



Tüdöksad Akademi  
10. Uluslararası Döküm Kongresi  
25-27 Ekim 2018

# Farklı Metalografik İşlem Yazılımlarının Küresel Grafitli Dökme Demirlerin Küresellik Boyut ve Oran Tayininde Kullanımı

Erdem FERİK\*

Eren YALÇINDAĞ\*

Bület ŞİRİN\*\*

Erkan BULUT\*\*

Dr. Öğr. Üyesi İsrail KÜÇÜK\*

\*BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

\*\*DÖKTAŞ DÖKÜMCÜLÜK

# İÇERİK



1. Çalışmanın Amacı

2. Küresel Grafitli Dökme Demirler

3. Karakterizasyon Yazılımları ve KGDD Uygulamaları

4. Deneysel Çalışmalar

5. Sonuçlar

## 1. ÇALIŞMANIN AMACI

Küresel grafitli dökme demirler diğer grafit türlerine sahip dökme demirlere göre çeşitli alanlarda daha yüksek mekanik özelliklere sahiptir. Bu özellikleri ile küresel grafitli dökme demirler geniş kullanım alanlarına sahiptir.

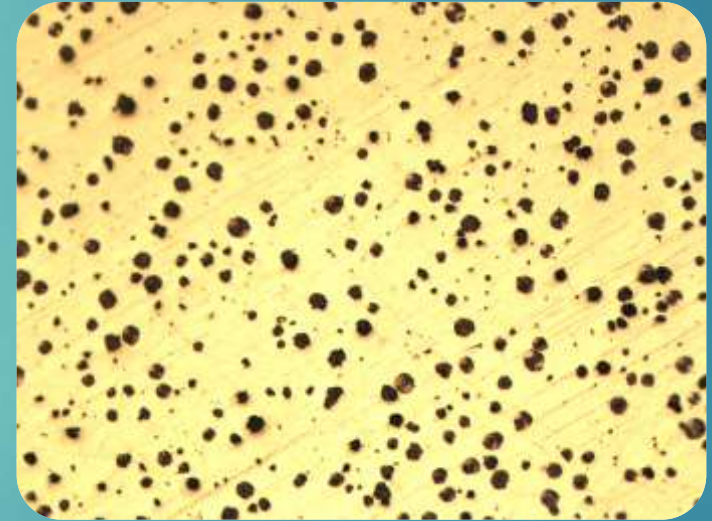
Bu çalışmada farklı küresellik boyut ve oranına sahip numuneler farklı mikroskop karakterizasyon yazılımları ile incelenmiştir.

Küresellik boyut ve dağılım tayini için metalografik işlemler ile hazırlanan numunelerde yapılan incelemelerde kullanılan yazılımlar karşılaştırılarak, ilgili standartlara göre gerçekleştirilen analizler doğrultusunda yazılımların özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLER

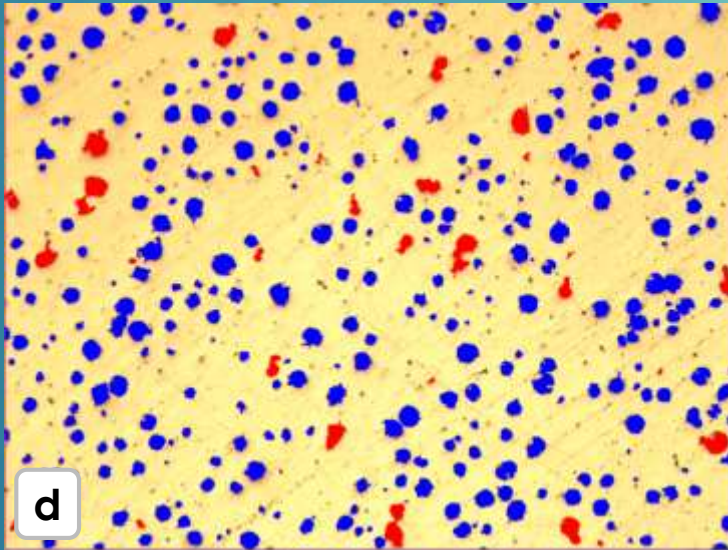
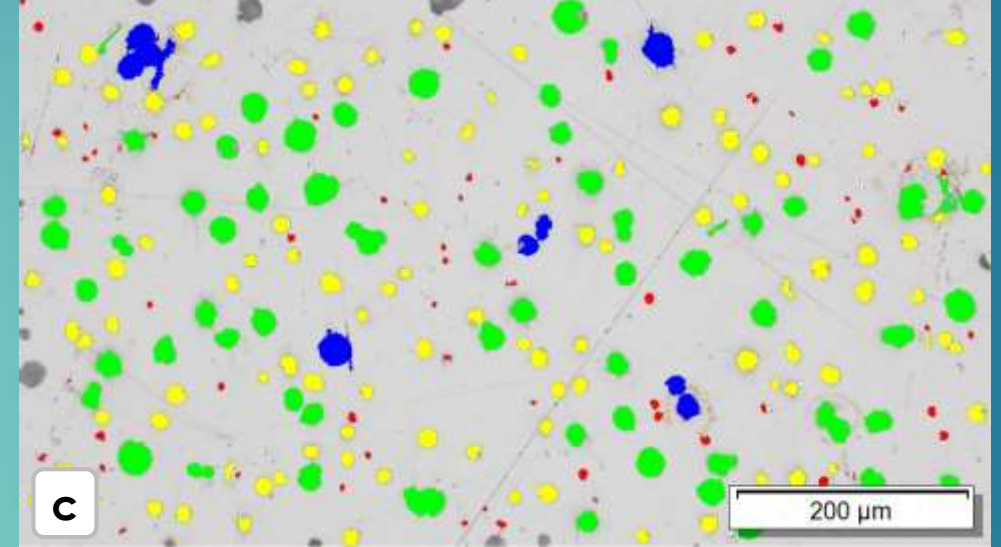
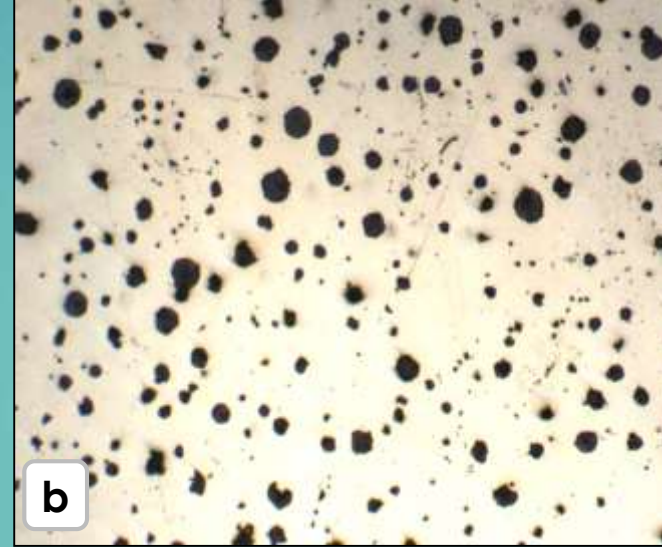
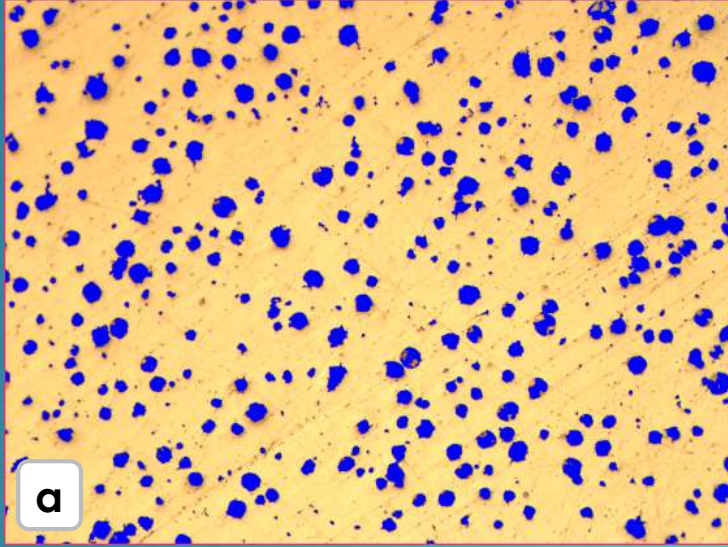
Küresel grafitli dökme demirler içerisinde hacimsel çözünürlüğü 3-4% karbon olan demir-karbon alaşımlarıdır [1,2].

Karbon ve silisyum ana alaşım elementlerini oluşturmakla birlikte yapıya eklenen magnezyum veya tercihen seryumun ile yapıda nüfuziyeti ile lamelleşmeyi engellemesi küresel grafitlerin oluşumuna izin vermektedir [3].



Küresel grafitli dökme demirler genel olarak denizcilik, otomotiv, ziraat gibi çeşitli endüstrilerde kullanım alanlarına sahiptir [3,4].

### 3. KARAKTERİZASYON YAZILIMLARI VE KGDD UYGULAMALARI



Operatör muayenesi ile belirlenmiş yaklaşık %93 alansal küreselliğe sahip küresel grafitli dökme demir numunesi için bir bölgeden alınan mikroyapının farklı karakterizasyon yazılımları aracılığıyla yapılan üniversite bünyesindeki (a), endüstri laboratuvarındaki (b), akredite kamu laboratuvarındaki (c) ve üniversite laboratuvarı bünyesindeki mikroskop yazılımında geliştirilen (d) analizlerin ham ekran görüntüleri (Büyütmeler x100'dür).

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR



Çalışmada ferritik matrisli küresel grafitli dökme demirler olan ve operatör muayenesi ile yaklaşık olarak belirlenmiş alansal küresellik yüzdeleri %93, %77, %60, %30 ve %15 olan beş farklı numune kullanılmıştır.

