ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rifat DERMAN

AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE PATLATMA VERİMİNİN ANALİZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLETME YÖNTEMİ İLE PATLATMA VERİMİNİ ANALİZİ

Rifat DERMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez ../../2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

……	…….....	…..…….
Prof. Dr. Suphi URAL	Prof. Dr. A. Mahmut KILIÇ	Dr. Öğretim Üye Bayram Ali MERT
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDE SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE PATLATMA VERİMİNİN ANALİZİ

Rifat DERMAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Suphi URAL
Yıl: 2019, Sayfa: 61
Jüri : Prof. Dr. Suphi URAL
: Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
: Dr. Öğr. Üye. Bayram Ali MERT

Bu çalışmanın amacı; kontrollü patlatma uygulamaları sonucunda elde edilen cevher veya pasa yığınlarının kamera görüntülerinden açık kodlu olan ImageJ versiyon 1.52a yazılımı kullanılarak tane boyut dağılımlarını hızlı bir şekilde tahmin edebilme imkanı sağlamak için madenciliğe uygun bir işlem sırası belirlenebilmesidir. Bu amaç doğrultusunda, ImageJ versiyon 1.52a yazılımı ile daha önceden laboratuvarda elek analizi yapılmış referans görüntü üzerinde bir işlem sırası geliştirilmiştir Geliştirilen bu işlem Adana'nın Karaisalı bölgesinde bulunan kireçtaşı ocağında uygulanmış ve patlatmanın verim analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yığındaki taneciklerin %50'sinin 25 mm'den daha küçük boyutlu olduğu anlaşılmış olup Kırma-eleme tesisinden çıkan nihai ürünün %50'sinin boyutunun 5 mm'den küçük olması istenilmektedir. Bu durumda kırma-eleme tesisi öncesinde elde edilen ürünün tane boyutunun 5 kat düşürülmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Görüntü İşleme, Patlatma Tane Boyut Dağılımı, ImageJ Yazılımı,

ABSTRACT

MSc THESIS

THE ANALYSIS OF BLASTING EFFICIENCY USING DIGITAL IMAGE PROCESSING IN OPEN PIT MINING

Rifat DERMAN

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Suphi URAL
Year: 2019, Pages : 61
Jury : Prof. Dr. Suphi URAL
: Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ
: Assist. Prof. Dr. Bayram Ali MERT

The aim of this study is to determine a suitable mining sequence ores or mine dumps obtained from controlled blasting applications, in order to quickly estimate particle size distributions by using open source Image version 1.52a software. In accordance with this purpose; A sequence of operations was developed with ImageJ version 1.52a on the reference image, which was made with sieve analysis previously in the laboratory. This developed process has been applied in limestone quarry in Karaisalı region of Adana and efficiency of blasting has been analyzed. As a result, it is understood that 50% of the particles in the heap before crushing process are smaller than 25 mm and it is desirable that 50% of the final product exiting the crushing-screening plant are less than 5 mm in size. In this case the grain size of obtained product has to be reduced 5 times in the crushing-screening plant.

Key Words: Digital Image Processing, Blasting, Partical Size Distributions, ImageJ Software

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Açık maden işletmelerinde kayaçların yerinden sökülmesi amacı ile delme ve patlatma tekniği yaygın olarak uygulanmaktadır. Açık ocak maden işletmelerinde kayaçların yerinden çıkartılması ve kayaçların arzulanan boyutlarda parçalanması için basamak patlatması yöntemi kullanılmaktadır. Tasarım etkenlerini belirlerken istenilen parça boyutun elde edilmesi için en etkili yol seçilir.Tane boyutun derecesi yüklemenin azalmasında nakliye ve parçalanma maliyetlerinin kontrol altında tutulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kaya kütlesinin azaltmak için ilk olarak patlatma gerçekleştirkten sonra yumuşatma evresi gerçekleşmektedir. Yumuşatma, kırma, eleme amacı ile yapılan patlamalar sonucu ortaya çıkan yığının tane boyut dağılımının bilinmesi, yapılan patlamanın verimi ile ilgili net bilgiler almamızı sağlamaktadır. Ancak bu bilginin elimize zamında ulaşması, mühendislikte karar verme aşaması paralelinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle patlatılmış kayaç yığınının tane boyut analizi ve ölçümü son derece önemlidir.

Tane boyut dağılımın tahmininde birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler dolaylı ve dolaysız yöntemler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Dolaylı yöntem olarak elek analizini içerirken dolaysız olarak gözlem ve tecrübeye dayanan yöntemler ile birlikte sayısal görüntü analiz yöntemlerini içermektedir.

Elek analizi, partiküllerin belirli büyüklükteki delik açıklıklarından geçebilme veya geçememe durumuna dayanılarak yapılan sınıflandırma işlemi olup kesin bir değerlendirme yöntemidir; Bununla birlikte, üretim patlaması için bu yöntem maliyetli, zaman alıcı ve elverişsizdir

Gözlem yöntemleri arasında patlamanın hemen ardından yığın gözle görülebilir. Tahmin etmek patlatma mühendisleri tarafından yaygın olarak kullanılır

Sayısal görüntü analizi teknikleri ilk olarak, bir fotoğraftan her bir parçacığın sayısallaştırılmış bir taslağının CPU tarafından manuel olarak

sayısallaştırılması ya da otomatik ağ ile elde edilmesi ve ardından parçacıkların boyut ve şekil parametrelerinin bilgisayar tarafından ölçülmesi üzerine kuruludur.

Sayısal görüntü analiz yönteminin en büyük avantajlarından biri, herhangi bir kütle büyüklüğü ve hacim sınırına sahip olmamasıdır. Sayısal Görüntüler hızlıca hazırlanmakta ve üretim sürecine herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Ek olarak sonuçlar patlatma parametrelerinin optimize edilmesine bağlı olarak hızlıca analiz edilebilir. Örnekleme kolaylığı göze alındığında analiz hatalarını azaltmak için çok sayıda sayısal görüntü hazırlanabilir. Bu yöntem için gerekli olan teçhizatın maliyeti daha düşüktür.

Bu çalışmanın amacı; kontrollü patlatma uygulamaları sonucunda elde edilen cevher veya pasa yığınlarının kamera görüntülerinden sayısal görüntü işleme tekniği ile tane boyut dağılımlarının hızlı bir şekilde tahmin edilebilme imkanı sağlamak amacıyla madenciliğe uygun bir işlem sırası geliştirmektir. Bu amaçla sahadan elde edilen sayısal görüntülerinin analizini gerçekleştirmek için açık kodlu bir yazılım olan ImageJ versiyon 1.52a kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen veriler ile patlatmanın verimi incelenmiştir. Böylelikle ülkemizdeki maden işletmelerinde yüksek maliyetli sistemlere ihtiyaç duyulmadan patlatmanın veriminin artırılması ve maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana yüksek lisans tezimi daima yol gösterici olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Suphi URAL'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans öğrenimim boyunca desteklerini esirgemeyen Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendislği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Özen KILIÇ başta olmak üzere bütün Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Bilgi DERMAN'a, abim Ömer KESKIN'e ablam Funda DERMAN'a, kardeşim Adem DERMAN'a ve bana her zaman inanan fakat bugün aramızda olamayan sevgili babam Ali DERMAN'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma boyunca bana her zaman destek olan ve yüksek lisansımın başarıya ulaşması için beni her zaman yüreklendiren, Sophia Bernadette LEHNER'e en içten sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR V
İÇİNDEKİLER VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ X
SİMGELER VE KISALTMALAR XIV
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Maden İşletmelerinde Görüntü Analizi ile İlgili Yapılan Çalışmalar 5
2.2. ImageJ Yazılımı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar 9
3. MATERYAL VE METOD 11
3.1. Materyal 11
3.1.1 ImageJ Sayısal Görüntü İşleme Yazılımı Hakkında Bilgi 11
3.1.2. Uygulama Alanı 13
3.2. Metod 16
3.2.1. ImageJ (versiyon 1.52a) Yazılımı ile Patlatma Sonrası Oluşan Parçaların Tane Boyut Analizi 16
3.2.2. ImageJ ile Cisimlerin Boyut ve Alan Analizi 18
3.2.2.1. Yeni Bir Projenin Oluşturulması 18
3.2.2.2. Görüntünün Tipinin (Type) Belirlenmesi 19
3.2.2.3. Ölçeğin Belirlenmesi 20
3.2.2.4.Görüntünün Tersine (Invert) Çevrilmesi 22
3.2.2.5. Görüntünün Eşik (Threshold) Değerinin Ayarlanması 23
3.2.2.6. Parça Boyutlarının Sınırlarının (Watershed) Belirlenmesi 24
3.2.2.7. Ölçümlerin Belirlenmesi 26

3.2.2.8. Analiz Sonuçlarının Elde Edilmesi 27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 31
4.1. ImageJ (versiyon 1.52a) Yazılımının Değerlendirilmesi 31
4.1.1. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün Elek Analizi 31
4.1.2. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün ImageJ versiyon 1.52a Yazılımı ile Analizi 33
4.1.3. P41 Numaralı Sayısal Görüntüsünün Elek Analizi ile ImageJ YazılımınınTane Boyut Tahminlerinin Karşılaştırılması 41
4.1.4. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün ImageJ ve WipFrag Yazılımlarının Tane Boyut Tahminlerinin Karşılaştırılması 42
4.2. ImageJ Yazılımının Kireçtaşı Ocağında Tane Boyut Analizinin Değerlendirilmesi 43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 55
5.1. Sonuçlar ve Öneriler 55
KAYNAKLAR 57
ÖZGEÇMİŞ 61

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Kireçtaşı ocağı basamak patlatmasının teknik parametreleri 15
Çizelge 3.2. ImageJ yazılımında tane boyut hesaplama süreci akış diyagramı 17
Çizelge 4.1. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile elde edilen tane boyut dağılımlarının istatistik özeti 41
Çizelge 4.2. ImageJ ve WipFrag yazılımlarının elek analizine göre hata oranları 43
Çizelge 4.3. ImageJ yazılımı ile kireçtaşı yığın analizinin genel özeti..... 54

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1 ImageJ yazılımı arayüzü 12
Şekil 3.2. Uygulama alanının uydu görüntüsü 13
Şekil 3.3. Uygulama alanının görüntüsü 15
Şekil 3.4. Yeni bir görüntünün pencerede açılması 18
Şekil 3.5. ImageJ yazılımına analiz edilecek görüntünün tanıtılması 19
Şekil 3.6. Görüntünün ImageJ yazılımında açılması 19
Şekil 3.7. Görüntünün 8-bit biçimine çevirilmesi 20
Şekil 3.8. Görüntüdeki cismin ölçeğinin belirlenmesi 21
Şekil 3.9. Görüntüdeki cismin ölçek bilgilerinin girilmesi 21
Şekil 3.10. Görüntünün tersine (Invert) çevrilmesi 22
Şekil 3.11. Görüntünün negatife çevrilmesi 22
Şekil 3.12. Görüntünün Eşik (Threshold) değerinin ayarlanması 23
Şekil 3.13. Eşik (Threshold) değer ayarlarının girilmesi 23
Şekil 3.14. Eşik (Threshold) değerleri ayarlanmış imajın görüntüsü 24
Şekil 3.15. Görüntünün sınırlarının (Watershed) belirlenmesi 25
Şekil 3.16. Sınır (Watershed) işlemi uyguladıktan sonraki imajın görüntüsü 26
Şekil 3.17. Ölçüm ayarlarının girilmesi 27
Şekil 3.18. ImageJ yazılımı parça boyut analizi 28
Şekil 3.19. Parça boyut analizinin ayarlarının girilmesi 28
Şekil 3.20. ImageJ yazılımının analiz sonuçları 29
Şekil 3.21. ImageJ yazılımın analiz ölçüm sonuçları 30
Şekil. 4.1. P41 numaralı elek analizinin referans görüntüsü (Latham ve ark, 2006) 32
Şekil. 4.2. P41 numaralı referansl görüntünün elek analizi sonucu (Latham ve ark, 2006) 33
Şekil. 4.3. ImageJ ile yeni bir projenin oluşturulması 34

Şekil. 4.4. ImageJ yazılımına analiz edilecek P41 numaralı görüntünün tanıtılması 34
Şekil. 4.5. P41 numaralı görüntünün pencerede açılması 35
Şekil. 4.6. P41 numaralı görüntünün pürüzsüzleştirilmesi (Smooth) 35
Şekil. 4.7. P41 numaralı görüntünün keskinliştirilmesi (Sharpen) 36
Şekil. 4.8. P41 numaralı görüntünün 8-bit biçimine çevirilmesi 36
Şekil. 4.9. P41 numaralı görüntünün ölçek verisinin girilmesi 37
Şekil. 4.10. P41 numaralı görüntünün tersine (Invert) çevrilmesi 37
Şekil. 4.11. P41 numaralı görüntünün dış tarafının silinmesi 38
Şekil. 4.12. P41 numaralı görüntünün eşik değerinin(Threshold) girilmesi 38
Şekil. 4.13. P41 numaralı görüntünün kenar sınırlarının(Watershed) belirlenmesi 39
Şekil. 4.14. P41 numaralı görüntünün analiz sonuçlarının elde edilmesi 39
Şekil. 4.15. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile tane boyut analizi 40
Şekil. 4.16. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile elde edilen analiz sonucu 40
Şekil. 4.17. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ ile elek analizi sonuçlarının karşılaştırılması 41
Şekil. 4.18. P41 numaralı referans görüntünün WipWare Inc. tarafından WipFrag versiyon 2.4 yazılımı ile elde edilen analiz sonucu (Edizer, 2006) 42
Şekil. 4.19. F1 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü 44
Şekil. 4.20. F1 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü 45
Şekil. 4.21. F1 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi 45
Şekil. 4.22. F1 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu 46
Şekil. 4.23. F2 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü 47
Şekil. 4.24. F2 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü 47

Şekil. 4.25. F2 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi 48
Şekil. 4.26. F2 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu..... 48
Şekil. 4.27. F3 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü..... 49
Şekil. 4.28. F3 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü 49
Şekil. 4.29. F3 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi 50
Şekil. 4.30. F3 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu..... 50
Şekil. 4.31. F4 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü..... 51
Şekil. 4.32. F4 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü 51
Şekil. 4.33. F4 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi 52
Şekil. 4.34. F4 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu..... 52
Şekil. 4.35. Kireçtaşı yığınının ImageJ yazılımı ile elde edilen analiz sonucu 53
Şekil. 4.36. Kireçtaşı yığınının ImageJ yazılımı ile elde edilen genel analiz sonucu..... 53
Şekil. 4.37. Kireçtaşı yığının ImageJ yazılımı ile elde edilen histogram dağılımı..... 54

SİMGELER VE KISALTMALAR

NIH	: National Institutes of Health
NIMH	: National Institutes of Mental Health
RSB	: Research Services Branch
ANFO	: Amonyum Nitrat-Fuel Oil
DS	: Delik Sayısı
S	: Delikler Arası Mesafe
L	: Delik Boyu
d	: Delik Çapı
H	: Basamak Yüksekliği
J	: Basamak Uzunluğu
B	: Dilim Kalınlığı
h_0	: Sıkılıma Boyu
Kg	: Kilogram
gr	: Gram
m	: Metre
mm	: Milimetre

1. GİRİŞ

Açık maden işletmelerinde kayaçların yerinden sökülmesi amacı ile delme ve patlatma tekniği yaygın olarak uygulanmaktadır. Açık ocak maden işletmelerinde kayaçların yerinden çıkartılması ve kayaçların arzulanan boyutlarda parçalanması için basamak patlatması yöntemi kullanılmaktadır. Tasarım etkenlerini belirlerken istenilen parça boyutun elde edilmesi için en etkili yol seçilir (Engin, 2010). Tane boyutun derecesi yüklemenin azalmasında nakliye ve parçalanma maliyetlerinin kontrol altında tutulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kaya kütlesinin azaltmak için ilk olarak patlatma gerçekleştirkten sonra yumuşatma evresi gerçekleşmektedir. Yumuşatma, kırma, eleme amacı ile yapılan patlamalar sonucu ortaya çıkan yığının tane boyut dağılımının bilinmesi, yapılan patlamanın verimi ile ilgili net bilgiler almamızı sağlamaktadır. Ancak bu bilginin elimize zamında ulaşması, mühendislikte karar verme aşaması paralelinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle patlatılmış kayaç yığınının tane boyut analizi ve ölçümü son derece önemlidir (Siddique ve ark, 2009).

Tane boyut dağılımın tahmininde birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler dolaylı ve dolaysız yöntemler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Dolaylı yöntem olarak elek analizini içerirken dolaysız olarak gözlem ve tecrübeye dayanan yöntemler ile birlikte sayısal görüntü analiz yöntemlerini içermektedir (Hashemi ve ark, 2009).

Elek analizi, partiküllerin belirli büyüklükteki delik açıklıklarından geçebilme veya geçememe durumuna dayanılarak yapılan sınıflandırma işlemi olup kesin bir değerlendirme yöntemidir; Bununla birlikte, üretim patlaması için bu yöntem maliyetli, zaman alıcı ve elverişsizdir. (Sudhakar ve ark, 2006) Bu nedenle, gözlemsel, ampirik veya dijital yöntemler olan dolaylı yöntemler geliştirilmiştir (Siddique ve ark, 2009).

Gözlem yöntemleri arasında patlamanın hemen ardından yığın gözle görülebilir (Jimeno, 1995). Tahmin etmek patlatma mühendisleri tarafından yaygın

olarak kullanılır (Chakraborty ve ark, 2004). Larsson denklemi, SveDeFo formülü, KUZ-RAM modeli, vb. gibi deneysel modellerde, patlatılan kayaların boyut dağılımını belirlemek için patlatma parametreleri göz önünde bulundurulur (Thornton ve ark, 2001).

Bu bağlamda, başka bir teknik de geliştirilen ve hızlı ve doğru patlama parçalanma dağıtım değerlendirmesini mümkün kılan görüntü işleme programlarını kullanmaktır (Kim, 2006).

Sayısal görüntü analizi teknikleri ilk olarak, bir fotoğraftan her bir parçacığın sayısallaştırılmış bir taslağının CPU tarafından manuel olarak sayısallaştırılması ya da otomatik ağ ile elde edilmesi ve ardından parçacıkların boyut ve şekil parametrelerinin bilgisayar tarafından ölçülmesi üzerine kuruludur (Wang, 2006). Manuel sayısallaştırma çok zaman alır ancak belirsiz parçacık kenarlarının (aksi halde parçalanmaya neden olacak) insan yorumuna izin verir, böylece ölçüm hataları azalır (Hunter ve ark, 1990). Manuel sayısallaştırmanın zaman alan yapısı, bilgisayar yazılımı için bir avantaj olarak hızlı değerlendirmeyi engelleyecektir.

Bununla birlikte, sonuçların geçerliliğini sağlamak için parçacıkların sınırlarının otomatik olarak ağlanması, parçacıklar arasında uygun bir kontrast bulunmalıdır. Bu nedenle, görüntü analizi yöntemleri kamera açıları ve mesafelerin sabit tutulabildiği ve ışıklandırmanın kontrol edilebildiği aşırı hareketli taşıyıcı bantlar gibi kontrollü koşullar altında en iyi şekilde çalışır (Maerz ve Palangio, 2004). Fakat, uygulamada, yukarıdaki koşulları büyük madenlerde hazırlamak mümkün değildir.

Çünkü çoğu görüntüleme işlem algoritması, parçalar arasındaki gölgelere göre veri girişi yapması dolayısıyla tek tek blokları ve aynı zamanda çok dokulu veya çok renkli parçaları ayırmak için bu yöntemlerin kullanılması, blok tanımlama algoritmalarını karıştırmaya meyillidir ve hatalı tanımlanmış parça kenarları ve kaçırılan gerçek parça kenarları ile sonuçlanır. Renk özellikleri açısından kayanın rengi ne kadar hafif olursa, kenar tanımlama algoritmalarının kenarları doğru

tanımlaması o kadar kolay olur. Bu doğru olsa da, beyaz kuvarsitten siyah kömüre kadar tüm renk malzemelerini görüntülemek mümkündür (Maerz ve Palangio, 2004). Eşit derecede sorunlu alanlar, bireysel parçaların beneklenme veya renk yoğunluğu değişimleri sergilediği topluluklardır. Bunlar ayrıca tipik olarak zayıf parça tanımıyla sonuçlanır. Parçalardaki yüzey dokusu aynı zamanda renk ayrımı algoritmalarının renk farklılıklarının yaptığı gibi birbirine karışma eğilimindedir. Ek olarak, boşluklu parçaları tanımlamak genellikle zordur. Yıkanan ve ıslak parçaların durumunda durum daha kötüdür, çünkü bu renk farklılıklarını vurgular (Thurley, 2011). Bu nedenle, analiz edilen partikül boyutu fazla bölünebilir veya birleştirilebilir; bu, daha büyük partiküllerin daha küçük partiküllere bölünebileceği ve daha küçük partiküllerin daha büyük partiküller halinde gruplanabileceği anlamına gelir. Bu, tüm görüntü işleme programlarında yaygın bir sorundur (Maerz ve Zhou, 1999).

