233278	10.87773	1.438356	0.124674	0.004035	0.005429	2.428497	4.528108	100
Blok-ve-kül akıntısı-26	77.09753	1.232348	12.04853	1.458706	0.982581	0.003873	0.886799	2.666524	3.623108	100

EK-1- devam ediyor.

Çığ akıntı ürünleri

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Çığ akıntı ürünleri-1	84.05477	0.458458	9.628879	0.245305	0.002965	0.040951	0.623136	1.420752	3.524788	100
Çığ akıntı ürünleri-2	80.25737	0.029172	12.49246	0.163465	0.003212	0.001989	0.695318	2.441706	3.915315	100
Çığ akıntı ürünleri-3	80.13775	0.002366	12.40049	0.933164	0.500424	0.00203	0.00159	1.74565	4.276537	100
Çığ akıntı ürünleri-4	80.2655	0.053121	12.39098	0.326058	0.003305	0.002004	0.579966	2.254544	4.124526	100
Çığ akıntı ürünleri-5	80.47829	0.002625	12.943	0.839908	0.050279	0.002043	0.357842	1.521782	3.804234	100
Çığ akıntı ürünleri-6	79.36248	0.056412	12.58028	0.734389	0.003395	0.066915	0.856442	1.940769	4.398916	100
Çığ akıntı ürünleri-7	79.09469	0.454277	12.46327	0.411295	0.003316	0.006095	0.933494	1.52777	5.105796	100
Çığ akıntı ürünleri-8	78.20288	0.160143	12.48872	0.988455	0.404873	0.002182	0.848505	1.805726	5.098515	100
Çığ akıntı ürünleri-9	79.49046	0.016382	12.56884	0.903397	0.00154	0.01688	0.598943	2.667321	3.736229	100
Çığ akıntı ürünleri-10	78.7332	0.62374	12.34081	0.754837	0.079035	0.000973	0.648815	2.457569	4.36102	100
Çığ akıntı ürünleri-11	79.24618	0.058083	12.64517	0.841866	0.08505	0.004449	0.620134	2.216376	4.282694	100
Çığ akıntı ürünleri-12	78.97223	0.397856	12.4915	0.524168	0.001403	0.000941	0.840779	2.245088	4.526037	100
Çığ akıntı ürünleri-13	78.63971	0.31035	12.43972	0.603101	0.008142	0.002687	0.777723	2.621426	4.597132	100
Çığ akıntı ürünleri-14	78.18455	0.370366	11.87093	0.623849	0.279887	0.00272	1.230937	2.394124	5.042635	100
Çığ akıntı ürünleri-15	77.61818	0.247938	12.84258	0.731671	0.006212	0.003329	1.052623	3.66822	3.829243	100
Çığ akıntı ürünleri-16	77.83642	0.004841	12.78189	1.536081	0.006112	0.185461	0.684382	3.588904	3.375905	100
Çığ akıntı ürünleri-17	78.01975	0.506354	13.27833	0.754712	0.005899	0.258579	0.822683	2.180825	4.172864	100
Çığ akıntı ürünleri-18	79.85199	0.004129	12.60809	0.533603	0.005764	0.196023	0.400556	3.305175	3.094673	100
Çığ akıntı ürünleri-19	78.44136	0.27107	12.62096	1.247811	0.050916	0.046529	0.59932	2.966153	3.755884	100
Çığ akıntı ürünleri-20	79.65776	0.144564	12.86519	0.363199	0.002746	0.026073	0.432609	3.08977	3.418094	100
Çığ akıntı ürünleri-21	78.98888	0.250606	12.75034	0.800055	0.003053	0.04052	0.520026	2.672933	3.973584	100
Çığ akıntı ürünleri-22	77.45488	0.127003	12.41793	0.825024	0.205075	0.012999	1.028697	3.154227	4.774161	100