Sayısal görüntü analiz yönteminin en büyük avantajlarından biri, herhangi bir kütle büyüklüğü ve hacim sınırına sahip olmamasıdır. Sayısal Görüntüler hızlıca hazırlanmakta ve üretim sürecine herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Ek olarak sonuçlar patlatma parametrelerinin optimize edilmesine bağlı olarak hızlıca analiz edilebilir. Örnekleme kolaylığı göze alındığında analiz hatalarını azaltmak için çok sayıda sayısal görüntü hazırlanabilir. Bu yöntem için gerekli olan teçhizatın maliyeti daha düşüktür. Bu yöntemin bir dezavantajı alanın ön bilgisi kütle yüzeyine bağlıdır. Bu nedenle elde edilen örnekler referans yüzeyinden alınmalıdır. Bir diğer taraftan tane boyutlarının hassas bir şekilde tespit edilmesi ve hata payının azaltılması amacıyla yüksek kalite sayısal görüntüler hazırlanmış olmalıdır. Yardımcı imleç kenar algılamada hassas olmasına rağmen çok zaman almaktadır. Bir başka dezavantaj ise tane boyutlarının 3 boyutlu görüntü hipotezlerinin formülasyonu için 2 boyutlu sayısal görüntüden 3 boyutlu kesin bilginin çıkarılmasıdır (Hosseini ve ark, 2005).

Bu çalışmanın amacı; kontrollü patlatma uygulamaları sonucunda elde edilen cevher veya pasa yığınlarının kamera görüntülerinden sayısal görüntü işleme

tekniği ile tane boyut dağılımlarının hızlı bir şekilde tahmin edilebilme imkanı sağlamak amacıyla madenciliğe uygun bir işlem sırası geliştirmektir. Bu amaçla sahadan elde edilen sayısal görüntülerinin analizini gerçekleştirmek için açık kodlu bir yazılım olan ImageJ versiyon 1.52a kullanılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen veriler ile patlatmanın verimi incelenmiştir. Böylelikle ülkemizdeki maden işletmelerinde yüksek maliyetli sistemlere ihtiyaç duyulmadan patlatmanın veriminin artırılması ve maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Maden İşletmelerinde Görüntü Analizi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu yüksek lisans çalışmasında incelenen konu, sayısal görüntü işleme yöntemi ile patlamın analizi olup bu amaçla daha önce yapılmış olan akademik çalışmalar incelenmiştir. Teorik çalışmaların yanı sıra bu konu ile ilgili daha önce yapılmış olan profesyonel çalışmalar ve bilgisayar yazılımları bulunmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalar kronojik sıra ile aşağıda verilmiştir.

Hunter ve ark. (1990) tarafından, Kanada, Birleşik Krallık ve Afrika'da bulunan yeraltı ve yerüstü madenlerinde patlatma sonrasında meydan gelen parçalanmış kayaçların tane boyutunun belirlenebilmesi için sayısal görüntü işleme teknikleri gözden geçirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda mevcut görüntü analiz yazılımıyla birleştirilmiş basit 35 mm fotoğrafçılığın, yüzey ve yeraltı patlamalarından parça büyüklüğü dağılımlarını elde etmek için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Singh ve ark. (1991), tarafından, Kanada'da bulunan bir yeraltı maden ocağında patlatma sonucu üretilen kaya parçalarını karakterize etmek için fotoğrafçılık ve görüntü analiz sitemleri ile kayaçların parçalanması özellikleri gözden geçirilmiştir. Bu çalışma sonucunda çamur yığınının fotoğrafçılık ve görüntü analiz teknikleri, belirli yeraltı patlama tasarımlarıyla ilişkili parçalanma konusunda nicelikli bir görüş sağladığı tespit edilmiştir.

Maerz ve Zhou (1998), Optik sayısal görüntü sistemlerinin tane boyut ölçüm sonuçlarını etkileyen hataların tespiti için çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalar sonucunda optik sistemlerdeki en önemli hataların örnekleme hataları olduğunu göstermiştir.

Maerz ve Zhou (1999), Optik sayısal görüntü sistemlerin yerinde ölçüm sırasında üst üste gelen iri taneli parçaların dağılımının büyüklüğünü abartma veya dağılımın değişkenliğini hafife alma sorunu saptamış ve bu nedenle bu tür sistematik hataların kalibrasyon ile giderebileceğini bildirmiştir.

Chakraborty ve ark. (2004) tarafından, eklemli ve büyük oluşumlarda geliştirilmiş parçalanma için adım adım iyileştirici önlemler önermek üzere üç büyük açık kömür maden ocağındaki basamaklarda gerçekleştirilen 35 farklı patlatma olayından kademeli çoklu doğrusal analizinin parametrelerinden parçalanma üzerindeki çeşitli etkileyici parametrelerin baskınlık derecelerini belirlemesi için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, bazı etkileyici parametre verilerinin bulunamamasından veya yeterli sayıda patlamanın gerçekleştirilememesinden dolayı değerlendirilemediğini ve bu nedenle parçalanma konusunu daha iyi bir şekilde ele almak ve daha kesin sonuçlar elde etmek için daha bağımsız değişkenler ve çeşitli oluşumlar göz önünde bulundurularak çalışmaların genişletilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Maerz ve Palangio (2004), Sayısal görüntü analiz sistemi kullanılarak yığın birincil kırıcı istasyonu arasındaki nakliye geçişi sırasında patlatma parçalanma boyutunun analizi ile ilgili çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalar sonucunda gelişen teknoloji ile birlikte patlatma parçalanma boyutunun yığın çıkarıldıktan sonra nakliye kamyonları transit halindeyken birinci kırıcı istasyona girmeden önce parçalanma boyutunun tespit edilebildiği tespit edilmiştir.

Palangio ve ark. (2005) tarafından, Nakliye geçişi sırasında patlatma parçalanma boyutunun otomatik görüntü analiz sisteminin hata payını azaltmak ve izleme sistemini geliştirilmesi için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, optik görüntü analiz programlarının harici tetikleme üzerine etki etmek, bu tetikleyiciyi sağlayacak bir mekanizma geliştirmek ve kamyon veya kamyon sürücüsünün rutinini bozmadan görüntüleme için doğru konuma zorlamak için bir yol geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Al-Thyabat ve Miles (2006), Parçacıkların alan çapından ve feret çapından elde edilen verilerle parça boyut dağılımını tahmin etmek yeni bir model geliştirmek için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda brbirine örtüşmeyen paçaların boyut analizin tahmininde bir miktar iyileşme olsada birbiri

üzerine örtüşen parçaların tahmini üzerinde daha fazla çalışılması gerektiği belirtilmiştir.

Al-Thyabat ve ark. (2007) tarafından, Hareketli bantlı konveyör üzerinde hareket eden parçacıkların tane boyut tahmini ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, iki profil parametresi ile yapılan parça boyut tahminlerinde kameranın konumu ve örtüşen parçacıkların sonuçlar üzerinde önemli etkisi olduğunu belirtilmiştir.

Zelin ve ark. (2012) tarafından, Görüntü segmantasyonu ile kömürün parça boyutunun tahmini için çalışmalar yapmışlardır bu çalışmanın sonucunda, makine görüşünde birbiri ile örtüşen kömür parçacıklarının alt katmanınındaki parçacığı temsil eden parçacıkların siyaha dönüştüren bir algoritma kullanılarak örtüşme probleminin çözüldüğünü belirtmişlerdir.

Jemwa ve Aldrich (2012) tarafından, Görüntü doku modelleme yöntemi kullanılarak bantlı konveyör üzerindeki kömür parçacıklarının boyut tahmini için çalışmalar yapmışlardır. Yapılan bu çalışmalarda makine vizyonunda temeli olan ve istatistiksel görüntü tanıma öğelerini içeren doku sınıflandırma çerçevesi içinde formülize edilerek, doğrusal yönelimli temel fonksiyonları olan görüntülerin ayrıştırılmasından elde edilen texton temsilinin kullanılmasının, yaygın olarak kullanılan ikinci dereceden istatistiksel özelliklerin veya diğer temel modellerin özelliklerinin kullanımına kıyasla yeterince ayırt edici olabileceği gösterilmiştir.

Zang ve ark. (2013) tarafından, İri boyutlu parçaçıkların analizi için makine vizyon sistemlerin doğruluk parametrelerinin karşılaştırılması için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, partikül boyutunu temsil eden dokuz farklı parametrenin doğruluğu karşılaştırılması için 4 farklı elekten geçirilmiş olan şeçilmiş 496 paraçık ile karşılartımalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu karşılaştırma sonucunda sadece 2 parametrenin ortalamasının %70'in üzerinde olduğu diğer paramatrelerinin doğruluk ortalamasının %70'in altında olduğu belirtilmiştir.

Han ve Song (2014) tarafından, Patlatma sonrası oluşan yığın bloklarına bir nesnenin uzaysal bilgisini iki veya daha fazla fotoğraftan bir stereo-görüntü oluşturarak çıkarma tekniği olan stereophotogrammetri yöntemi ile parçalanmanın istatisksel tahmini için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, stereofotogrammetri ve istatiksel tahmin yönteminin patlatma sonra parçalanma analizi için uygulanabilirği doğrulanmıştır.

Hamzeloo ve ark. (2014) tarafından görüntü işleme ve sinir ağı teknikleri kullanılarak bir bakır konsantratörünün kırma devresindeki bir endüstriyel konveyör bandındaki malzemenin parçacık büyüklüğü dağılımının tahmin edilmesi için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, 2B (alan) tabanlı parçacık büyüklüğü tahminleri, 3B (ağırlık) tabanlı tahminlerden daha doğru sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir.

Sereshki ve ark. (2016) tarafından, Patlatma sonrası oluşan parça boyutunun belirlenmesi için GoldSize ve SplitDesktop sayısal görüntü işleme yazılımlarını kullanılarak analiz sonuçlarını birbiri ile karşılaştırılması için çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda, SplitDesktop ile analizi yapılırken manuel olarak düzeltmeye ihtiyaç duyduğunu ve bu nedenle çok zahmetli ve otomatik modda parçalanmış parçacıkların yanlış tanımlanması ve kaya saptamadaki yanlışlık nedeniyle zaman alıcı olduğunu belirtilmiş olup GoldSize ile yapılan analizlerde ise parçacıkların sınırları yalnızca manuel olarak ve çok zaman olarak bölünebilmekte olduğunu belirtmişlerdir.

Elahi ve Hosseini (2017), Pir Ali kireçtaşı ocağında Split Desktop'ın dijital görüntü işleme özelliğini kullanarak patlama kaynaklı oluşan parçalanmanın boyut tahmin sonuçlarının Kuz-Ram modeli sonuçları ile karşılaştırılması konusunda çalışmalar yapmışlardır.Bu çalışmalar sonucunda, Split Desktop'taki dijital görüntü işleme sonuçları ile Kuz-Ram deneyimsel modelinin sonuçları ile elde edilen sonuçların benzer olduğu belirtilmiştir.

Kahraman (2019) tarafından WipFrag yazılımı kullanılarak patlatma faaliyetleri sonucunda elde edilen yığının ortalama parça boyut dağılımının mevcut

kaya kütlesi özelliklerine ve patlama tasarım parametrelerine bağlı olarak değişimlerini araştırma için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ortalama tane boyutu ile kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri arasında istatistiksel bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir.

2.2. ImageJ Yazılımı Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Edizer (2006) tarafından cevher yığınlarının tane boyut dağılım analizi için ImageJ yazılımını kullanarak çalışmalar yapmıştır.

Doube ve ark. (2010) tarafından Tarabeküler kemik, bütün kemikler ve osteosit lakuna'nın kemik geometresinin görüntülenmesi için ImageJ yazılımı kullanarak çalışmalar yapmışlardır.

Williams ve ark. (2015) tarafından dişlerdeki dentin türbüllerinin haritalandırılması ve dentinlerin yapısal fonksiyonların ilişkilerini gözlemlemek için elde edilen görüntülerin analizi için ImageJ yazılımı kullanılarak çalışmalar yapmışlardır.

Duarte ve ark. (2016) tarafından Brezilyada tarlada yetişen kahverengi pirinçlerin Ditizon yöntemi ile boyanarak pirinç tanelerindeki çinko konsantasyonu tespit etmek amacıyla ImageJ yazılımı kullanarak çalışmalar yapmışlardır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu yüksek lisans çalışmasında, Ulusal Sağlık Enstitüleri (National Institutes of Health-NIH) tarafından Java ile geliştirilen açık kodlu sayısal görüntü işleme yazılımı olan ImageJ (versiyon 1.52a) kullanılmıştır. ImageJ (versiyon 1.52a) yazılımı ile madenciliğeuygun bir işlem sırası geliştirilebilmesi için Latham ve ark. (2006) "Prediction of fragmentation and yield curves with reference to armourstone production" makalesindende yer alan laboratuvarda elek analizi yapılmış olan P41 numaralı görüntü referans görüntü olarak seçilmiştir. Geliştirilen bu işlem sırasının uygulanabilirliğinin tespiti amacıyla Edizer (2006) yüksek lisans çalışmasındaki WipWare Inc. tarafından WipFrag (versiyon 2.4) yazılımı ile P41 numaralı görüntünün tane boyut analiz sonuçları karşılaştırma için kullanılmıştır. Ayrıca saha çalıştırmalarını gerçekleştirmek için Adana'nın Karaisalı ilçesinde bulunan kireçtaşı ocağında patlatma sonrasında oluşan yığınların kamera görüntüleri kullanılmıştır.

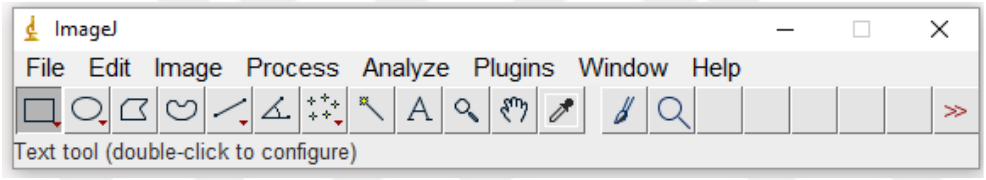
3.1.1 ImageJ Sayısal Görüntü İşleme Yazılımı Hakkında Bilgi

NIH Image, Macintosh için bir kamu malı görüntü işleme ve analiz programıdır. Ulusal Sağlık Enstitüleri'nin (National Institutes of Health-NIH) bir parçası olan Ulusal Ruh Sağlığı Enstitüsü'nün (National Institutes of Mental Health -NIMH) Araştırma Hizmetleri Şubesinde (Research Services Branch-RSB) geliştirilmiştir. Macintosh, Linux ve Windows üzerinde çalışan NIH Image'den ilham alan bir Java programı olan ImageJ yerini aldı.

Görüntüleri elde edebilir, sergileyebilir,düzenleyebilir, geliştirebilir, analiz edebilir ve görüntüleri canlandırabilmektedir. TIFF, PICT, PICS ve MacPaint dosyalarını okur ve yazar; görüntüleri taramak, işlemek, düzenlemek, yayınlamak ve analiz etmek için programlar da dahil olmak üzere birçok uygulama ile uyumluluk sağlamaktadır. Kontrast geliştirme, yoğunluk profili oluşturma,

düzleştirme, keskinleştirme, kenar algılama, medyan filtreleme ve kullanıcı tanımlı çekirdeklerle uzamsal evrişim dahil olmak üzere birçok standart görüntü işleme fonksiyonunu desteklemektedir.

Görüntü, kullanıcı tarafından tanımlanan ilgi alanlarının alanını, ortalamasını, merkezini, çevresini vb. ölçmek için kullanılabilir. Ayrıca otomatik parçacık analizi yapar ve uzunluklarını ve açılarını ölçmek için araçlar sağlar. Gerçek dünya alanı ve uzunluk ölçümleri sağlamak için mekansal kalibrasyon desteklenir. Yoğunluk kalibrasyonu, kullanıcı tarafından belirlenen birimleri kullanarak ışınıma veya optik yoğunluk standartlarına karşı yapılabilir. Sonuçlar yazdırılabilir, metin dosyalarına aktarılabilir veya Pano'ya kopyalanabilir. Şekil 3.1'de ImageJ (versiyon 1.52a) yazılımının arayüzü yer almaktadır.



Şekil 3.1. ImageJ yazılımı arayüzü

Bir araç paleti, çizgi, dikdörtgen ve metin çizme yeteneği de dahil olmak üzere renkli ve gri tonlamalı resimlerin düzenlenmesini destekler. Seçimleri çevirebilir, döndürebilir, ters çevirebilir ve ölçeklendirebilir. Çoklu pencereyi ve 8 büyütme seviyesini destekler. Tüm düzenleme, filtreleme ve ölçüm işlevleri, herhangi bir büyütme düzeyinde çalışır ve geri alınamaz.

Görüntü, bir TV kamerası kullanarak görüntü veya film dizileri çekmek için doğrudan Data Translation ve Scion frame tutma kartlarını destekler. Alınan görüntüler gölgelendirilebilir ve görüntünün ortalaması alınabilir. Diğer görüntü tutucuları plug-in modülleri ile desteklenir.

3.1.2. Uygulama Alanı

Karaisalı kireçtaşı havzası Adana iline bağlı Karaisalı ilçesinin batı-kuzeybatı yer almaktadır. Karaisalı havzası Toros Dağları ile batıdan, Seyhan Nehri ile doğudan, Aladağ ile kuzeyden ve Çukurova ile güneyden çevrilmiştir. 2400 m ile bölgenin en yüksek noktası ise Akdağdır. Bölgede sıcak ve ılıman iklim gözlenmekte olup yıllık ortalama sıcaklığı +18 °C'dir. Şekil 3.2'de uygulama alanının uydu görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.2. Uygulama alanının uydu görüntüsü

Resifal nitelikli karbonatlardan oluşan Karaisalı formasyonu açık gri, gri ve bej renkli kalın veya çok kalın tabakalı ve genellikle masif, serti sağlam, keskin köşeli kırıklı bir çok yer yerde algli, mercanlı, gastrapod, lamellibranş ve ekinidli, bir çok yerde killi, erime boşluklu biyoklastik kireçtaşı ile dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Genellikle birim kalınlığı 0 ile birkaç yüz metre arasında değişmektedir. Formasyon, Paleozoyik ve Mezosoyik birimlerin oluşturduğu paleotopoğrafyaya bağlı olarak yüksek alanlarda çökelmiştir. Havzanın batısına doğru karbonat miktarının önemli oranda arttığı gözlenmektedir (Yetiş, 1987).

Saha çalışmasında ImageJ yazılımında kullanılmak üzere kamera görüntülerin analizini gerçekleştirmek için Adana ilinin Karaisalı ilçesinde bulunan kireçtaşı ocağında basamak patlatması gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.3'de kireçtaşı ocağının görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.3. Uygulama alanının görüntüsü

Bu basamak patlatmasında 3110 m^3/atım gerçekleştirmek için şeş-beş delik düzeni ile 1. sırada 14 adet ve 2. Sırada 13 adet olmak üzere toplam 27 adet 89 mm çapında delik delinerek ve her delikte 60 kg ANFO ve 500 gr dinamit olmak üzere toplam 1620 kg ANFO ve 13,5 kg dinamit kullanılarak patlatma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu patlatmaya ait teknik detaylar Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Kireçtaşı ocağı basamak patlatmasının teknik parametreleri

Toplam Delik Sayısı (DS)	27 adet
Delikler Arası Mesafe (S)	3,2 m
Delik Boyu (L)	15 m
Delik Çapı (d)	89 mm
Basamak Yüksekliği (H)	12 m
Basamak Uzunluğu (J)	35 m
Dilim Kalınlığı (B)	3 m
Sıkılama Boyu (h_0)	3 m

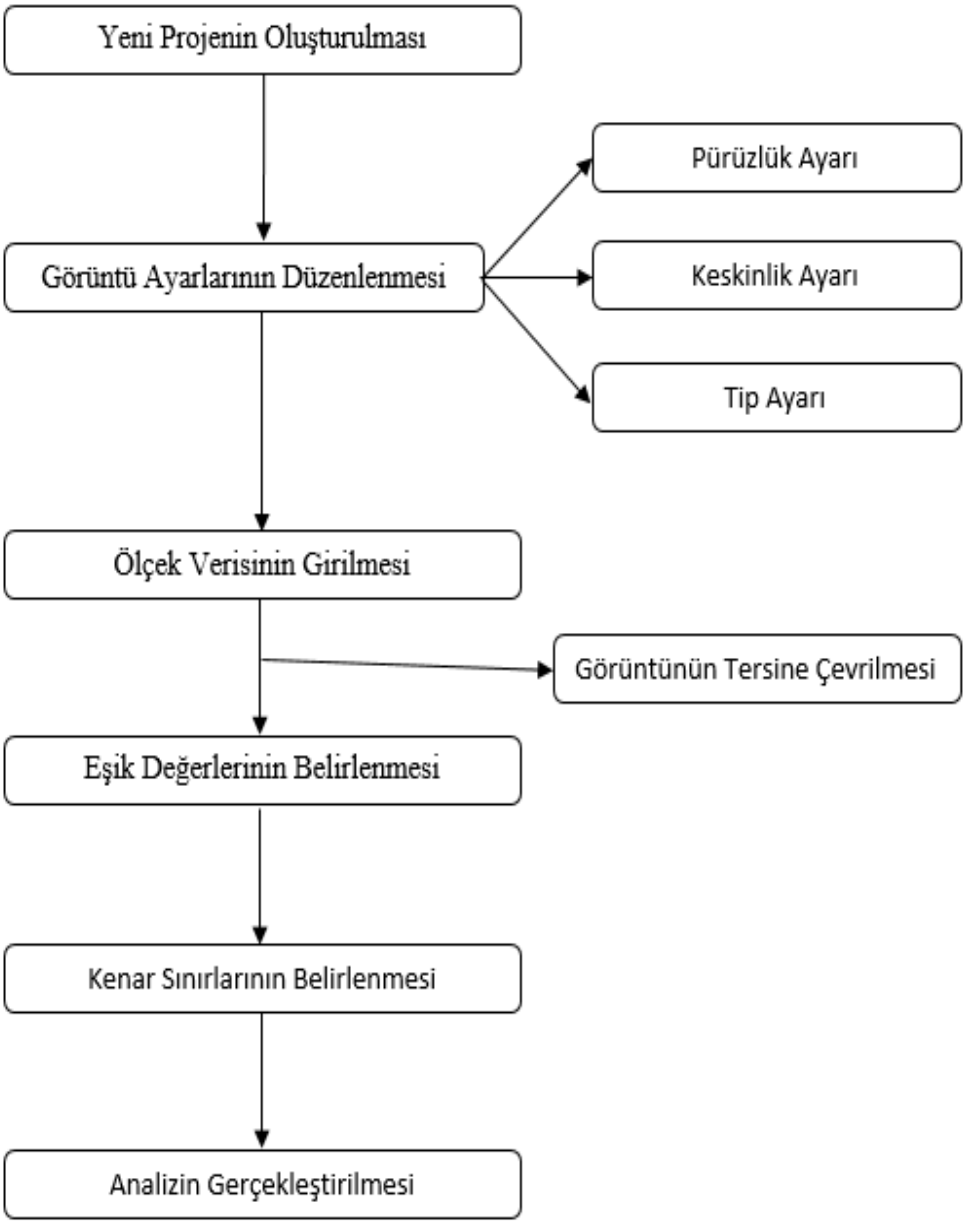
Patlatma sonrası meydana gelen yığın bölümlere ayrılmak üzere 4 farklı görüntü elde edilmiş ve bunların her biri ImageJ kullanılarak tane boyu anlizi yapılmıştır. Ayrıca ImageJ yazılımının boyut analizin yapılabilmesi için görüntülerde referans olarak çapı 220 mm olan voleybol topu kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. ImageJ (versiyon 1.52a) Yazılımı ile Patlatma Sonrası Oluşan Parçaların Tane Boyut Analizi

Bu aşamada patlatma sonrasında oluşan kireç taşı parçalarının analizini gerçekleştirebilmek için yığının tamamı 4 farklı noktadan çekilen görüntülerle birlikte bu görüntülerin boyutlarını hesaplayabilmek için ölçek olarak 22 cm çapında voleybol topu kullanılarak tane boyut analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir görüntü ayrı ayrı analiz edilmiş olup her görüntünün tane boyutu ayrı tespit edilmiştir.

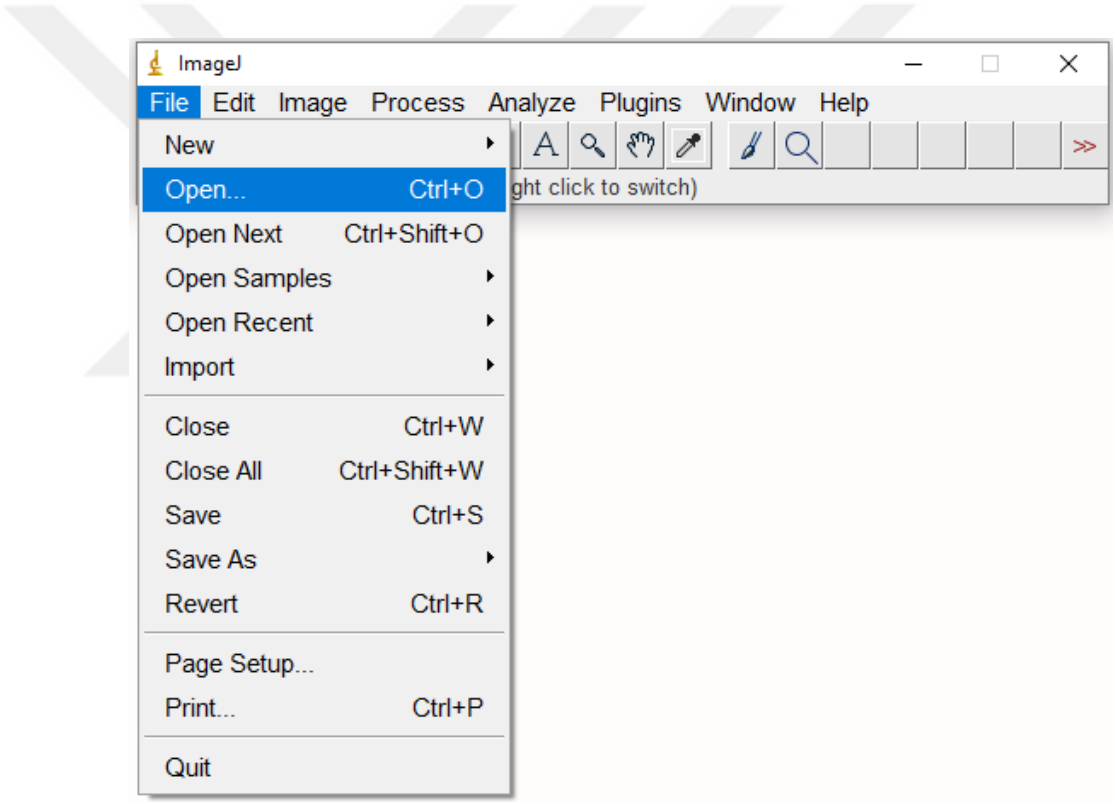
Çizelge 3.2. ImageJ yazılımında tane boyut hesaplama süreci akış diyagramı



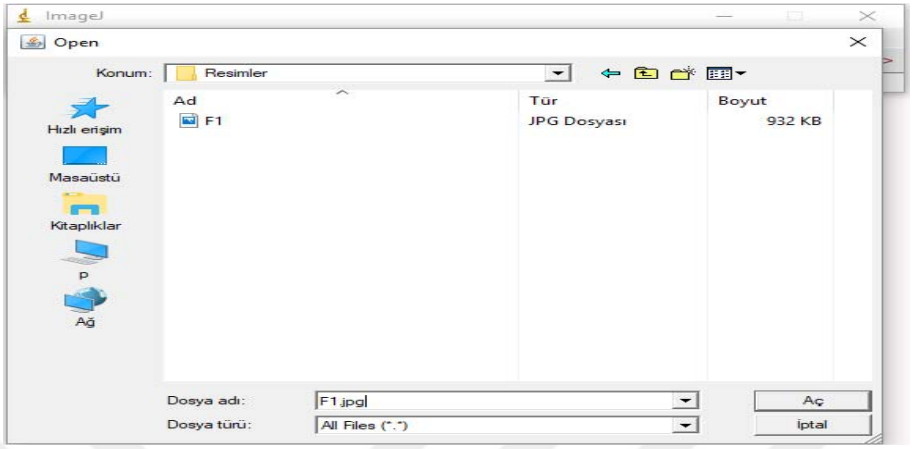
3.2.2. ImageJ ile Cisimlerin Boyut ve Alan Analizi

3.2.2.1. Yeni Bir Projenin Oluşturulması

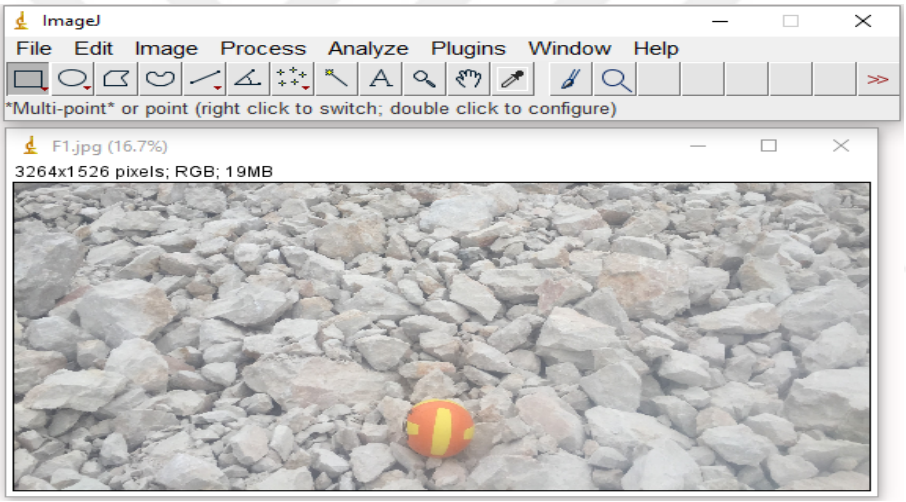
Aç (Open): Bir görüntünün yeni bir pencerede açılması için kullanılır. Dosyalar TIFF, GIF, JPEG, DICOM, BMP, PGM veya FITS dosya biçiminde olmalıdırlar. Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6'da ImageJ yazılımında görüntünün yeni bir pencere açılması için yapılan uygulamar gösterilmiştir. ImageJ versiyon 1.52a yazılımı ile dijital bir görüntünü analizi yapılırken gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.4. Yeni bir görüntünün pencerede açılması



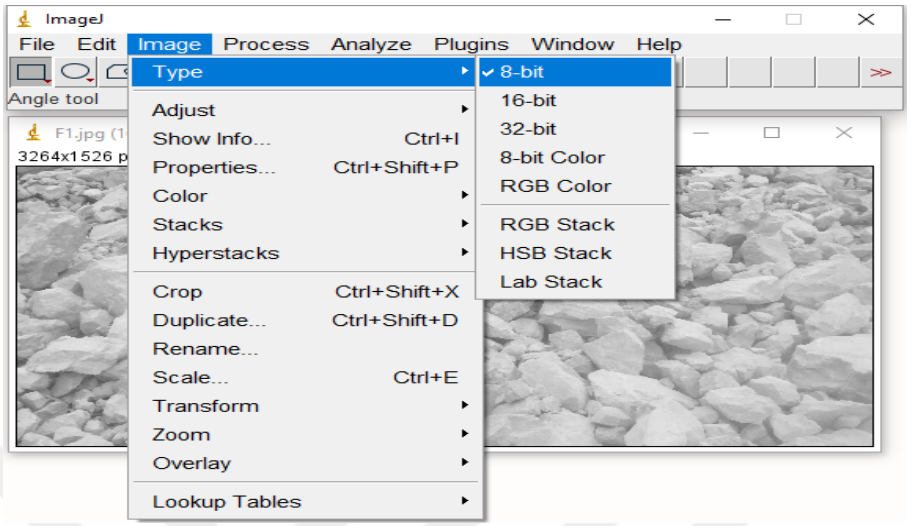
Şekil 3.5.ImageJ yazılımına analiz edilecek görüntünün tanıtılması



Şekil 3.6. Görüntünün ImageJ yazılımında açılması

3.2.2.2. Görüntünün Tipinin (Type) Belirlenmesi

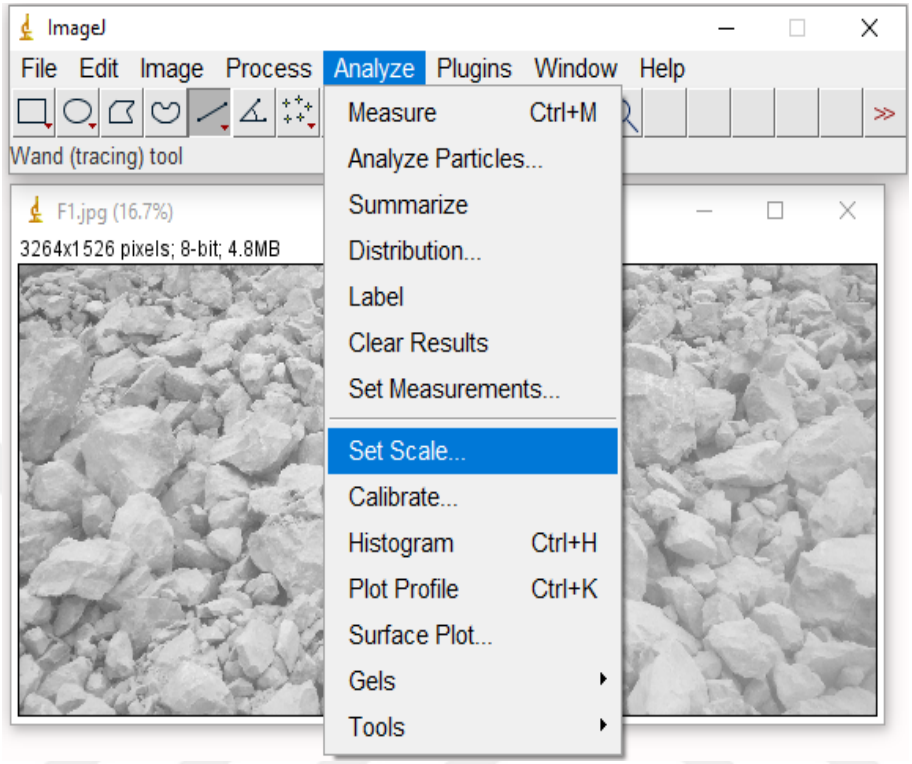
Tip (Type); kullanılan görüntünün tipinin 8 bit gri, 16 bit gri, 32 bit, 8 bit renkli veya RGB renkli biçimlerinden birine dönüştürme işlemini gerçekleştirir. Şekil 3.7'de görüntü tipinin 8-bit eçevrilmesi için yapılan işlem gösterilmiştir.



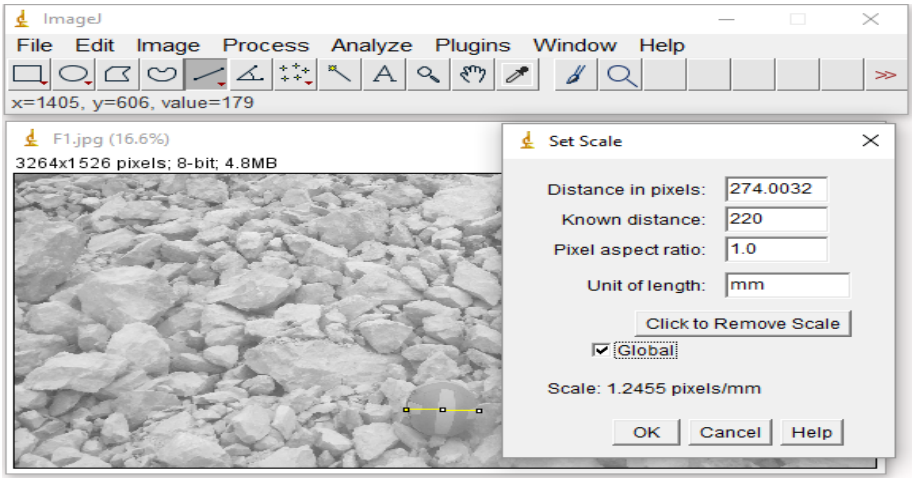
Şekil 3.7. Görüntünün 8-bit biçimine çevirilmesi

3.2.2.3. Ölçeğin Belirlenmesi

Ölçek Belirleme (Set Scale); görüntü içerisinde bulunan cisimlerin boyutlarının belirlenebilmesi işlemini gerçekleştirir. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için ilk önce *Araç Çubuğu (Tool Bar)* kısmında bulunan *Çizgi (Straight)* komutu yardımıyla görüntüde üzerindeki boyut uzunluğu bilinen cismin üzerine bir çizgi çizildikten sonra *Ölçek Belirleme (Set Scale)* penceresinde Bilinen *Mesafe (Know Distance)* ve *Uzunluk Birimi (Unit of Length)* değerleri girildikten sonra ImageJ yazılımı *Piksel Mesafesini (Distance in Pixel)* otamatik olarak hesaplayacaktır. Şekil 3.8 ve 3.9'da ölçek ayarlarının belirlenmesi için yapılan uygulamalar gösterilmiştir.



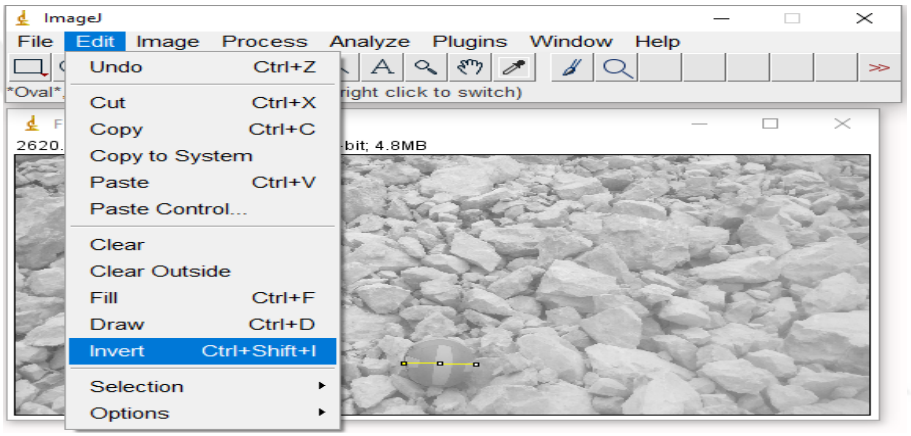
Şekil 3.8. Görüntüdeki cismin ölçeğinin belirlenmesi



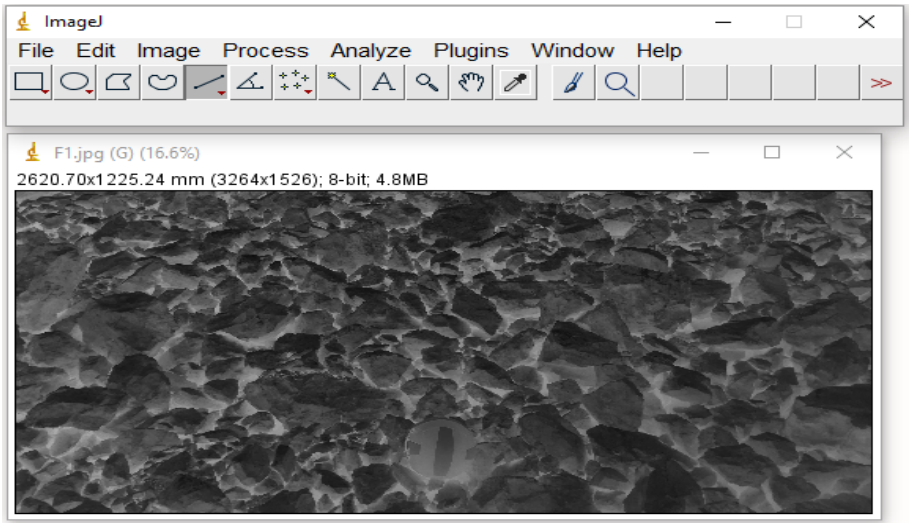
Şekil 3.9. Görüntüdeki cismin ölçek bilgilerinin girilmesi

3.2.2.4.Görüntünün Tersine (Invert) Çevrilmesi

Tersine Çevir (Invert); kullanılan görüntünün ters görüntüsünü elde edilmesini sağlar. Görüntünün tersine çevrilmesindeki amaç; beyaz veya açık renkli cisimlerin aydınlık ve karanlık bölümlerini tam tersine dönüştürerek görüntünün *Eşik (Threshold)* değerlerinin tespit edilmesini kolaylaştırmaktır. Şekil 3.10 ve 3.11'de görüntünün tersine çevrilmesi için yapılan uygulamalar gösterilmiştir.