Blast çökelleri

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Blast-1	77.84548	0.002106	13.73174	1.329338	0.129258	0.111014	0.719401	3.089259	3.042404	100
Blast-2	79.05151	0.563097	12.85307	0.316006	0.004054	0.00242	0.49775	2.660945	4.051145	100
Blast-3	78.78233	0.760546	12.85229	0.397518	0.004204	0.002492	0.468104	2.755804	3.976712	100
Blast-4	79.77802	0.003318	12.08171	0.734869	0.448537	0.038563	0.002253	2.226224	4.686506	100
Blast-5	79.53404	0.82898	12.91731	0.301356	0.004044	0.00255	0.49069	1.692648	4.228388	100
Blast-6	77.97304	0.959956	12.63313	0.414946	0.036357	0.002561	0.748513	2.516304	4.715193	100
Blast-7	77.71492	0.441043	12.95246	0.777835	0.00485	0.002884	1.092139	2.940124	4.073737	100
Blast-8	79.01895	0.003681	13.00628	0.694447	0.62907	0.002866	0.002355	2.825022	3.817327	100
Blast-9	78.78697	0.447097	12.72649	0.463648	0.005074	0.003099	0.251809	3.042762	4.273048	100
Blast-10	77.30704	0.00361	13.89239	1.092063	0.41909	0.115272	0.533252	3.392443	3.244832	100
Blast-11	79.86874	0.003547	13.14527	0.293572	0.004278	0.02314	0.251535	3.084848	3.325075	100
Blast-12	77.11306	0.776188	13.70067	0.34314	0.004546	0.002802	0.788564	3.163506	4.107528	100
Blast-13	78.34413	0.063098	13.35539	0.569981	0.244828	0.185965	0.479202	3.226829	3.530578	100
Blast-14	87.6601	0.305672	7.46745	0.61912	0.005459	0.00276	0.457171	1.4664	2.01587	100
Blast-15	77.3429	0.652942	13.01376	0.683724	0.004067	0.014101	0.477558	2.802204	5.00875	100
Blast-16	76.83446	0.003381	13.70913	0.004565	0.086188	0.002275	1.419639	5.043986	2.89638	100
Blast-17	78.5597	0.012268	13.18883	1.357256	0.562384	0.098449	0.335061	1.893599	3.992458	100
Blast-18	75.67225	0.080034	13.37165	1.936994	0.459045	0.221708	0.545102	4.195223	3.517998	100

EK-1- devam ediyor.

İgnimbirit

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
İgnimbirit-1	79.3674	0.911568	12.59632	0.204894	0.00347	0.002325	0.793024	2.086257	4.034739	100
İgnimbirit-2	79.35235	0.263036	12.83036	0.028744	0.003554	0.002395	0.571106	3.191054	3.757398	100
İgnimbirit-3	77.91361	1.077045	13.26019	0.453652	0.003215	0.00231	1.065116	2.868238	3.35662	100
İgnimbirit-4	77.80806	0.345601	13.3972	0.003766	0.003423	0.002198	1.152806	3.036848	4.250107	100
İgnimbirit-5	80.35089	0.00297	12.87034	0.203634	0.06496	0.00216	0.55159	1.895352	4.058101	100
İgnimbirit-6	79.99952	0.644712	13.1608	0.214585	0.003042	0.002233	0.866854	1.753235	3.355021	100
İgnimbirit-7	79.5526	0.833778	12.80349	0.169215	0.003323	0.002137	0.579936	1.034759	5.020767	100
İgnimbirit-8	77.90379	0.813233	13.35402	0.560913	0.003386	0.002184	1.232913	2.003037	4.126526	100
İgnimbirit-9	79.95798	0.373835	13.08415	0.059088	0.003155	0.001981	0.479922	1.713698	4.326189	100
İgnimbirit-10	78.70416	0.18695	12.77997	0.003392	0.003058	0.002085	0.742326	2.771466	4.806594	100
İgnimbirit-11	78.32009	1.388057	13.23786	0.367491	0.003049	0.002328	1.347957	1.655646	3.677513	100
İgnimbirit-12	79.2609	0.680582	13.02008	0.113624	0.003061	0.002233	0.892058	2.38589	3.641571	100
İgnimbirit-13	79.9057	0.181708	13.0209	0.074315	0.003225	0.002195	0.576444	2.057558	4.177952	100
İgnimbirit-14	79.06353	0.585831	13.03204	0.034235	0.002954	0.002314	0.902331	2.231181	4.145578	100
İgnimbirit-15	81.94766	0.049556	12.45385	0.003165	0.002836	0.002177	0.342548	0.626881	4.571325	100

Pliniyen tipi patlama

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Pliniyen tip patlama-1	77.97746	0.107571	13.158	0.697621	0.217401	0.103989	0.087678	4.083183	3.567094	100
Pliniyen tip patlama-2	79.70755	0.001961	13.30689	0.680494	0.433254	0.102243	0.001075	2.52127	3.245262	100
Pliniyen tip patlama-3	79.58368	0.001884	13.32663	0.692226	0.06412	0.000883	0.001074	2.751771	3.577732	100
Pliniyen tip patlama-4	78.43434	0.001843	12.85305	1.210638	0.649922	0.000842	0.001058	3.049894	3.798415	100
Pliniyen tip patlama-5	79.08971	0.002009	13.1781	0.784307	0.66993	0.000835	0.05063	2.49347	3.731012	100
Pliniyen tip patlama-6	80.19714	0.001893	13.26762	0.323095	0.002547	0.05893	0.087312	2.755585	3.305879	100
Pliniyen tip patlama-7	79.69781	0.047636	13.39377	0.414828	0.002494	0.028802	0.001056	2.4209	3.992703	100
Pliniyen tip patlama-8	79.07798	0.003794	13.2552	1.02496	0.785754	0.001563	0.002145	1.982723	3.865883	100
Pliniyen tip patlama-9	79.81567	0.344789	13.42335	1.049786	0.154626	0.03719	0.052947	1.72442	3.397222	100
Pliniyen tip patlama-10	77.47848	0.003626	13.21701	1.447955	0.751836	0.001545	0.002063	2.837388	4.260102	100
Pliniyen tip patlama-11	77.869	0.003147	13.18245	1.286242	1.359479	0.072244	0.001879	2.803458	3.422097	100
Pliniyen tip patlama-12	78.93895	0.003442	13.1809	0.818506	0.802582	0.046483	0.001975	2.629453	3.577707	100
Pliniyen tip patlama-13	76.03048	0.00309	13.25122	1.892163	1.237305	0.050369	0.001699	3.831898	3.701774	100
Pliniyen tip patlama-14	80.17539	0.000883	12.87674	0.568787	0.010349	0.000656	0.000559	1.714245	4.652392	100
Pliniyen tip patlama-15	80.37498	0.000946	12.81874	0.803547	0.432738	0.000667	0.000587	1.771207	3.796583	100
Pliniyen tip patlama-16	79.53082	0.000954	12.91006	1.114374	0.428178	0.000673	0.000593	2.034937	3.979411	100
Pliniyen tip patlama-17	80.10248	0.435643	13.49381	0.176096	0.006807	0.081326	0.261436	2.227802	3.214591	100
Pliniyen tip patlama-18	80.28609	0.005437	13.21418	2.031421	1.137201	0.002467	0.003129	1.173095	2.146975	100
Pliniyen tip patlama-19	77.55792	0.202139	13.30421	1.523727	0.424871	0.120101	0.002981	3.481736	3.382317	100

EK-1-devam ediyor.