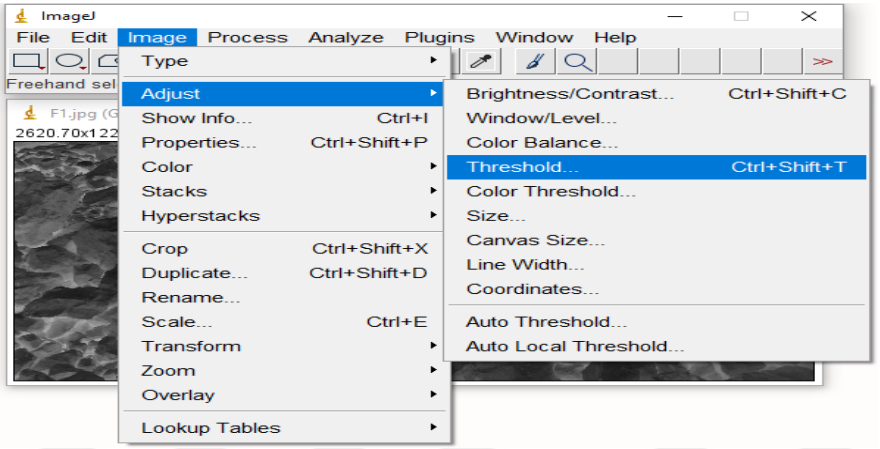
Şekil 3.10. Görüntünün tersine (Invert) çevrilmesi



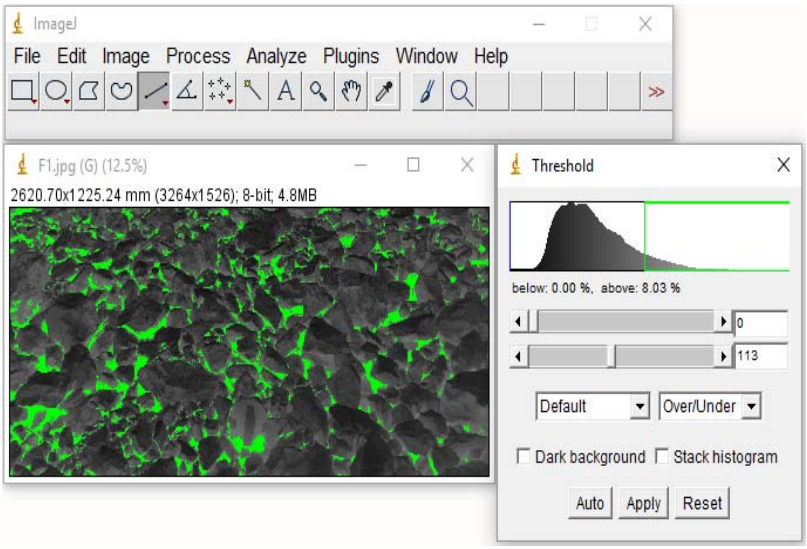
Şekil 3.11. Görüntünün negatife çevrilmesi

3.2.2.5. Görüntünün Eşik (Threshold) Değerinin Ayarlanması

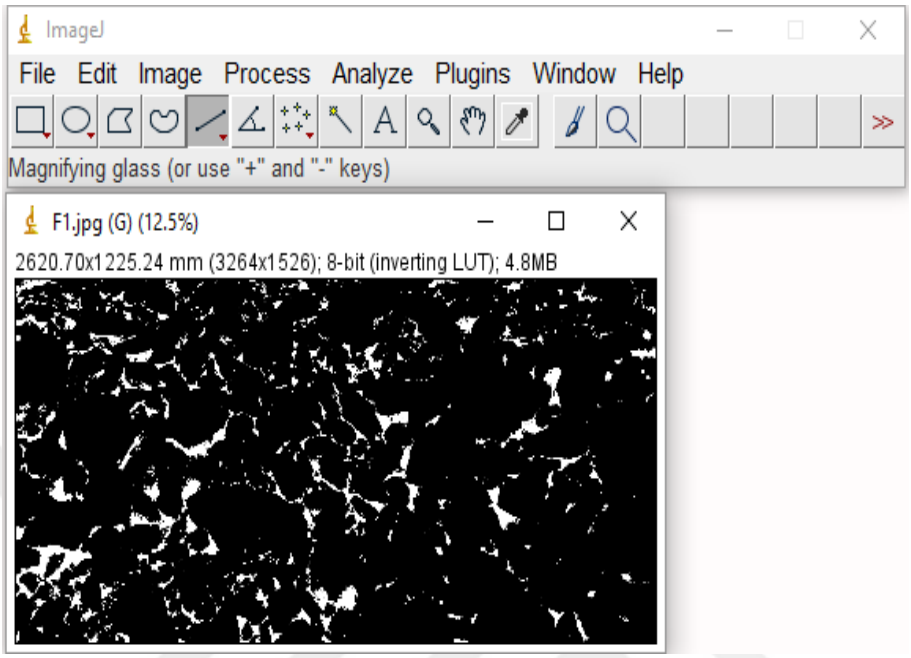
Eşik (Threshold), görüntünün alt ve üst eşik değerlerinin ayarlama işlemini gerçekleştirir. Bu işlem istenilen cisimler tanımlanana kadar kaydırma çubuğu yardımı ile eşik değeri ayarlanır. Şekil 3.12, 3.13 ve 3.14'de görüntünün eşik değerinin belirlenmesi için yapılan uygulamar gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Görüntünün Eşik (Threshold) değerinin ayarlanması



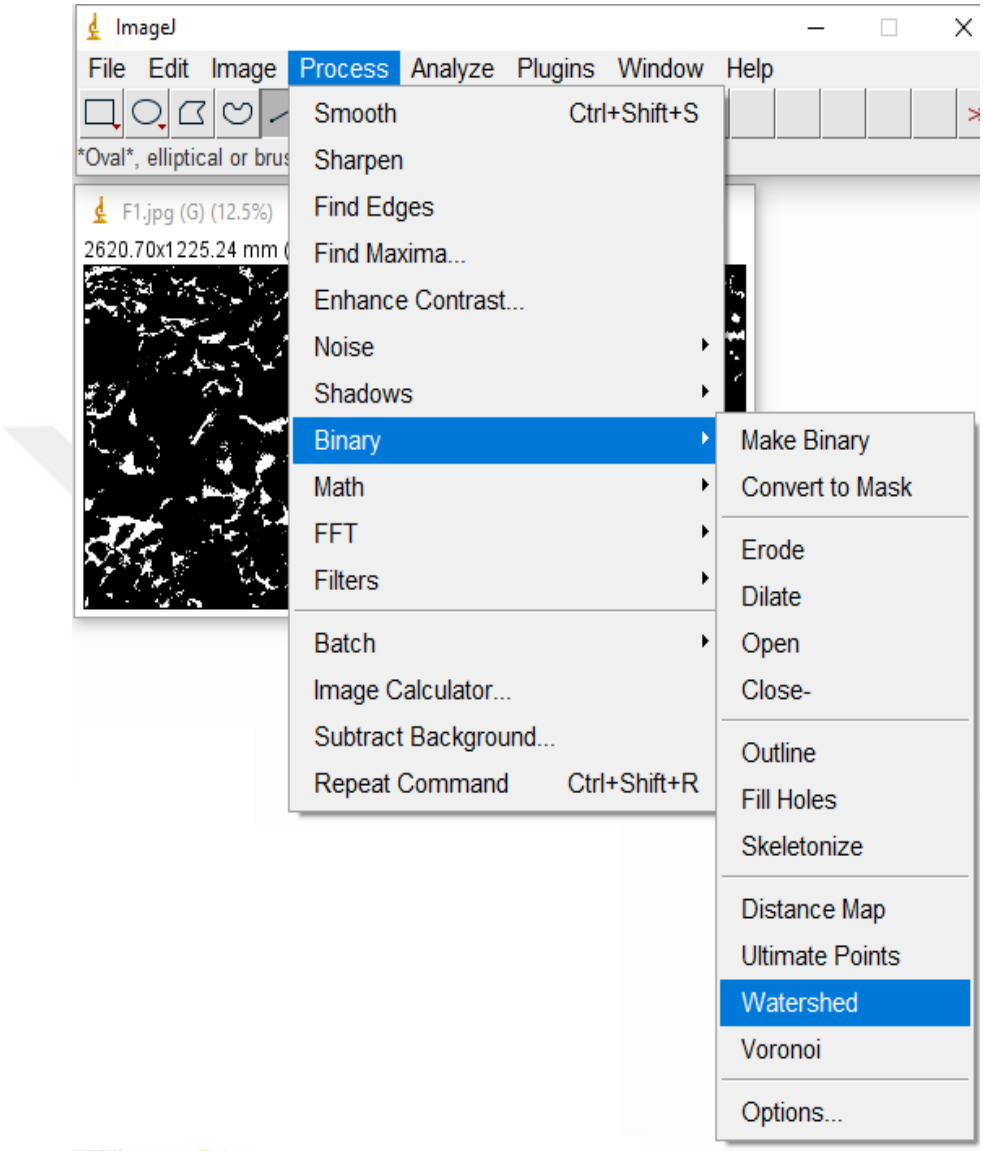
Şekil 3.13. Eşik (Threshold) değer ayarlarının girilmesi



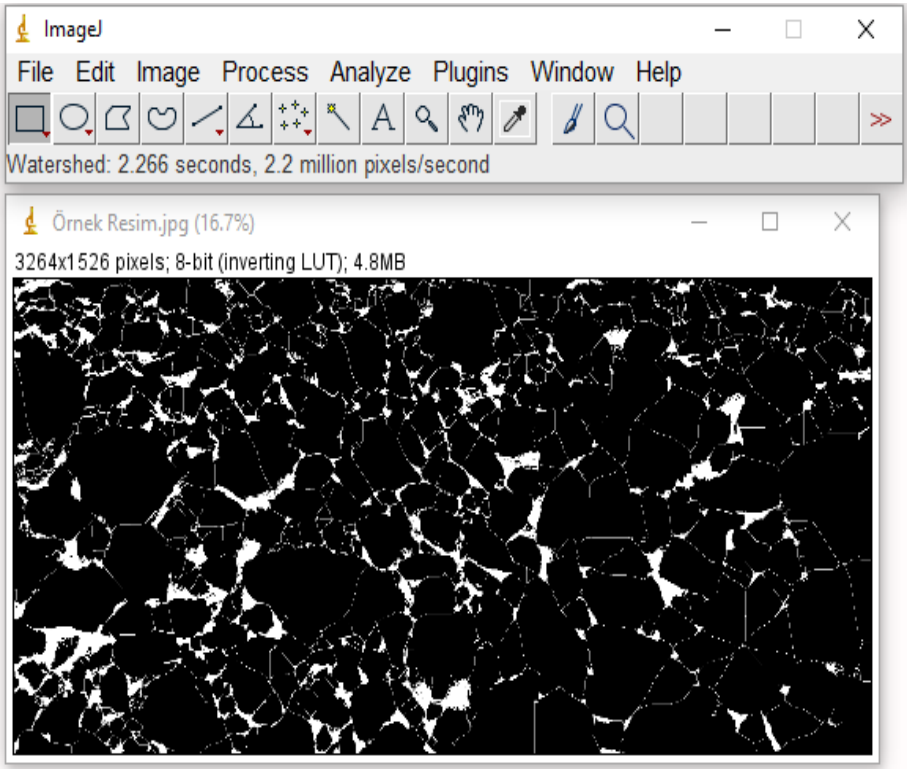
Şekil 3.14. Eşik (Threshold) değerleri ayarlanmış imajın görüntüsü

3.2.2.6. Parça Boyutlarının Sınırlarının (Watershed) Belirlenmesi

Sınır (Watershed), görüntü içerisinde bulunan cisimlerinin sınırlarını otomatik olarak ayırma işlemini gerçekleştirir. Şekil 3.15 ve 3.16'da cisimlerin sınırlarının belirlenebilmesi için yapılan uygulamalar gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Görüntünün sınırlarının (Watershed) belirlenmesi

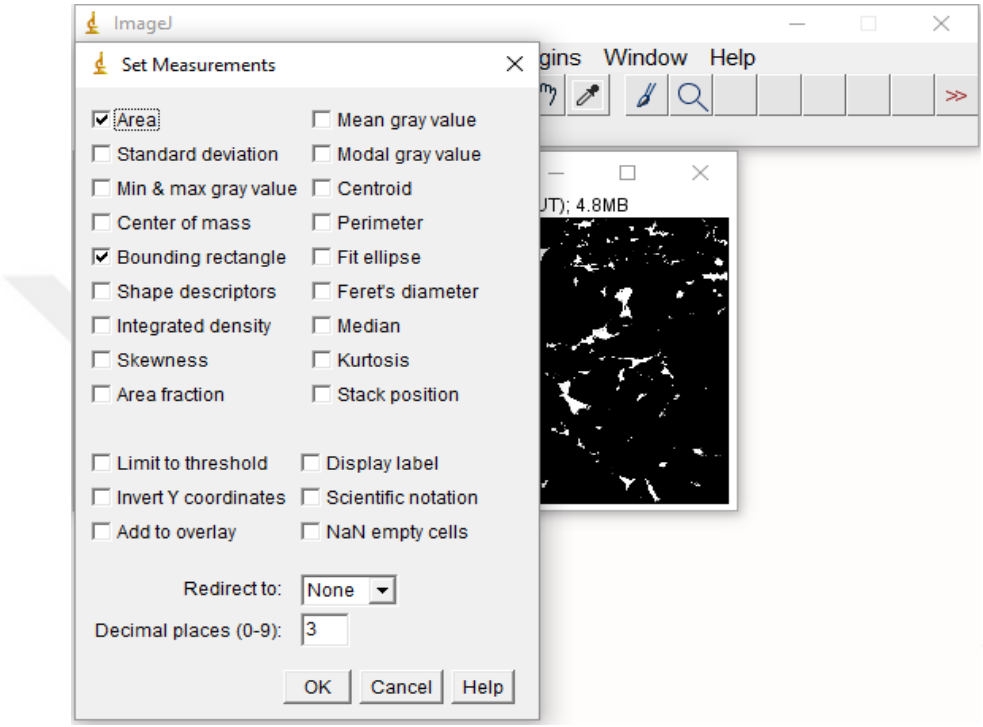


Şekil 3.16. Sınır (Watershed) işlemi uyguladıktan sonraki imajın görüntüsü

3.2.2.7. Ölçümlerin Belirlenmesi

Ölçüm Ayarları (Set Measurements), *Parça Analizi (Analyze Particles)* menüleri tarafından hangi ölçümlerin kaydedileceği belirtilir. Analiz yapılacak imajın hesaplanması istenilen *Alan (Area), Standart Sapma (Standard Deviation), Min ve Mak. Gri Seviye (Min & Max Gray Level), Kütle Merkezi (Center of Mass), Sınır Dikdörtgen (Bounding Rectangle), Şekil Tanımlayıcı (Shape Descriptors), Tamamlanmış Yoğunluk (Intergrated Density), Çarpıklık (Skewness), Alan Dağılımı (Area Fraction), Ortalama Gri Değer (Mean Gray Value), Mod Gri Değer (Modal Gray Value), Ağırlık Merkezi (Centroid), Çevre (Perimerter), Elipse Uydur (Fit Ellipse), Feret Çapı (Feret's Diameter), Medyan (Median), Basıklık(Kurtosis) ve Yığın Pozisyonu (Stack Postion)* olmak üzere 18 farklı

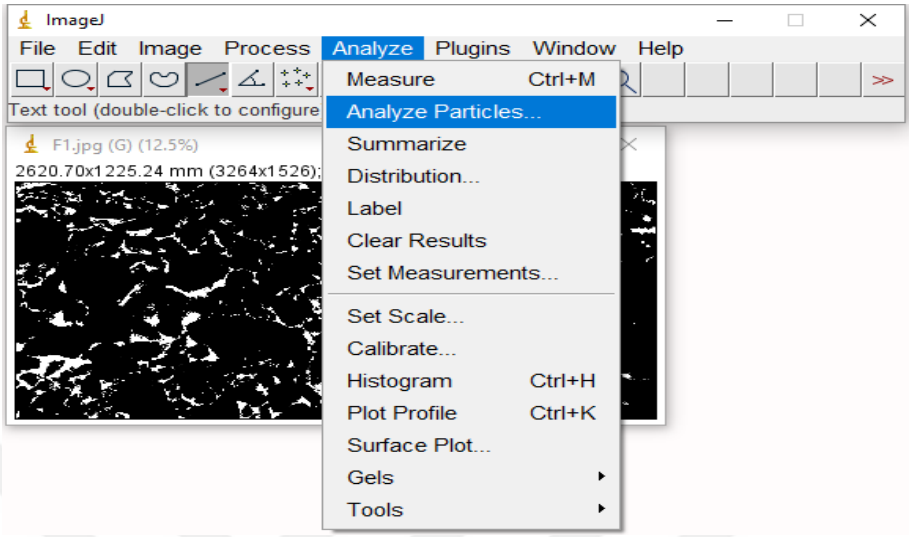
ölçümün belirlenme işlemini gerçekleştirir. Şekil 3.17'de kaydelicek ölçümlerin belirlenebilmesi için yapılan uygulanan adımlar gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Ölçüm ayarlarının girilmesi

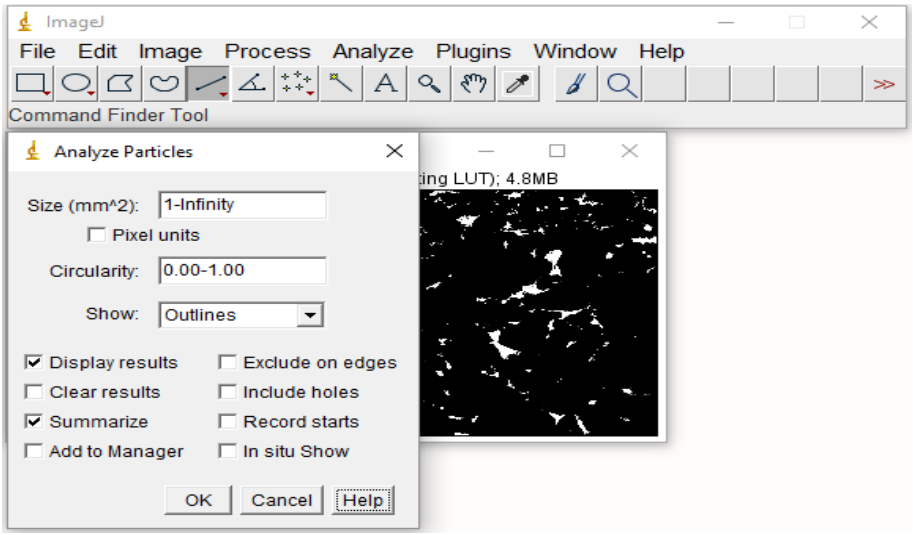
3.2.2.8. Analiz Sonuçlarının Elde Edilmesi

Parça Analizi (Analyze Particles), siyah beyaz ya da eşik değeri belirlenmiş imajlardaki objeleri sayma ve ölçme işlemlerini yapar. *Ölçüm Ayarları (Set Measurement)* bölümünde seçilen herhangi 18 farklı sayma ve ölçme işlemlerini gerçekleştirir. Şekil 3.18 ve 3.19'da parça analizinin ölçülmesi için uygulanan adılar gösterilmekte olup Şekil 3.20 ve 3.21'de ImageJ yazılımından elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

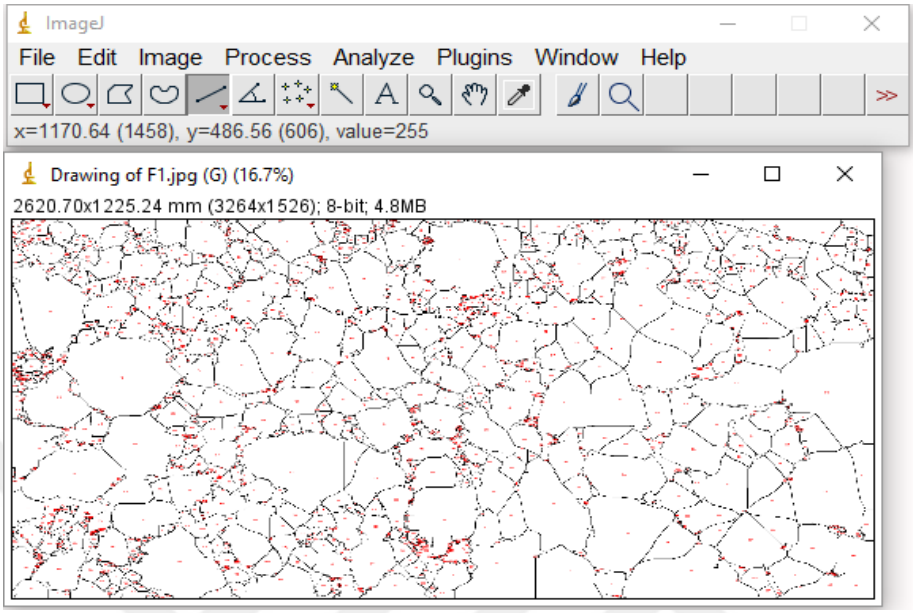


Şekil 3.18. ImageJ yazılımı parça boyut analizi

Analiz sırasında ImageJ yazılımın çok küçük boyutlardaki piksel yoğunluklarını ayrı bir cisim olarak algılamakta olup bu tip hataların sayılmaması için ölçüm aralığının 1'den başlatılması önerilmektedir.