Stromboliyen tipi patlama

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-1	61.65119	0.006391	19.64612	3.930646	0.572883	1.627995	6.51018	4.41624	1.638355	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-2	61.65016	2.586984	14.83532	6.622125	0.009856	2.104735	6.047601	2.056461	4.086759	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-3	62.77597	3.421622	14.52113	6.199098	0.00806	2.555405	5.124965	2.88453	2.509224	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-4	58.92801	1.492635	15.44539	8.8486	0.726303	1.989368	6.262212	4.415769	1.891706	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-5	58.82277	3.501576	14.39869	7.221882	0.009535	2.309944	6.125407	4.463971	3.146231	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-6	62.13808	0.675373	15.04404	8.974441	0.032115	2.152064	3.96761	3.868584	3.147695	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-7	59.45813	2.388671	14.21734	7.277556	0.009829	2.601975	6.061396	3.012866	4.972243	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-8	59.25324	1.811588	13.84176	8.671884	1.354733	2.393457	5.206179	3.458407	4.008749	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-9	61.05954	2.908934	14.7629	7.062839	0.008981	2.287119	5.440006	2.617509	3.852178	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-10	62.28376	1.413928	15.4569	7.986934	0.67844	2.340649	4.00287	3.613688	2.222836	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-11	60.48733	1.701986	15.31634	7.257688	0.273129	2.794168	4.953942	3.08713	4.128285	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-12	64.80723	0.006135	16.35056	6.668176	0.009989	1.948961	3.386664	4.222525	2.599758	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-13	61.79074	2.349747	15.78081	6.377562	0.009918	2.833462	4.778893	3.291329	2.787548	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-14	60.40054	2.423695	14.98791	6.505414	0.009089	2.62518	6.542255	2.756206	3.749719	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-15	61.5418	1.656552	14.88519	8.289461	0.325598	2.622595	4.724865	2.843041	3.11089	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-16	61.64609	1.88433	15.19068	5.801495	0.008845	2.733054	5.623245	4.234147	2.878119	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-17	58.57119	2.92823	15.4153	7.581683	0.322491	3.011719	5.831889	3.378338	2.959162	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-18	62.19676	2.211434	15.79625	5.384577	0.008898	2.455547	5.449325	3.192254	3.304952	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-19	60.4082	2.758769	14.88709	7.212277	0.3862	2.498025	5.240377	3.218013	3.391057	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-20	61.20142	2.276379	15.18317	7.385984	0.105642	2.670438	5.319337	2.727667	3.129966	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-21	61.4891	4.688464	14.73063	5.016187	0.007985	2.173143	7.053026	1.676913	3.164545	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-22	61.50329	1.399084	14.43215	8.485408	0.303322	2.184263	5.717686	2.524714	3.450086	100
Stromboliyen tip patlama-Cüruf-23	63.46697	1.908874	14.91383	6.366224	0.009326	2.379476	4.687099	2.758167	3.510027	100

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Stromboliyen tip patlama-Kül-1	59.53624	3.435476	14.75937	6.551812	0.009151	2.768461	6.182144	3.275085	3.482264	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-2	62.7735	0.005898	14.66584	9.612935	1.146184	2.717715	3.790884	2.740253	2.546795	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-3	59.42908	1.863262	15.83961	6.792024	0.009446	3.110598	7.234372	3.28088	2.440731	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-4	60.02294	3.488175	14.81304	8.776494	0.764409	2.696166	3.308311	1.897906	4.232559	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-5	62.25132	2.559545	15.66035	6.388805	0.008928	2.451712	4.501427	3.542276	2.635632	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-6	62.10335	0.524323	15.77922	6.992507	0.009374	3.409459	4.63169	4.346036	2.204037	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-7	57.33767	2.897389	14.45443	8.275636	0.077951	2.361736	7.058911	3.032628	4.503649	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-8	60.06995	2.549499	15.16762	6.800695	0.010122	2.826069	5.984636	3.558074	3.033334	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-9	58.45919	4.462494	14.02098	7.185865	0.009573	2.14144	6.901933	3.095785	3.722746	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-10	59.71542	0.563165	15.22091	9.815583	1.922711	2.26441	4.084316	3.562532	2.850959	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-11	61.68535	0.736887	14.44163	9.035478	1.007936	2.536962	4.193066	3.605656	2.75703	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-12	61.95087	2.657634	14.48286	6.606099	0.01518	2.414208	5.120762	3.389875	3.362507	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-13	59.61061	4.61684	14.68721	6.471022	0.009298	2.087227	5.547454	2.901496	4.068845	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-14	61.38828	2.258565	15.25271	6.430659	0.009426	2.709436	5.562004	2.926819	3.462098	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-15	61.19475	1.649379	15.353	7.256787	0.009277	2.995462	5.328776	3.350084	2.862484	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-16	60.47059	1.289525	14.51658	7.759799	0.521687	3.40282	5.319333	3.374192	3.345478	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-17	62.60239	0.86951	17.38488	4.52436	0.010195	1.539159	5.965893	5.210729	1.892887	100
Stromboliyen tip patlama-Kül-18	66.43623	1.326239	18.25888	2.797338	0.010189	0.444566	3.86292	4.638925	2.224707	100

Lahar

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Lahar-1	77.33255	0.015117	13.56133	1.024757	0.459176	0.201956	0.157677	2.562692	4.684747	100
Lahar-2	77.91361	0.402912	12.665	0.96969	0.00287	0.100828	0.828998	3.222625	3.893466	100
Lahar-3	69.81295	0.002167	18.69387	1.049539	0.480297	0.062303	2.638332	4.542502	2.71804	100
Lahar-4	79.67907	0.442166	13.84054	0.551614	0.323839	0.00149	0.327575	1.232755	3.600948	100
Lahar-5	78.95215	0.002211	13.75337	1.282522	0.042568	0.022124	0.616197	2.015364	3.3135	100
Lahar-6	68.03546	0.09877	20.13199	0.167411	0.002567	0.085787	3.959219	5.769572	1.749229	100
Lahar-7	73.43047	0.929495	15.73728	1.002703	0.002816	0.063392	1.872846	4.322984	2.638015	100
Lahar-8	82.25626	0.616608	12.10819	0.758622	0.0025	0.001569	0.324498	0.849355	3.082399	100
Lahar-9	79.06937	0.002173	12.77615	0.893571	0.205411	0.015477	0.50887	2.785172	3.743812	100
Lahar-10	73.86163	0.919559	11.33817	4.55688	1.357037	0.543076	0.006463	4.114347	3.302842	100
Lahar-11	73.43153	0.302751	11.56492	4.269464	1.75886	0.792007	0.446439	4.09634	3.337685	100
Lahar-12	81.21895	0.263138	11.39233	0.520725	0.012246	0.112805	0.005095	2.42142	4.053299	100
Lahar-13	68.31094	2.120057	12.30278	4.846155	2.199346	0.078581	1.446596	4.337997	4.357547	100
Lahar-14	71.08235	0.895737	13.10257	4.038487	1.26532	0.327461	0.597545	4.791795	3.898731	100

EK-2- Meke gölü ve Acıgöl, Karapınar plajiyoklaz minerallerine ait analiz sonuçları (%)

Meke gölü

Lokasyon- örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Karapınar Meke gölü- İnce kül	53.62876	0.671749	29.79771	0.059408	0.002136	0.001484	13.1185	2.686136	0.286148	100.252
Karapınar Meke gölü- İnce kül	51.0802	0.628237	29.92239	0.00258	0.002296	0.001535	15.19093	2.095438	0.421164	99.34477
Karapınar Meke gölü- İnce kül	56.4189	0.002469	27.2498	0.476275	0.002737	0.057065	10.30729	3.056762	0.494753	98.06605
Karapınar Meke gölü- İnce kül	58.871	0.003462	25.91595	0.129196	0.047509	0.002527	9.28698	3.49893	1.244559	99.00011
Karapınar Meke gölü- Cüruf	53.33211	0.000873	30.10964	0.740222	0.001058	0.070568	12.84087	3.080916	0.477917	100.6542
Karapınar Meke gölü- Cüruf	57.5255	0.000878	25.05468	0.900709	0.000979	0.169934	9.02588	4.297026	0.861066	97.83666
KarapınarMeke gölü- Cüruf	55.63227	0.000866	27.27647	0.896467	0.001009	0.09181	10.09434	4.209844	0.537724	98.74079
KarapınarMeke gölü- Cüruf	52.81391	0.000862	30.43734	0.560527	0.070668	0.00061	13.70176	2.440934	0.331187	100.3578
Karapınar Meke gölü- Cüruf	56.83273	0.200757	27.42241	0.663062	0.00094	0.033043	10.79742	3.927398	1.008484	100.8862
Karapınar Meke gölü- Cüruf	53.62696	0.000873	29.43917	0.786667	0.177599	0.000612	13.1909	2.791307	0.332327	100.3464
Karapınar Meke gölü- Cüruf	55.63227	0.000866	27.27647	0.896467	0.001009	0.09181	10.09434	4.209844	0.537724	98.74079
Karapınar Meke gölü- Cüruf	52.27167	0.000894	29.77302	0.607598	0.022884	0.000604	14.09644	2.664901	0.452905	99.89091