Şekil 3.19. Parça boyut analizinin ayarlarının girilmesi



Şekil 3.20. ImageJ yazılımının analiz sonuçları

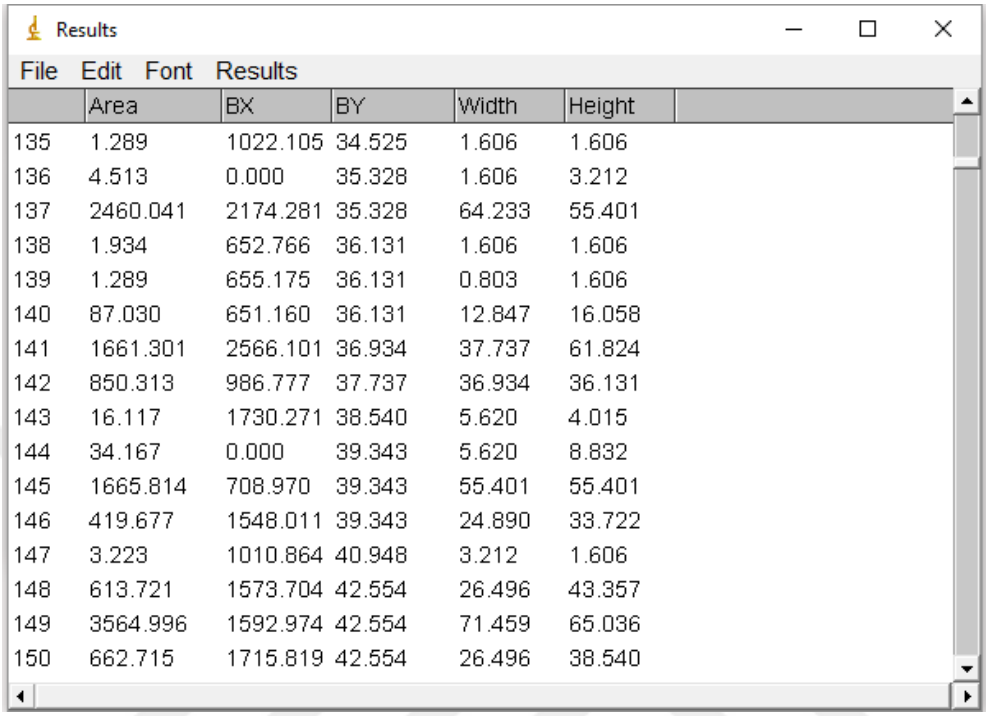
Şekil 3.21'de ImageJ yazılımı analiz sonucundan elde edilen verilerin ana başlıkları aşağıdaki gibidir.

Alan (Area): Tahmin edilen cismin *Genişlik (Width)* ile *Yükseklik (Height)* çarpımından elde edilen alan ölçümüdür.

***BX ve BY*:** Görüntüdeki tahmin edilen cisimlerin üst sol köşesinin x ve y kordinatlarını gösterir.

Genişlik (Width): Tahmin edilen cisminlerin genişliğini ölçer

Yükseklik (Height): Tahmin edilen cisimlerin yüksekliğini ölçer.



	Area	BX	BY	Width	Height
135	1.289	1022.105	34.525	1.606	1.606
136	4.513	0.000	35.328	1.606	3.212
137	2460.041	2174.281	35.328	64.233	55.401
138	1.934	652.766	36.131	1.606	1.606
139	1.289	655.175	36.131	0.803	1.606
140	87.030	651.160	36.131	12.847	16.058
141	1661.301	2566.101	36.934	37.737	61.824
142	850.313	986.777	37.737	36.934	36.131
143	16.117	1730.271	38.540	5.620	4.015
144	34.167	0.000	39.343	5.620	8.832
145	1665.814	708.970	39.343	55.401	55.401
146	419.677	1548.011	39.343	24.890	33.722
147	3.223	1010.864	40.948	3.212	1.606
148	613.721	1573.704	42.554	26.496	43.357
149	3564.996	1592.974	42.554	71.459	65.036
150	662.715	1715.819	42.554	26.496	38.540

Şekil 3.21.ImageJ yazılımın analiz ölçüm sonuçları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

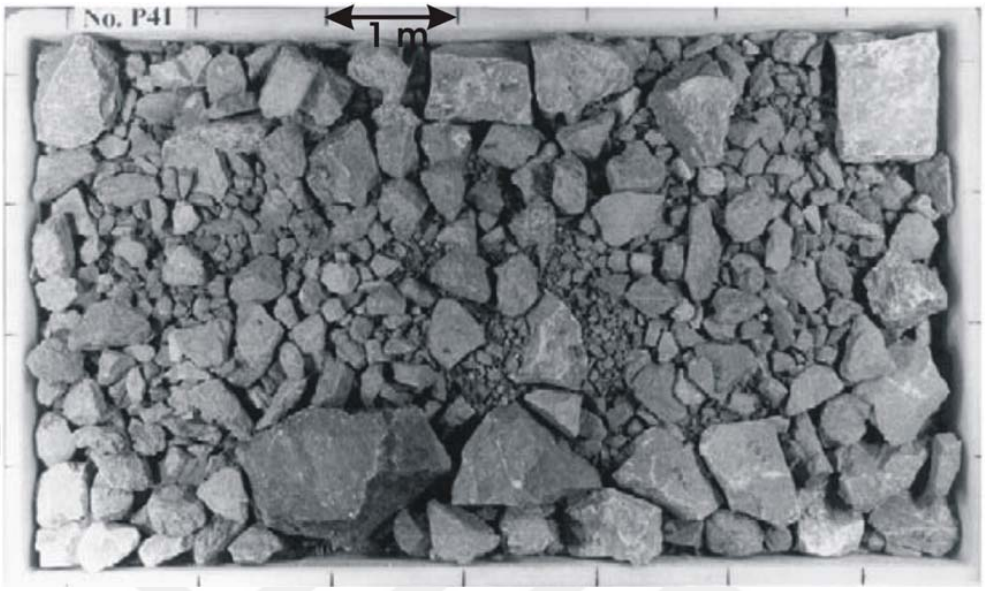
4.1. ImageJ (versiyon 1.52a) Yazılımının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada elek analizi sonucu bilinen P41 numaralı örneğin sonuçları (Latham ve ark, 2006)

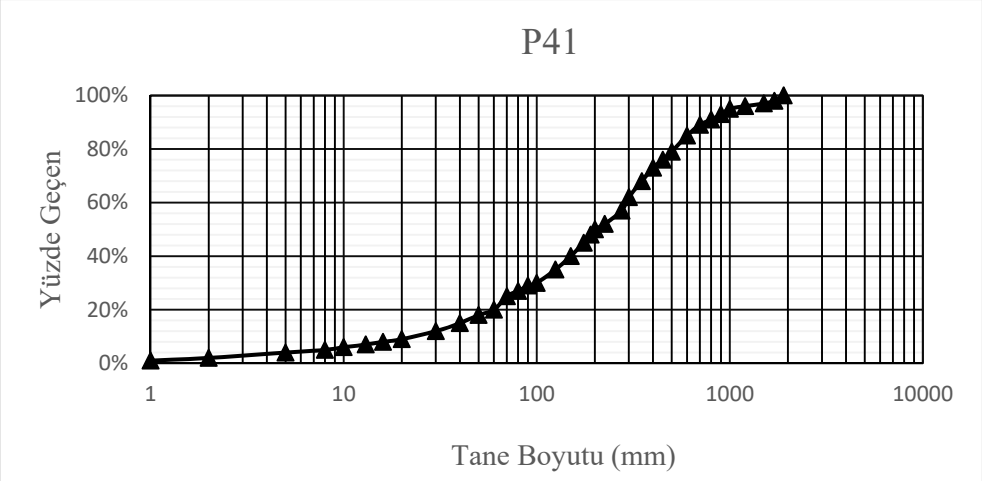
ile ImageJ versiyon 1.52a (https://imagej.nih.gov/ij/) analiz sonuçları ve WipFrag analiz sonuçları (Edizer, 2006) karşılaştırılmıştır.

4.1.1. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün Elek Analizi

Şekil 4.1' de P41 numaralı sayısal görüntü ile Şekil 4.2'de P41 numaralı örneğe ait laboratuarda elde edilen elek analiz sonuçları verilmiştir.



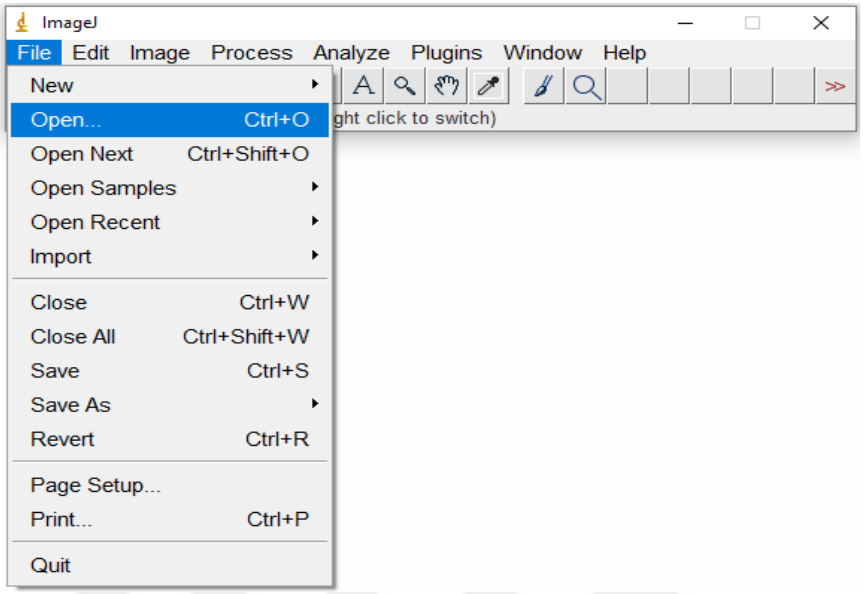
Şekil. 4.1. P41 numaralı elek analizinin referans görüntüsü (Latham ve ark, 2006)



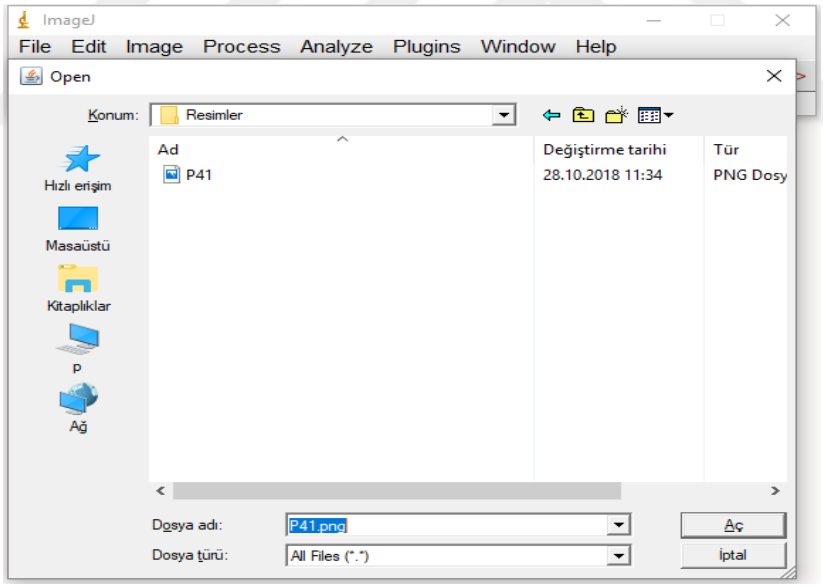
Şekil. 4.2. P41 numaralı refersans görüntünün elek analizi sonucu (Latham ve ark, 2006)

4.1.2. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün ImageJ versiyon 1.52a Yazılımı ile Analizi

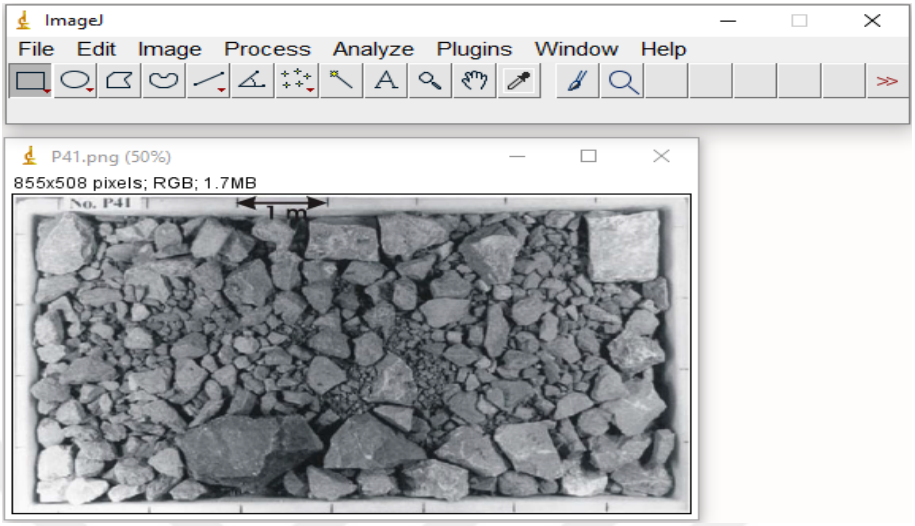
P41 numaralı sayısal görüntünün tane boyut analizi için Çizelge 3.2'deki akış diyagramı takip edilerek ImageJ versiyon 1.52a yazılımı ile analizi gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da P41 numaralı örneğin ImageJ yazılımı ile elde edilen görüntüler gösterilmiş olup Çizelge 4.1'de bu analizden elde edilen verilerin genel değerlendirilmesi gösterilmiştir.



Şekil. 4.3.ImageJ ile yeni bir projenin oluşturulması

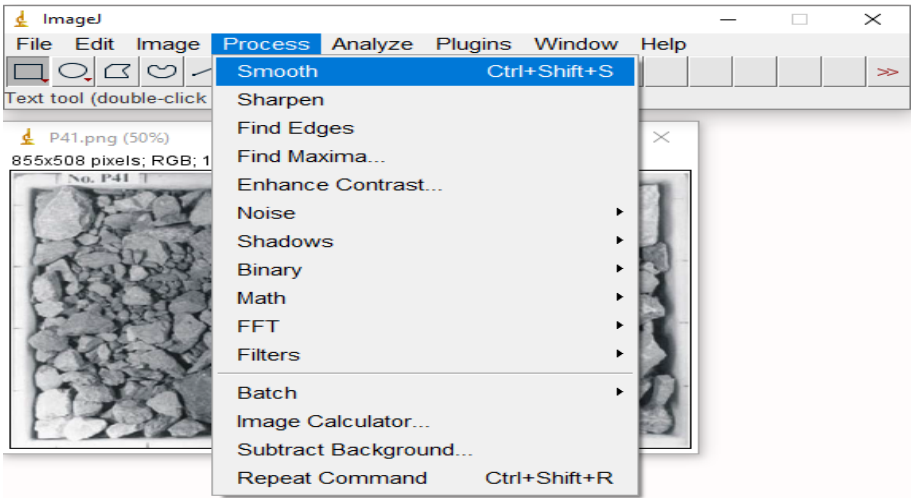


Şekil. 4.4. ImageJ yazılımına analiz edilecek P41 numaralı görüntünün tanıtılması

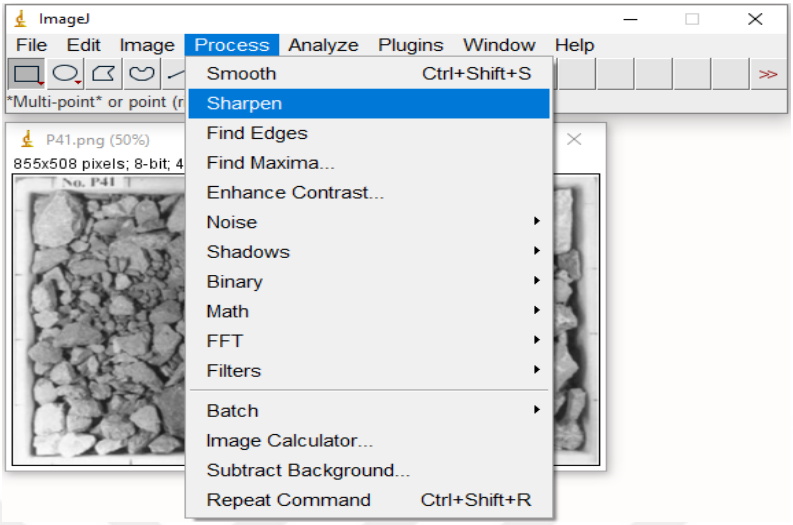


Şekil. 4.5. P41 numaralı görüntünün pencerede açılması

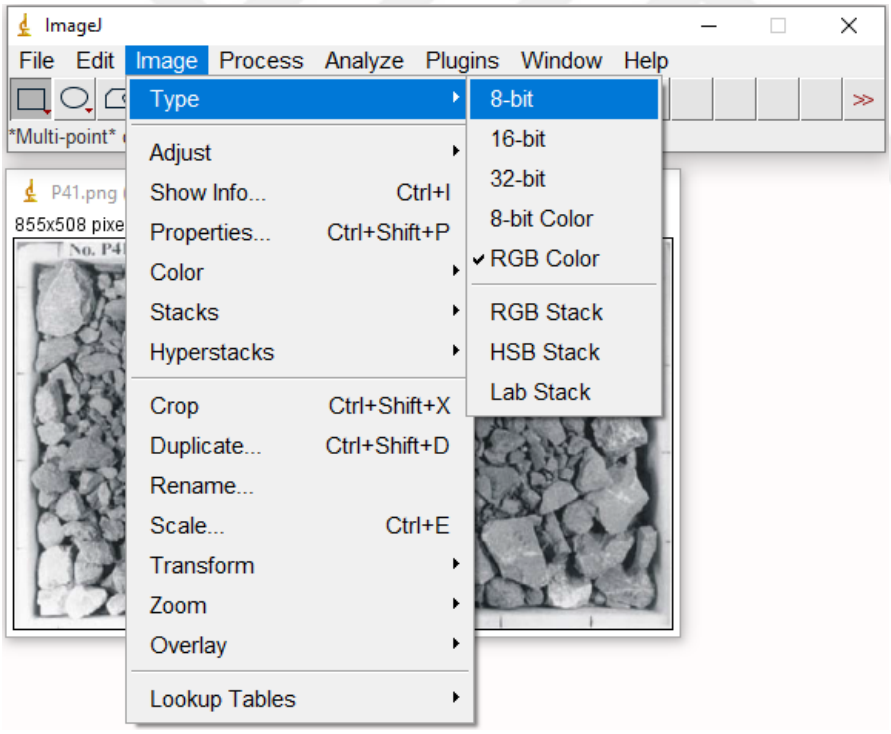
Kalitesi düşük olan görüntülerin analizinde *Keskinleştirme (Sharpen)* ve *Pürüzsüzleştirme (Smooth)* fonksiyonlarının kullanılması önerilmektedir. Bu fonksiyonlar aktif görüntünün tüm piksel komşularının 3x3 değerlerinin ortalaması ile yer değiştirerek görüntüdeki ayrıntıları belirginleştirmektedir.