Acıgöl

Örnek	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Toplam
Acıgöl- Karapınar-1	53.6586	0.000877	31.26855	0.57316	0.001026	0.000642	13.86572	1.978015	0.197873	101.5445
Acıgöl- Karapınar-2	50.66571	0.000863	32.25329	0.569858	0.001031	0.000632	14.79851	1.307841	0.156376	99.75412
Acıgöl- Karapınar-3	51.86078	0.000925	31.78816	0.474957	0.079555	0.000631	14.94363	1.515581	0.328938	100.9932
Acıgöl- Karapınar-4	50.69422	0.000881	32.15577	0.708412	0.185361	0.00063	15.47072	1.415258	0.204048	100.8353
Acıgöl- Karapınar-5	55.09339	0.187695	25.38734	1.52644	0.001001	0.034867	9.880295	3.731441	0.726375	96.56884
Acıgöl- Karapınar-6	57.64706	0.000825	25.84743	1.928423	0.182957	0.15192	9.014071	4.058701	0.786646	99.61804
Acıgöl- Karapınar-7	52.78683	0.000847	26.66344	1.364698	0.036973	0.062786	11.47837	2.791695	0.532996	95.71863
Acıgöl- Karapınar-8	55.72148	0.000839	26.71281	1.717891	0.146364	0.377302	10.97014	3.547665	0.582122	99.77661
Acıgöl- Karapınar-9	54.99156	0.131051	27.95542	1.163895	0.001003	0.013657	12.11628	2.850899	0.567279	99.79105
Acıgöl- Karapınar-10	53.89269	0.000914	28.47908	0.780247	0.001014	0.000647	12.60967	2.912967	0.359173	99.0364

EK-3-Elek analizi sonuçları (g)

ÖRNEK NO			C-20-002	C-20-003	C-20-004	C-20-006	C-20-007	C-20-008	C-20-010	C-20-011	C-20-012	C-20-014	C-20-015	C-20-035	C-20-036
			Stromboliyen tip patlama	Stromboliyen tip patlama	Stromboliyen tip patlama	Blok-ve-kül akıntısı	Blok-ve-kül akıntısı	Lahar	Çığ akıntı ürünleri	Çığ akıntı ürünleri	Blast	Blast	İgnimbirit	Pliniyen tip patlama	Pliniyen tip patlama
ELEME ÖNCESİ AĞIRLIK (g)	Elek aralığı (mm)		997.35	554.05	6164.83	1447.33	1186.38	1955.46	500.24	1117.98	1258.73	623.4	904.9	1077.6	781.03
Elek üstü (g)	31.5	31.5	0	0	5254.91	0	0	0	0	301.72	0	0	0	52.02	0
	22.4	22.4/-31.5	0	0	17.95	0	31	0	11.65	0	0	0	107.59	120.33	0
	16	16/-22.4	5.93	11.46	52.89	0	71.41	37.5	10.83	9.21	18.17	0	11.58	91.57	0
	11.2	11.2/-16	10	36.55	30.9	8.38	78.15	44.78	24.73	12.4	11.37	0	23.22	198.03	10.22
	8	8/-11.2	20.36	32.99	23.02	7.92	55.52	42.16	12.84	13.26	37.61	0	18.63	174.91	5.18
	5.6	5.6/-8	49.66	37.82	26.84	15.18	55.99	74.25	12.83	16.69	67.55	0	23.06	149.59	5.8
	4	4/-5.6	72.29	32.82	33.32	29.05	46.51	70.12	16.06	16.44	87.76	0.2	23.98	84.38	10.6
	2	2/-4	318.34	100.63	158.12	88.9	101.33	153.34	48.18	51.83	228.29	1.75	63.35	102.11	32.94
	1	1/-2	457.36	170.84	317.24	154.11	135.62	195.83	75.85	106.11	286.53	57.44	87.77	49.53	73.85
	0.5	0.5/-1	53.11	66.64	141.79	135.13	106.18	180.1	47.62	104.36	183.63	186.4	68.57	21.6	84.78
	0.25	0.25/-0.5	5.39	20.32	66.15	262.4	153.17	343.79	58.76	144.98	183.13	298.93	99.14	12.64	133.19
	0.125	0.125/-0.25	0.71	15.84	17.25	252.25	122.25	323.87	52.88	103.09	80.75	60.73	87.72	5.63	127.38
	0.063	0.063/-0.125	1.62	20.53	15.68	373.34	141.15	384.84	71.71	151.93	50.99	13.56	182.31	7.67	169.58
	0.038	0.038/-0.063	1.13	5.02	4.66	93.73	75.67	82.11	36.18	73.76	14.97	1.26	90.51	3.35	103.99
		pan	0.4	1.14	0.55	16.54	5.99	9.45	17.94	2.8	4.88	0.35	11.99	1.2	17.69
ELEME SONU AĞIRLIK (g)			996.3	552.6	6161.27	1436.93	1179.94	1942.14	498.06	1108.58	1255.63	620.62	899.42	1074.56	775.2

Bazik ve asidik freatomagmatik örnekler													
ÖRNEK NO			C-20-17	C-20-22	C-20-24	C-20-20	C-20-25	C-20-19	C-20-23	C-20-21	C-20-18	C-20-026	C-20-037
			Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Meke gölü	Acıgöl	Göllüdağ
ELEME ÖNCESİ AĞIRLIK (g)	Elek aralığı (mm)		831.2	780.92	418.61	552.82	668.19	764.64	315.6	379.68	948.96	1036.08	997.9
Elek üstü (g)	31.5	31.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22.4	22.4/-31.5	36.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	16/-22.4	85.58	0	25.99	0	0	0	0	0	0	4.79	19.09
	11.2	11.2/-16	120.53	0.99	22.47	0	0	1.52	1.94	0	0	4.68	2.8
	8	8/-11.2	120.37	0.68	31.27	0	4.78	2.84	2.92	2.48	0	31.67	0.72
	5.6	5.6/-8	132.39	12.44	26.38	0	14.3	21.78	5.18	9.85	1.7	33.33	8.23
	4	4/-5.6	102.95	22.86	20.72	0	19.95	43.9	8.52	11.86	6.13	36.81	11.45
	2	2/-4	125.51	127.18	32.44	0	56.39	179.82	29.53	20.83	43.49	114.67	44.58
	1	1/-2	62.83	298.32	49.95	1.78	106.61	257.32	69.06	28.56	179.14	182.01	127.68
	0.5	0.5/-1	20.67	162.98	45.72	40.67	80.43	116.13	50.78	39.41	205.4	147.81	162.35
	0.25	0.25/-0.5	12.2	96.11	52.98	161.24	85.93	64.99	44.07	84.33	263.41	186.19	242.17
	0.125	0.125/-0.25	6.2	27.87	39.44	212.12	79.3	25.24	27.7	64.91	153.58	113.32	165.59
	0.063	0.063/-0.125	4.28	18.92	49.56	127.77	145.47	24.35	48.5	73.01	81.91	127.19	148.86
	0.038	0.038/-0.063	0.81	7.42	16.18	8.83	60.85	20.35	22.25	36.11	7.46	42.81	52.31
	pan	pan	0.29	1.49	2.13	1.55	8.2	2.75	3.28	4.6	0.64	4.24	5.59
ELEME SONU AĞIRLIK (g)			830.84	777.26	415.23	553.96	662.21	760.99	313.73	375.95	942.86	1029.52	991.42