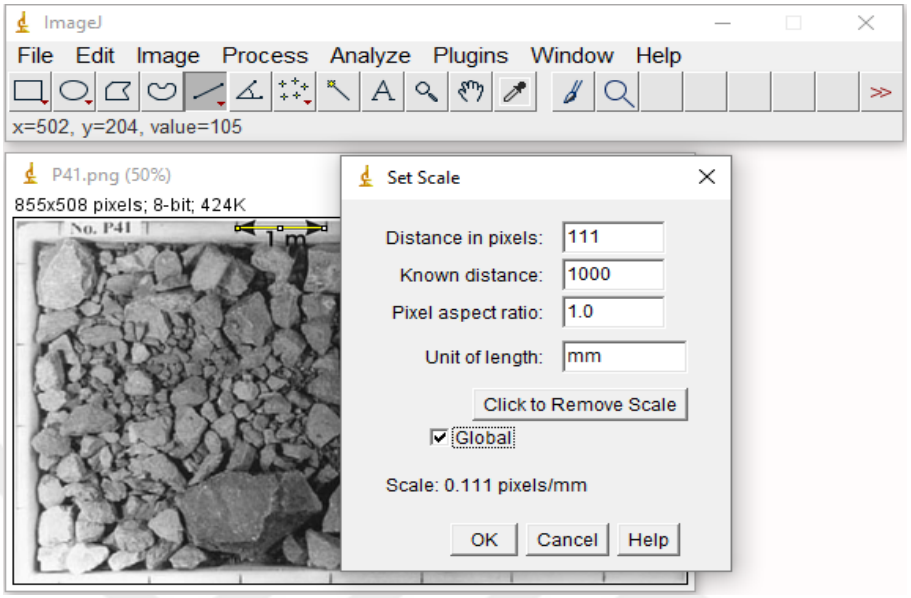
Şekil. 4.6. P41 numaralı görüntünün pürüzsüzleştirilmesi (Smooth)



Şekil. 4.7. P41 numaralı görüntünün keskinliştirilmesi (Sharpen)

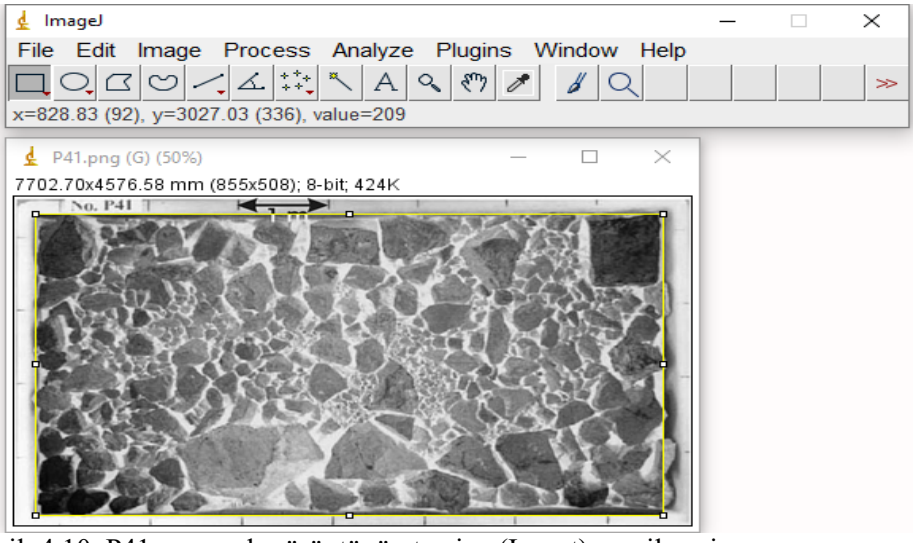


Şekil. 4.8. P41 numaralı görüntünün 8-bit biçimine çevirilmesi



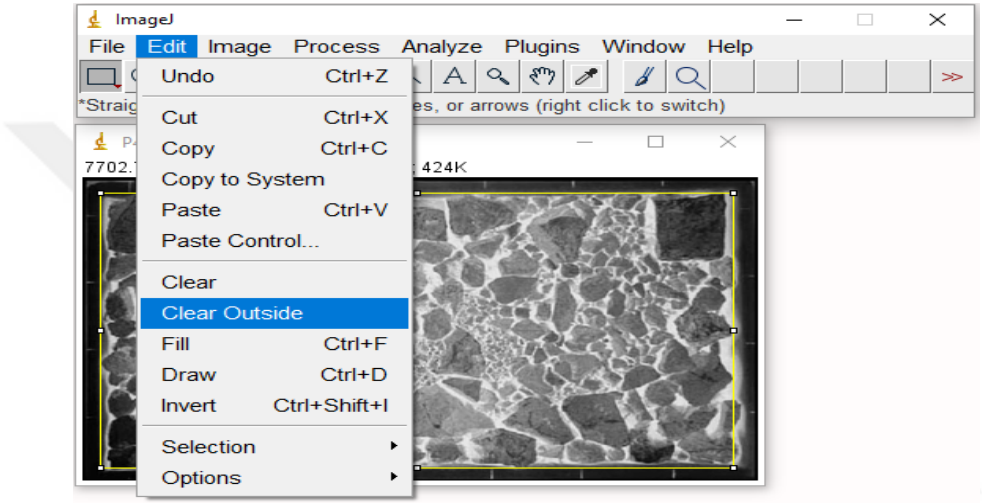
Şekil. 4.9. P41 numaralı görüntünün ölçek verisinin girilmesi

Tersine çevirme işlemi, beyaz renkli cisimlerin kenarlar sınırlarının belirlenmesinin zor olduğu durumlarda görüntünün ters bir görüntüsünü oluşturarak cisimlerin aydınlık ve karanlık bölümlerini tam tersine dönüştürür.

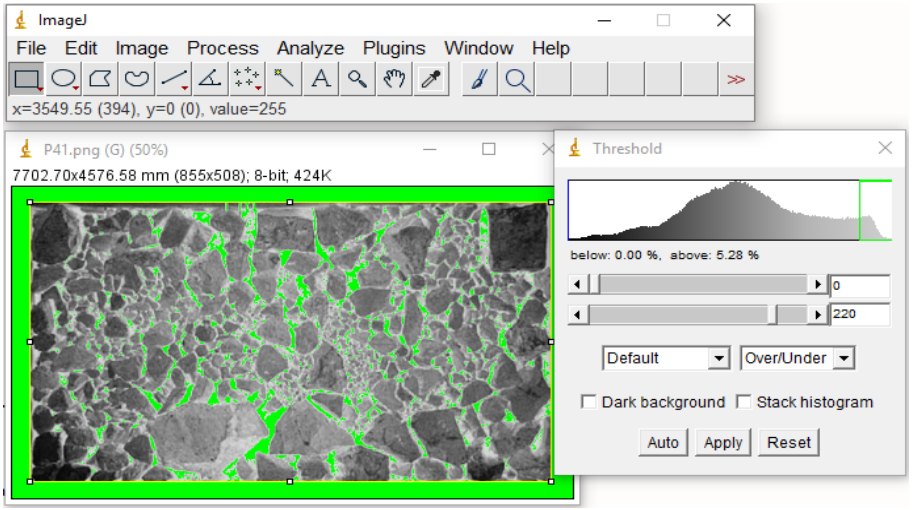


Şekil. 4.10. P41 numaralı görüntünün tersine (Invert) çevrilmesi

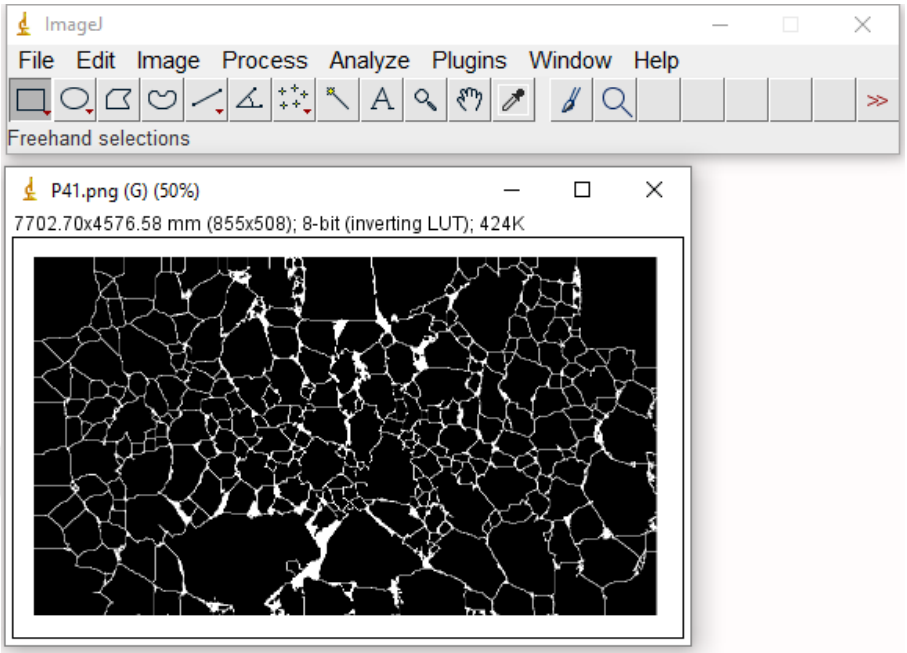
Görüntü üzerinde analiz sırasında istenmeyen bölgenin görüntüden çıkarılması için *Araç Çubuğu (Tool Bar)* kısmından *Dikdörtgen (Rectangle)* komutu yardımıyla analizin gerçekleştirilmesi istenilen alan seçildikten sonra *Menu Çubuğu (Menu Bar)* kısmında bulunan *Düzen (Edit)* bölümünden istenmeyen kısımlar *Dışı Temizle (Clear Outside)* ile dış tarafın içeriği silinmektedir.



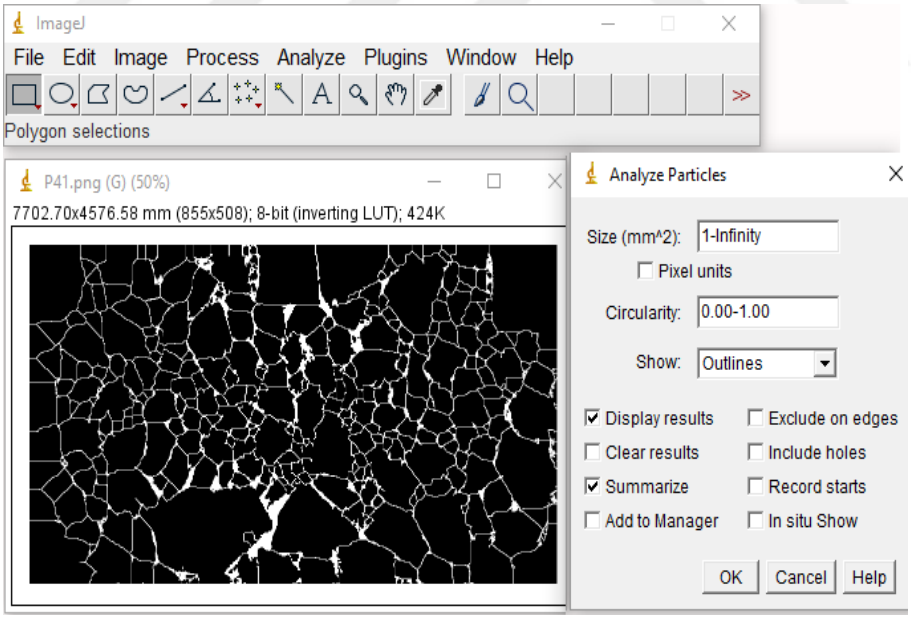
Şekil. 4.11. P41 numaralı görüntünün dış tarafının silinmesi



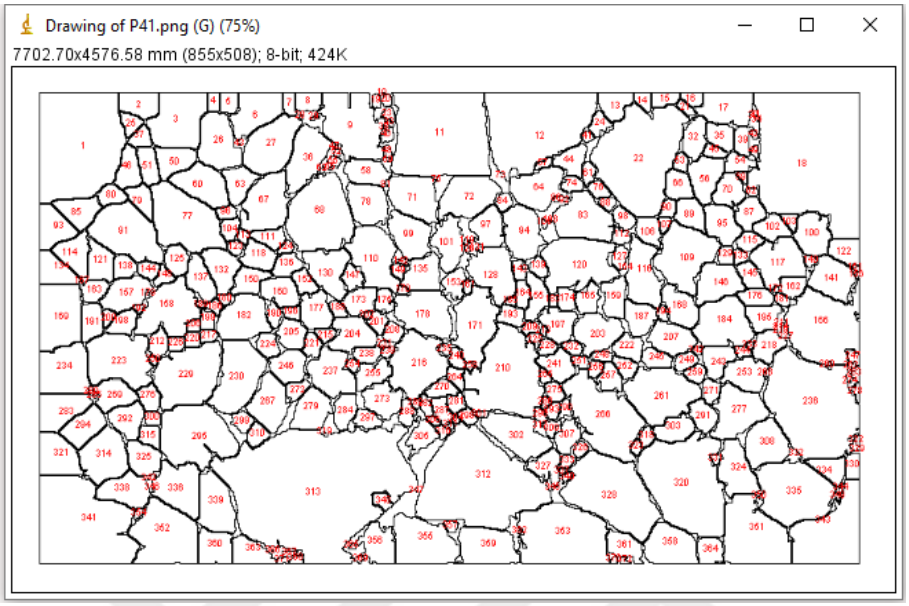
Şekil. 4.12. P41 numaralı görüntünün eşik değerinin(Threshold) girilmesi



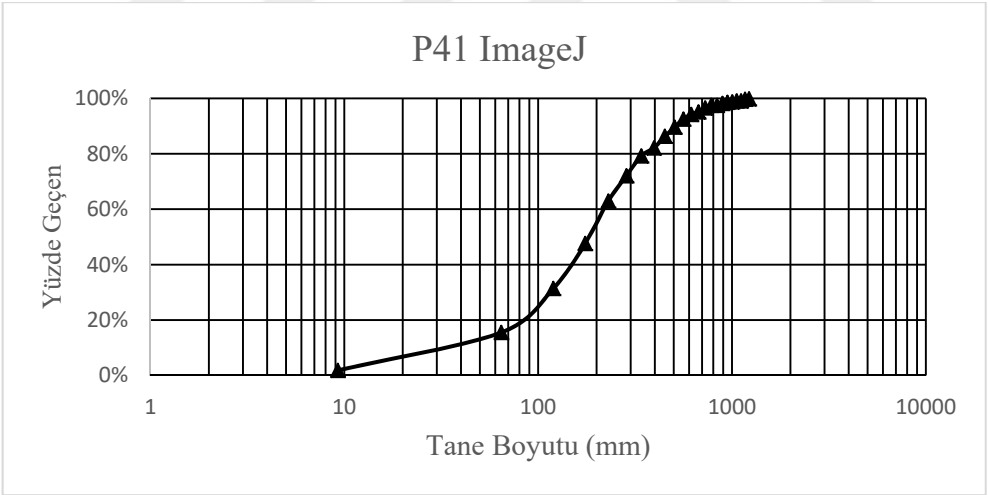
Şekil. 4.13. P41 numaralı görüntünün kenar sınırlarının(Watershed) belirlenmesi



Şekil. 4.14. P41 numaralı görüntünün analiz sonuçlarının elde edilmesi



Şekil. 4.15. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile tane boyut analizi



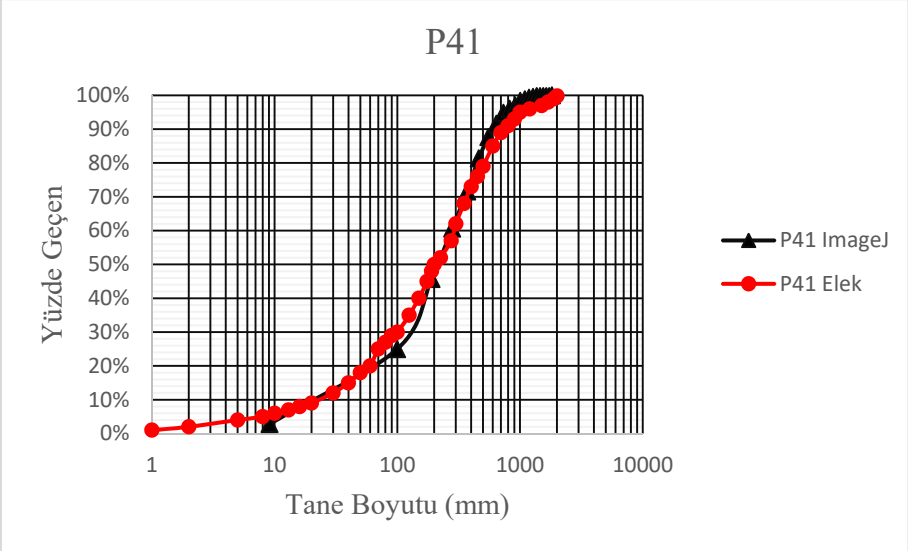
Şekil. 4.16. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile elde edilen analiz sonucu

Çizelge 4.1. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ yazılımı ile elde edilen tane boyut dağılımlarının istatistik özeti

P41 ImageJ versiyon 1.52a	
Sayılan Adet	429 adet
Ortalama	279,82 mm
Ortanca	209,09 mm
En Küçük	9,09 mm
En Büyük	1818,18 mm

4.1.3. P41 Numaralı Sayısal Görüntüsünün Elek Analizi ile ImageJ YazılımınınTane Boyut Tahminlerinin Karşılaştırılması

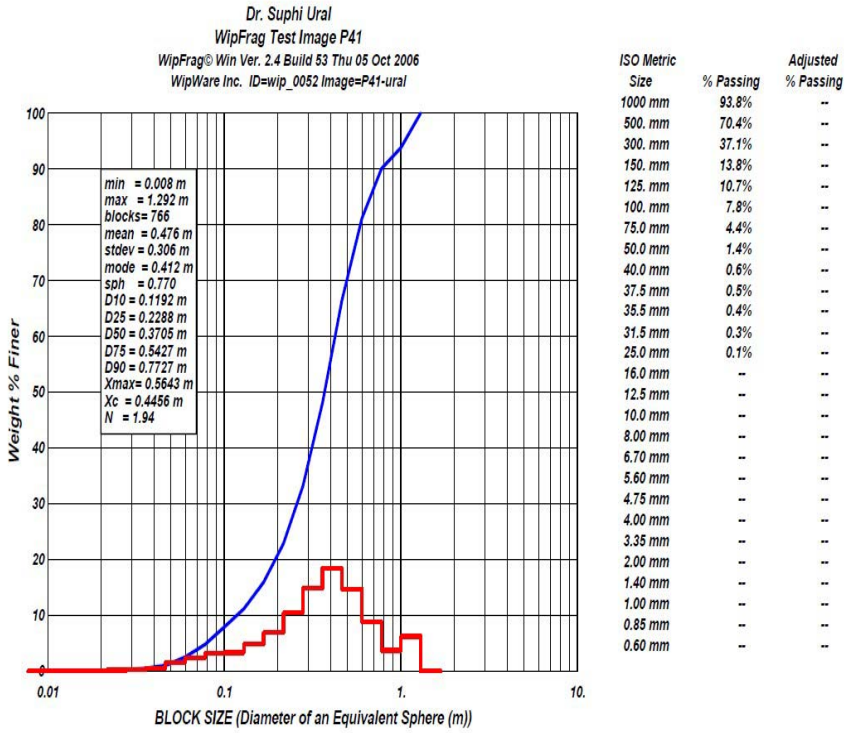
ImageJ yazılımı ile yapılan tane boyut tahmini analizi sonucunda elde edilen veriler Latham ve ark (2006) makelesinde yer alan P41 numaralı sayısal görüntünün elek analizi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Şekil 4.17'de yazılımdan elde edilen sonuçların elek analizi ile elde edilen sonuçlara yakın değerler elde edildiği görülmüştür.



Şekil. 4.17. P41 numaralı referans görüntünün ImageJ ile elek analizi sonuçlarının karşılaştırılması

4.1.4. P41 Numaralı Sayısal Görüntünün ImageJ ve WipFrag Yazılımlarının Tane Boyut Tahminlerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada Imagej versiyon 1.52a yazılımıyla yapılan P41 nolu referans görüntünün tane boyut analiz sonucu ile Edizer, (2006) yüksek lisans tezindeki WipFrag versiyon 2.4 yazılımıyla yapılan P41 numaralı referans görüntünün tane boyut analiz sonuçları karşılaştırılmak için kullanılmıştır. WipFrag version 2.4 yazılımı ile yapılan bu analiz WipWare Inc. tarafından yapılmıştır. Şekil 4.18'de WipFrag yazılımından elde edilen analiz sonuçları ile birlikte Çizelge 4.2'de bu analiz sonuçları doğrultusunda her iki yazılımın elek analizine göre hata oranları yer almaktadır.



Şekil. 4.18. P41 numaralı referans görüntünün WipWare Inc. tarafından WipFrag versiyon 2.4 yazılımı ile elde edilen analiz sonucu (Edizer, 2006)

Çizelge 4.2. ImageJ ve WipFrag yazılımlarının elek analizine göre hata oranları

	D10 (mm)	D25 (mm)	D50 (mm)	D75 (mm)	D90 (mm)	Maks. (mm)	Min. (mm)
Elek Analizi	25	70	200	425	750	1900	1
ImageJ	20	100	209	400	600	1818	9
Fark (Elek/ ImageJ)	**-20%**	**43%**	**4%**	**-6%**	**-20%**	**-5%**	**800%**
Elek Analizi	25	70	200	425	750	1900	1
WipFrag	119	220	370	540	770	1292	8
Fark (Elek/ WipFrag)	**340%**	**214%**	**85%**	**27%**	**3%**	**-32%**	**700%**

Elde edilen sonuçlara göre WipFrag versiyon 2.4'in Minimum ve D90'ın tane boyutunu tahmini ImageJ versiyon 1.52a'ya göre daha yakın sonuç verdiği görülmüş olup ImageJ versiyon 1.52a'nın ise D10, D25, D50 ve Maksimun tane boyut tahminin WipFrag versiyon 2.4' e göre daha yakın sonuç verdiği görülmüştür.

4.2. ImageJ Yazılımının Kireçtaşı Ocağında Tane Boyut Analizinin Değerlendirilmesi

Yürütülen bu tez çalışmasında çalışma sahası olarak Adana'nın Karaisalı ilçesinde bulunan kireçtaşı ocağında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Kireçtaşı ocağında gerçekleştirilen basamak patlatması sonrasında oluşan kireçtaşı yığınının tane boyut analizini yapılabilmesi amaçlanmıştır.

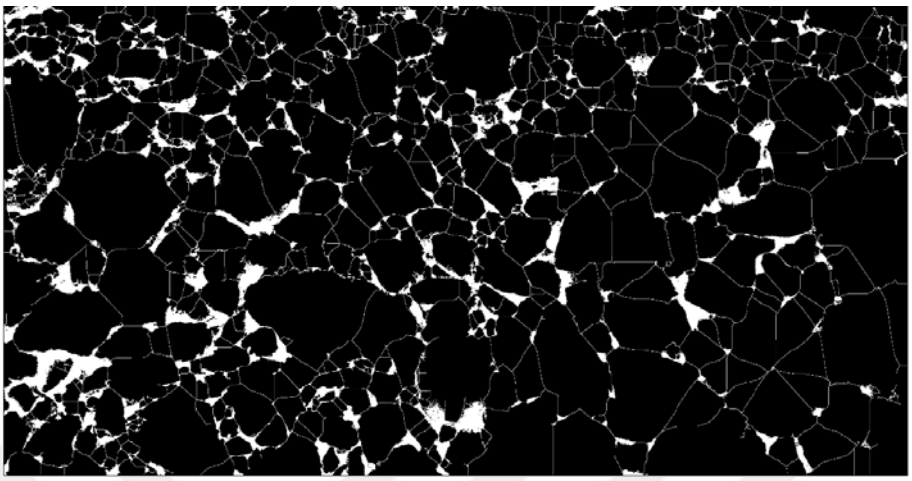
Patlatma sonrası oluşan yığının genel parça boyutunun ImageJ yazılımı tarafından tahmin edilebilmesi için fotoğraf ekranına çapı 22 cm olan bir voleybol topu eklenmiş ve yığın 4 farklı bölgeye ayrılarak her biri ayrı ayrı fotoğraflandırılmıştır.

Patlatma sonrası oluşan kireçtaşı yığının 4 ayrı bölgesinden elde edilen fotoğraflar sırasıyla Fotoğraf_1 (F1), Fotoğraf_2 (F2), Fotoğraf_3 (F3) ve Fotoğraf_4 (F4) olarak isimlendirilmiş olup bu görüntüler ImageJ yazılımına

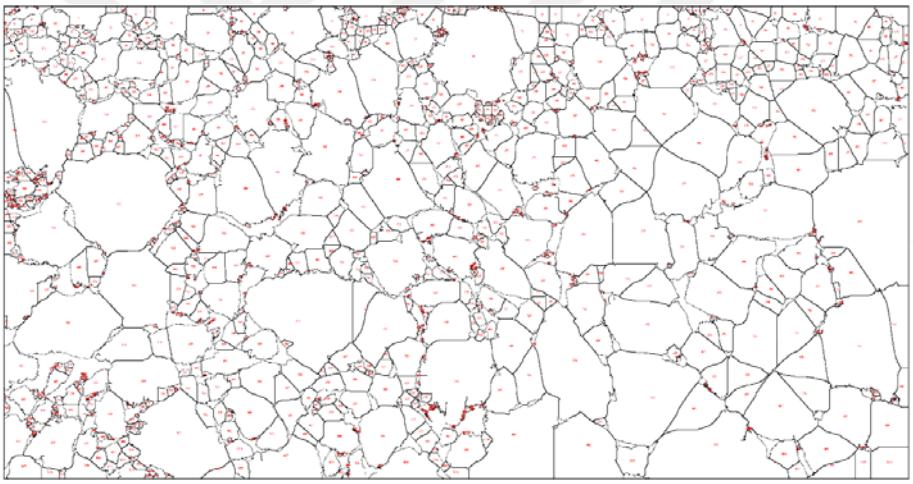
aktarılıp tane boyut tahmin analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.19, 4.23, 4.27 ve 4.31'da patlatma sonrası yığının 4 ayrı bölgesinden alınan fotoğrafları, Şekil 4.20, 4.24, 4.28 ve 4.32' de alınan fotoğrafların ImageJ yazılımı ile görüntünün işlenmiş hali, Şekil 4.21, 4.25, 4.29 ve 4.33' de ImageJ yazılımı ile görüntünün boyut tahmini elde edilmiş sonuçları, Şekil 4.22, 4.26, 4.30 ve 4.34 4.35 ve 4.36'de her bir fotoğratan ImageJ yazılımı ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 4.37'de bütün görüntülerden elde edilmiş sonuçların histogram dağılımu gösterilmekte olup yığının genel özeti Çizelge 4.3'deki gibidir.



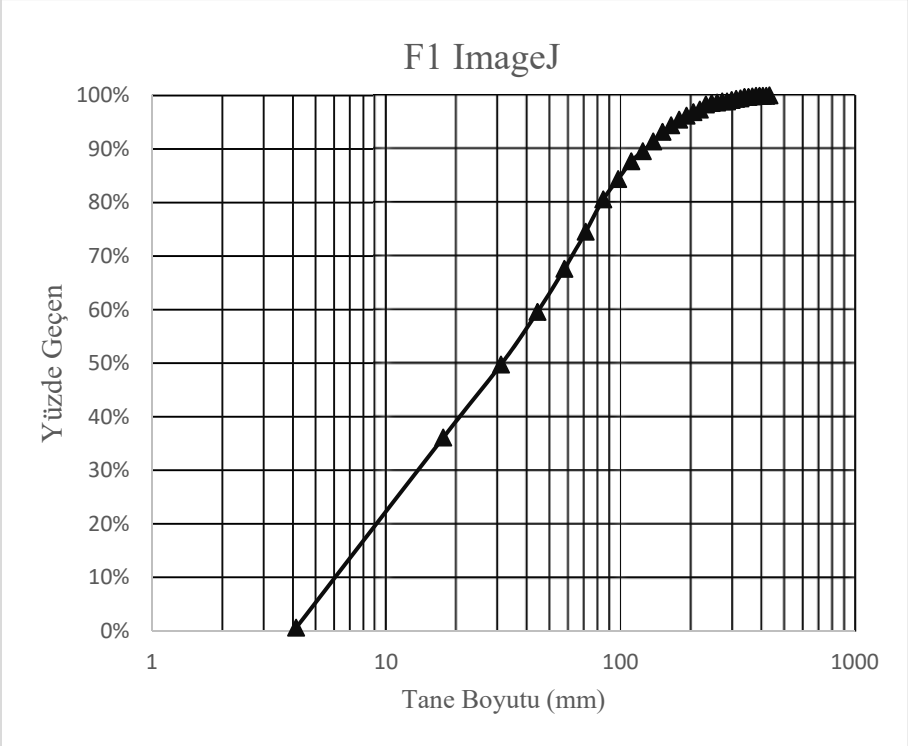
Şekil. 4.19. F1 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü



Şekil. 4.20. F1 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü



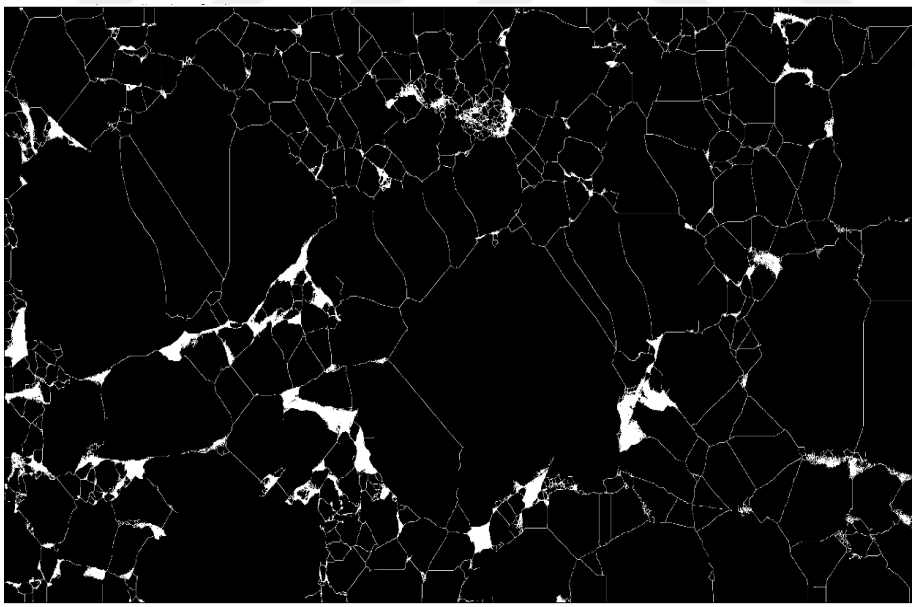
Şekil. 4.21. F1 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi



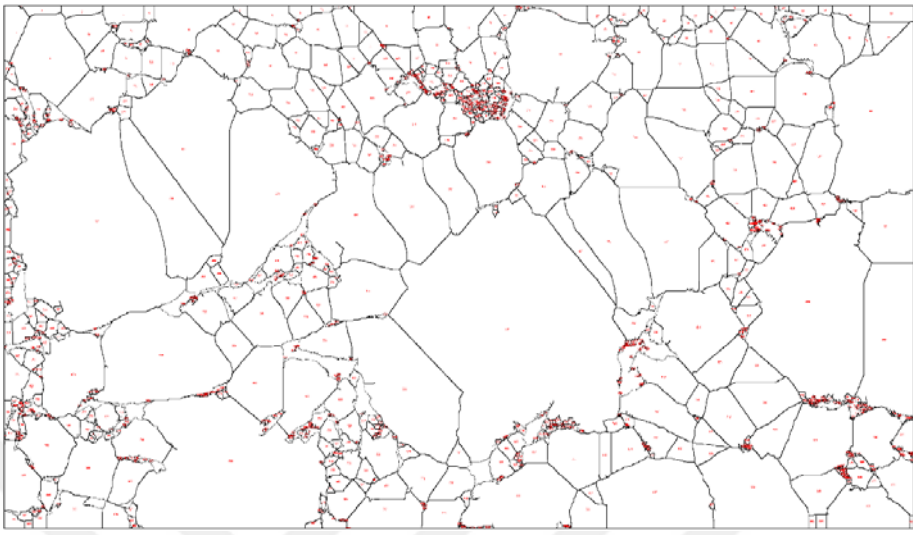
Şekil. 4.22. F1 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu



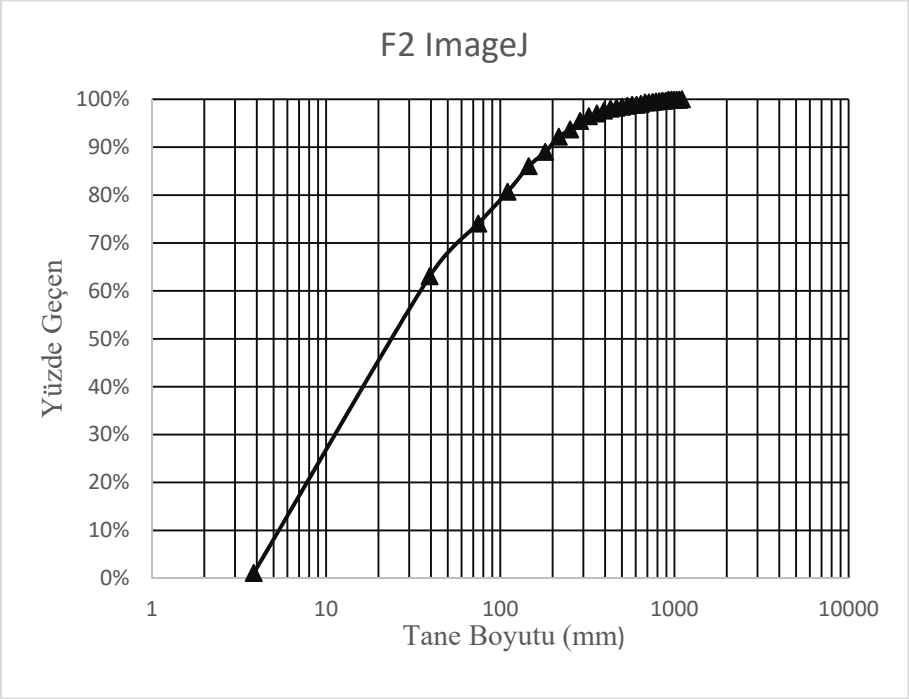
Şekil. 4.23. F2 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü



Şekil. 4.24. F2 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü



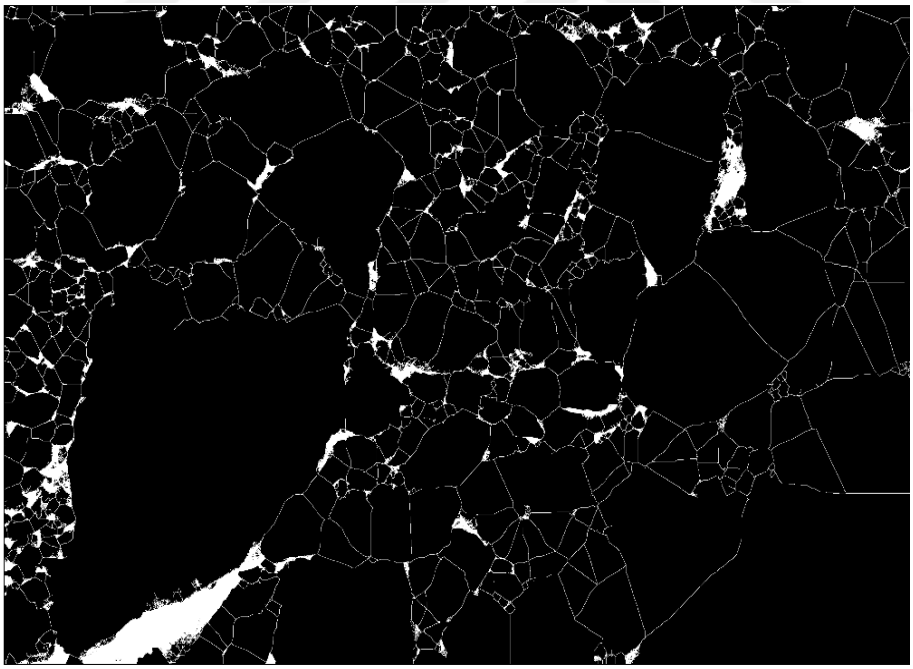
Şekil. 4.25. F2 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi



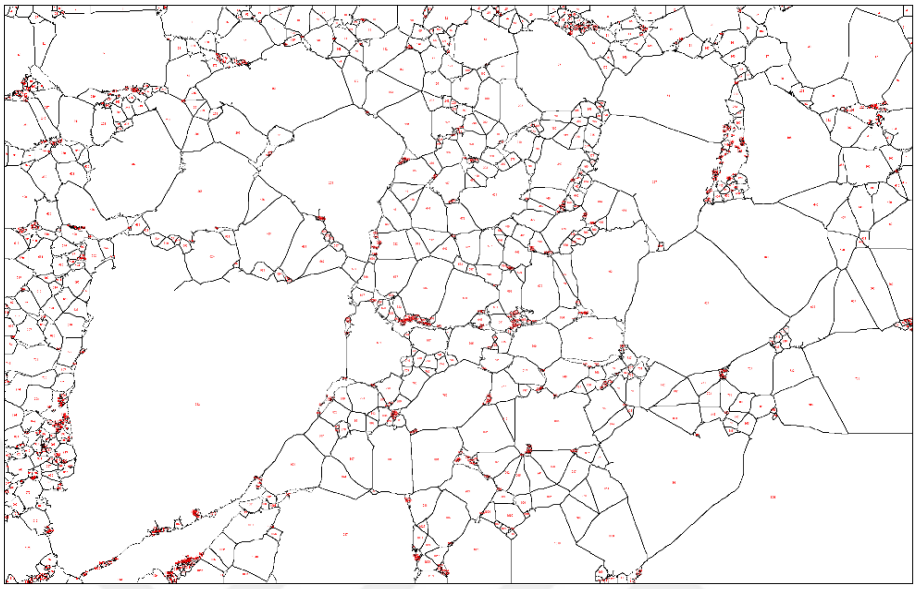
Şekil. 4.26. F2 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu



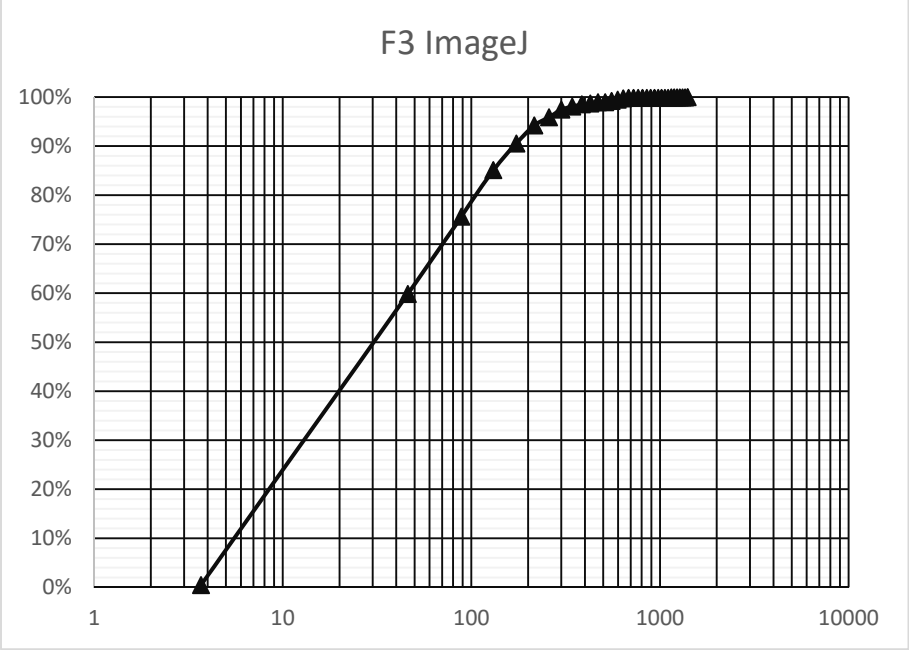
Şekil. 4.27. F3 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü



Şekil. 4.28. F3 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü



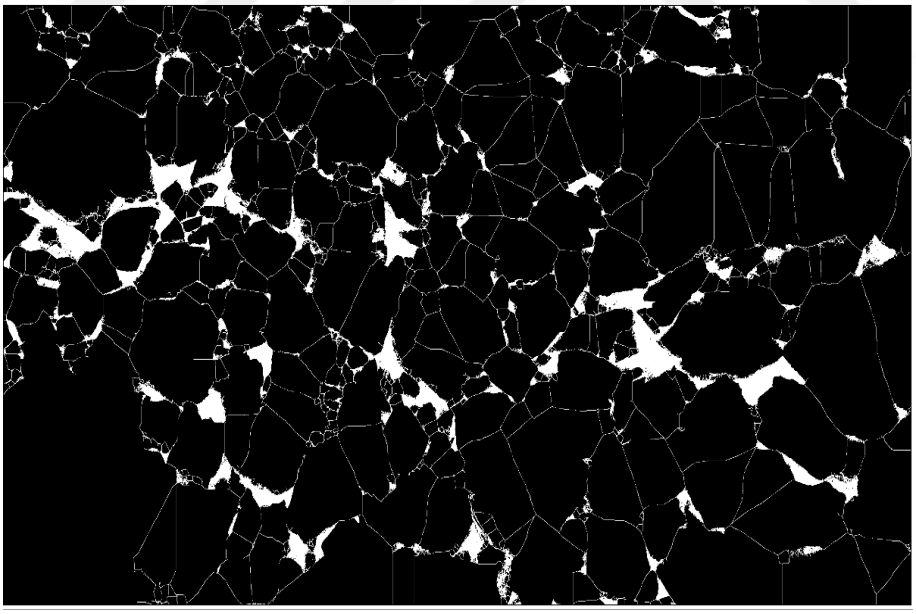
Şekil. 4.29. F3 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi



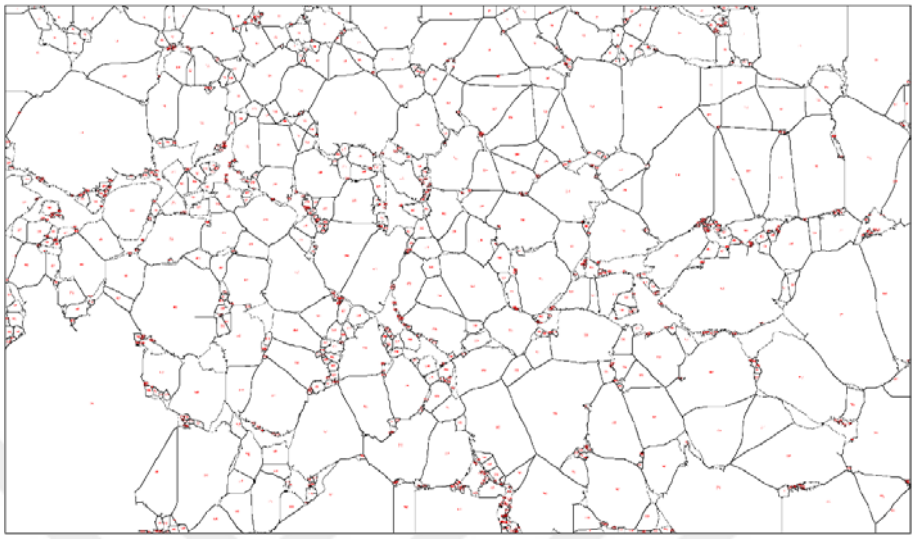
Şekil. 4.30. F3 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu



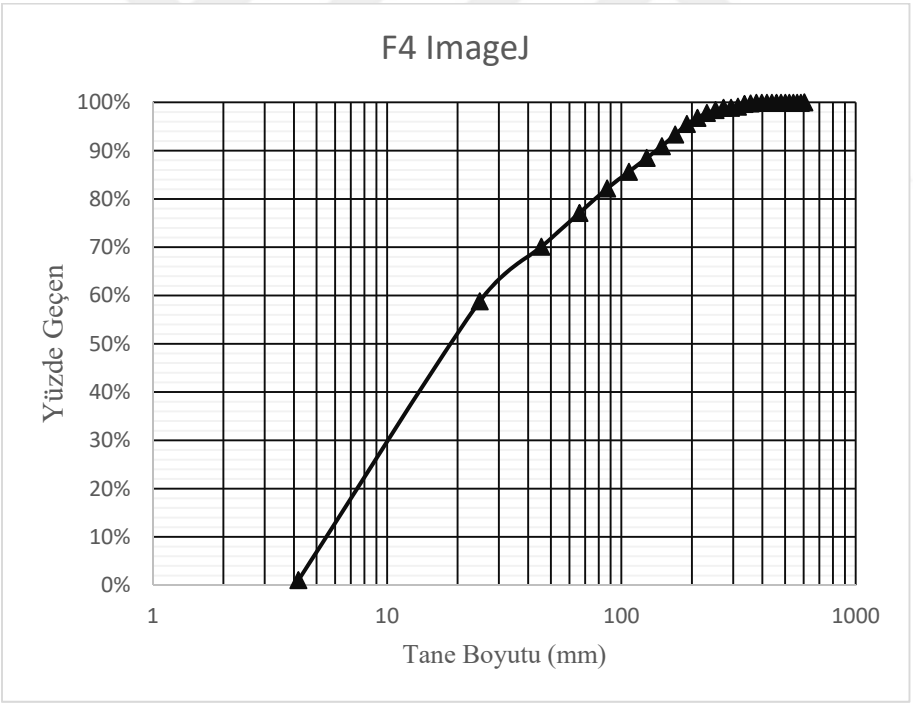
Şekil. 4.31. F4 numaralı kireçtaşı yığınının kamera görüntüsü



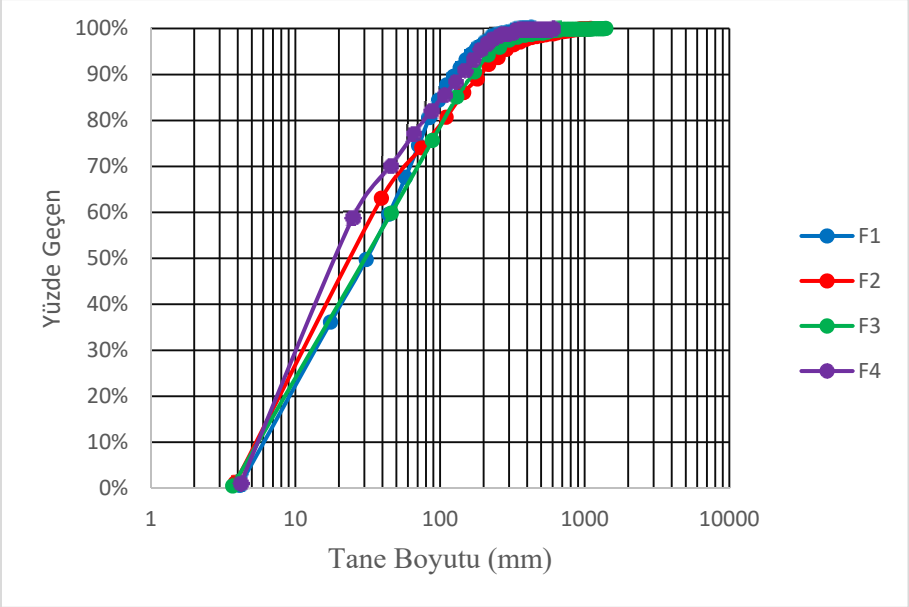
Şekil. 4.32. F4 numaralı görüntünün ImageJ yazılımı ile işlenmiş görüntüsü



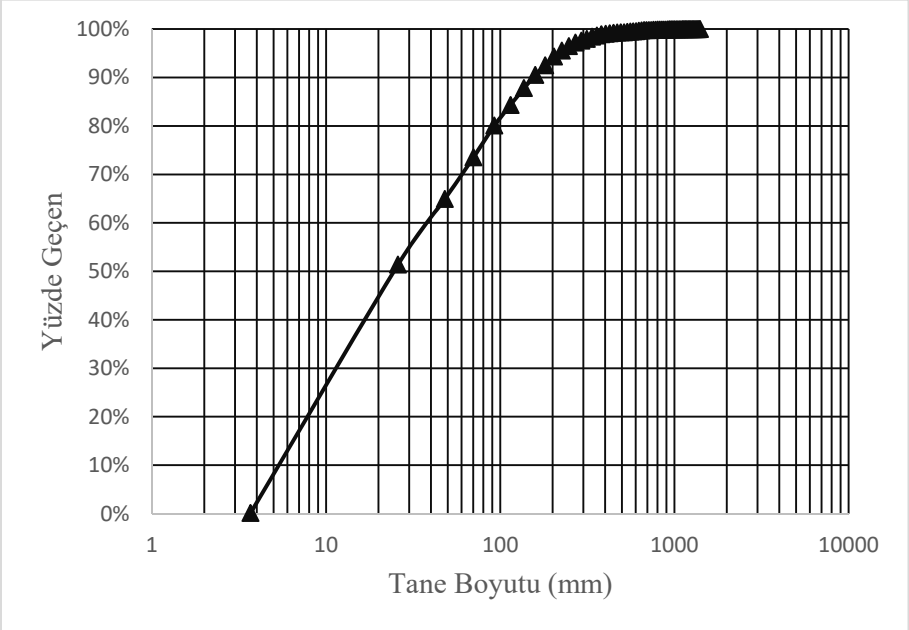
Şekil. 4.33. F4 numaralı görüntünün miktar ve boyutunun belirlenmesi



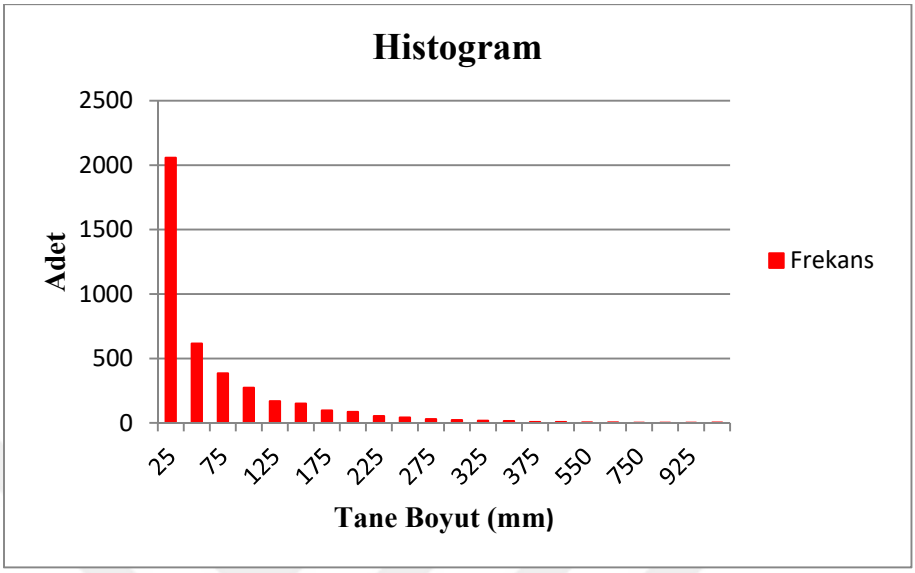
Şekil. 4.34. F4 numaralı görüntünün Imagej yazılımı ile elde edilen analiz sonucu



Şekil. 4.35. Kireçtaşı yığınının ImageJ yazılımı ile elde edilen analiz sonucu



Şekil. 4.36. Kireçtaşı yığınının ImageJ yazılımı ile elde edilen genel analiz sonucu



Şekil. 4.37. Kireçtaşı yığının ImageJ yazılımı ile elde edilen histogram dağılımı

Çizelge 4.3. ImageJ yazılımı ile kireçtaşı yığın analizinin genel özeti

	D10 (mm)	D25 (mm)	D50 (mm)	D75 (mm)	D90 (mm)	Maks. (mm)	Min. (mm)
F1	6	23	32	72	130	432,55	4,12
F2	5,2	9	24	80	200	1103,57	3,84
F3	5,9	10	30	90	180	1401,8	3,69
F4	6,8	8,8	19	58	160	604,09	4,18
Genel Ort.	**5,3**	**9**	**25**	**70**	**170**	**1401,8**	**3,69**

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar ve Öneriler

- Yürütülen bu tez çalışmasında sayısal görüntü işleme metodu ile.Latham ve ark (2006) makalesinde yer alan laboratuvarda elek analizi yapılmış olan P41 numaralı sayısal görüntünün ImageJ versiyon 1.52a yazılımı ile tane boyut tahmini yapılabilmesi için madencilik sektörüne uygun bir işlem sırası geliştirilmiştir.
- ImageJ versiyon 1.52a ile geliştirilen işlem sırası ile referans görüntünün madencilik sektöründe yaygın olarak kullanılan WipFrag versiyon 2.4 yazılımı ile elde edilmiş analiz sonuçları karşılaştırılmış ve yönteminin patlatmadan sonra oluşan yığınların tane boyut analizinde kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.
- WipFrag (versiyon 2.4) yazılımı referans görüntü analizinde çok küçük ve çok büyük tane boyutlarında daha doğru analiz yapabilmektedir.
- ImageJ (versiyon 1.52a) yazılımı ise referans görüntü analizinde D50 ve daha büyük elek aralığından geçen tane boyutlarında yaklaşık ±%6 oranında hata payı ile analiz yapabilmektedir.
- Açık kodlu ImageJ yazılımına geliştirilen işlem sırası uygulandığında üst üste gelen ince tanelerin boyutlarını abarttığı ve iri taneli parçaların boyutunu küçültme eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda önerilen işlem sırasının daha da iyileştirilmesi için bir algoritmanın geliştirilmesiyle hata payını önemli bir ölçüde azaltılabilceği öngörülmektedir.
- Açık kodlu ImageJ yazılımının patlatma kaynaklı parça boyut tahminlerini elde etmek için etkili bir araç olduğu anlaşılmış olup elek anailizi ve yazılım arasındaki sonuç farklılıklarının kameranın yığına olan mesafesi,

kamera açısı ve aydınlatma koşulları sebebiyle neden olduğu düşünülmektedir.

Açık ocak maden işletmelerinde patlatma veriminin incelenmesi için ImageJ versiyon 1.52a ile Adana'nın Karaisalı ilçesinde bulunan Kireçtaşı ocağında basamak patlatması gerçekleştirilmiş ve sonrasında ortaya çıkan cevher yığınının 4 farklı bölgesinden fotoğraflar alınmış ve bu fotoğraflar ImageJ yazılımına aktarılarak elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- ImageJ kullanılarak yığın görüntülerinden elde edilen sonuçlar göstermiştirki ölçülen en büyük tane boyutunun ölçüsü 1401 mm'dir. Kalker ocağındaki primer kırıcının çene açıklığı 1000 mm olup daha büyük boyutlu kalker parçalarının patar atılarak veya hidrolik kırıcıyla uygun boyuta getirirlmesi gerekmektedir.ImageJ ile yapılan tane boyut analizinde yığındaki taneciklerin %99'un 1000 mm'den daha küçük olduğu anlaşılmıştır.
- Yapılan görüntü işleme analiz sonucuna göre yığındaki taneciklerin %50'sinin 25 mm'den daha küçük boyutlu olduğu anlaşılmıştır. Kırma-eleme tesisinden çıkan ürünün %50'sinin boyutunun 5 mm'den küçük olması istenilmektedir. Bu durumda kırma-eleme tesisi öncesinde patlayıcı madde kullanılarak elde edilen ürünün tane boyutunun 5 kat düşürülmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu sonuç basamak patlatması uygulamasının kırma-eleme tesisine uygun malzeme temin edecek şekilde uygulandığını göstermektedir.
- ImageJ yazılımının tane boyut analizlerinde yukarıdan dik olarak elde edilmiş görüntülerden daha verimli sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiş olup maden sahalarında elde edilecek görüntülerde Drone kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Al-Thyabat, S. & Miles, N.J. 2006. An Improved Estimation of Size Distribution from Particle Profile Measurements. Powder Technology, 166(3), 152–160.

Al-Thyabat, S., Miles, N.J. & Koh, T.S. 2007. Estimation of the Size Distribution of Particles Moving on a Conveyor Belt. Minerals Engineering, 20(1), 72–83.

Chakraborty, A.K., Raina, A.K., Ramulu, M., Choudhury, P.B., Haldar, A., Sahu, P. and Bandopadhyay, C., 2004. Parametric Study to Develop Guidelines for Blast Fragmentation Improvement in Jointed and Massive Formations. Engineering Geology, 73(1-2),105–116.

Doube, M., Klosowski, M.M., Arganda-Carreras, I., Cordelieres, F.P, Dougherty, R.P, Jackson, J.S., Schmid, B., Hutchinson, J.R. and Shefelbine, S.J., 2010. BoneJ: Free and Extensible Bone Image Analysis in ImageJ. Bone, vol 47, 1076-1079.

Duarte, R.F., Prom-u-thai, C., Amaral, D.C., Faquin, V., Guilherme, L.R.G., Reis, A.R. and Alves E. 2016. Determination of Zinc in Rice Grains Using DTZ Staining and ImageJ Software. Journal of Cereal Science, vol 68, 53-58.

Edizer, E., 2006, Sayısal Görüntü İşleme Yöntemi ile Tane Boyut Dağılım Analizi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Elahi, A., T., and Hosseini, M., 2017. Analysis of Blasted Rock Fragmentation Using Digital Image Processing (Case Study: Limestone Quarry of Aybek Cement Company). International Journal of Geo-Engineering, 8(1), 16.

Engin, I.C., 2010. A Pratical Method of Bench Blasting for Desired Fragmentation Based On Digital Image Processing Technique and Kuz-Ram Model. International Journal of Rock Fragmentation by Blasting-FRAG BLAST, vol 9, 257-263.

Hamzeloo, E., Massinaei, M. & Mehrshad, N., 2014. Estimation of Particle Size Distribution on an Industrial Conveyor Belt Using Image Analysis and Neural Networks. Powder Technology, 261, 185–190.

Han, J-H. and Song, J-J., 2014. Statistical Estimation of Blast Fragmentation by Applying Stereophotogrammetry to Block Piles. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 68, 150–158.

Hashemi S., Kariminasab S., Shayestehfar M., Seyyed Baqeri S.R., 2009 Assessment of Ability of Gold Size to Determine Gradation of Fine Aggregates. Fourth university conference on mining engineering

Hosseini Z.P.M., Khoshrou S.H., Shafayi S.Z., Kashitarash S., Amir Rahmat M., 2005. Determining Gradationof Different Types of Rocks in Sarcheshmeh Copper Mine After Explosion Through Image Analysis. Proceedings ofthe second conference on Iran's open-pit mines, Bahonar University of Kerman, Kerman

Hunter, G.C., McDermott, C., Miles, N.J., Singh, A. and Scoble, M.J., 1990. A Review of Image Analysis Techniques for Measuring Blast Fragmentation. Mining Science and Technology, 11(1), 19-36.

Jemwa, G.T. and Aldrich, C., 2012. Estimating Size Fraction Categories of Coal Particles on Conveyor Belts Using Image Texture Modeling Methods. Expert Systems with Applications, 39(9), 7947–7960.

Kahraman, E., 2019. Patlatmada Kaya Özelliklerinin Parça Boyut Dağılımı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Doktora Tezi, Adana.

Kim, K., 2006. Blasting Design Using Fracture Toughness and Image Analysis of the Bench Face and Muckpile. M.S, thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.

Latham, J.P., Meulen, J.V., Sebastien, D., 2006, Prediction of Fragmentation and Yield Curves With Reference to Armourstone Production. Engineering Geology, 87, 60-74.

Lopez Jimeno, Carlos, 1995. Drilling and Blasting of Rocks, Rotterdam A.A. Balkema.

Maerz, N.H. & Zhou, W. 1998. Optical Digital Fragmentation Measuring Systems – Inherent Sources of Error, The International Journal for Blasting and Fragmentation, 2(4), 415- 431.

Maerz, N.H. and Zhou, W., 1999. Calibration of Optical Digital Fragmentation Measuring Systems. FRAGBLAST 6, Sixth International Symposium For Rock Fragmentation By Blasting, Johannesburg, South Africa, 125-130.

Maerz, N.H. and Palangio, T.W., 2004. Post-muckpile, Pre-primary Crusher, Automated Optical Blast Fragmentation Sizing. Fragblast, 8(2), 119–136.

Palangio, T.W., Palangio, T.C. and Maerz, N., 2005. Advanced Automatic Optical Blast Fragmentation Sizing and Tracking. European Federation of Explosives Engineers Conference Proceedings, Brighton, 259-267.

Siddiqui, F.I., Ali Shah, S.M. and Behan, M.Y., 2009. Measurement of Size Distribution of Blasted Rock Using Digital Image Processing. Engineering Science, 20(2), 81-93.

Singh, A., Scoble, M., Lizotte, Y. & Crowther, G. 1991. Characterization of Underground Rock Fragmentation. Geotechnical and Geological Engineering, 9(2), 93-107.

Sereshki, F., Hoseini, S.M. and Atei, M., 2016. Blast Fragmentation Analysis Using Image Processing. International of Journal of Mining and Geo-Engineering, 50 (2), 211-218.

Sudhakar, J., Adhikari, G.R. and Gupta, R.N., 2006. Comparison of Fragmentation Measurements by Photographic and Image Analysis Techniques. Rock Mechanics and Rock Engineering, 39 (2), 159-168.

Thornton, D., Kanchibolta, S. and Esterle, J., 2001. A Fragmentation Model to Estimate ROM Size Distribution of Soft Rock Types. Proceedings of the Twenty-Seventh Annual Conference On Explosives and Blasting Technique, Cleveland, Ohio, 1, 41-53.

Thurley, M.J., 2011. Automated Online Measurement of Limestone Particle Size Distributions Using 3D Range Data. Journal of Process Control, 21(2), 254–262.

Wang, W., 2006. Size and Shape Measure of Particles by Image Analysis. 11th International Workshop, IWCIA Proceedings, Berlin, Germany, 4040, 253 –262.

Williams, C., Wu, Y., Bowers, D.F., 2015. ImageJ Analysis of Dentin Tubule Distribution in Human Teeth. Tissue and Cell, vol 47, 343-348.

Yetiş, C., 1987. Adana Baseni Burdigaliyen. Tortoniyen Istifinin Sedimantolojik Gelişimi. Türkiye 7. Petrol Kongresi, 322-333.

Zhang, Z., Yang, J., Su, X. & Ding, L. 2013. Analysis of Large Particle Sizes Using a Machine Vision System, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 49(2), 397−405.

Zelin, Z., Jianguo, Y., Lihua, D. & Yuemin, Z. 2012. Estimation of Coal Particle Size Distribution by Image Segmentation. International Journal of Mining Science and Technology, 22, 739–744.

http://rsb.info.nih.gov/ij / (Erişim Tarihi 24.04.2019)

ÖZGEÇMİŞ

18/01/1991 yılında Paris'te doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana'da tamamladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği bölümünü kazandı. 2014 yılında bu bölümden mezun oldu ve 2014 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansına başladı. Sigortacılık sektöründe risk mühendisi olarak bir süre görev yapmaktıktan sonra maden sektöründe maden mühendisi olarak görev yapmaktadır.