Numuneler **ASTM E3** metalografik numune hazırlama standardının önerdiği parametrelere uygun olarak sırasıyla 60-1200 mesh olmak üzere düşük meshten yüksek mesh değerlerine sahip su zımparaları ile onar dakika aşındırıldıktan sonra 1  $\mu\text{m}$  tane boyutlu elmas kristallerine sahip parlatma solüsyonu ve çuha aracılığıyla on dakika parlatılarak hazırlanmıştır.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR



Çalışma **ASTM A247** ve **ASTM E2567** standartlarının önerdiği parametrelere uygun olarak yapılmış ve benzer olarak standartların önerdiği haliyle en az beş olmak üzere karakteristik grafit yapılarının matris içerisinde homojen olarak dağılmamaları dolayısıyla ölçülen verilerin homojenliği için her analizde numuneler üzerinde belirlenmiş altı farklı bölgenin analizi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan analizler **alansal küresellik yüzdesi**, **sayısal küresellik yüzdesi**, **ortalama küresel grafit çapı**, **küresel grafit sayısı**, **küresel grafitlerin kapladığı alan yüzdesi** ve **milimetre karedeki küre sayısı** olarak altı farklı parametrede yapılmıştır.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Mikroyapı karakterizasyonu etkileyen ana değişkenler; numuneler, uygulamayı yapan operatör, mikroyapı bölgeleri, mikroskop, görüntü alan mikroskop kamerası ve karakterizasyon yazılımlarıdır.

Çalışmanın amacına uygun olarak mikroskoplar, mikroskop kameraları ve karakterizasyon yazılımları farklarını ön plana çıkarmak amacıyla, analizlerin tamamında **numuneler** ile **uygulamayı yapan operatörler** sabit ve **mikroyapı bölgeleri** aynı tutulmuştur.



## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

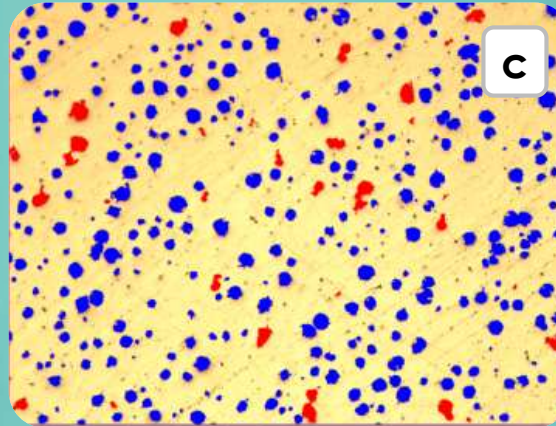
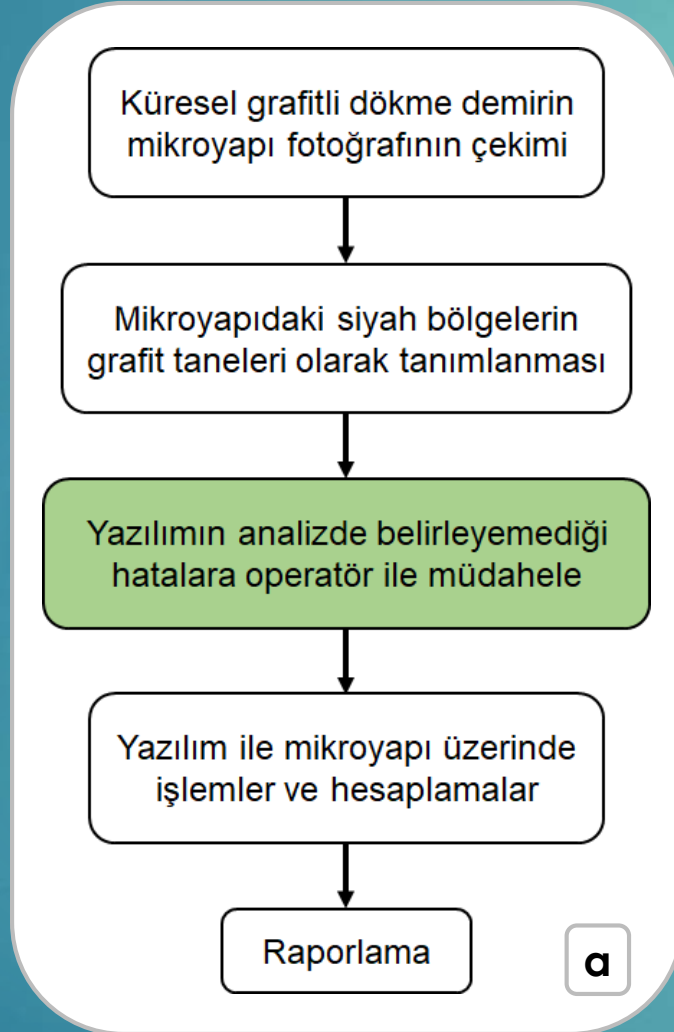
Küresel Grafitli Dökme Demir numuneler ilk olarak üniversite laboratuvarının mikroskobu ve karakterizasyon yazılımı ile incelenmiştir.

Devamında, numuneler endüstri laboratuvarı bünyesinde ve akredite kamu laboratuvarı bünyesinde farklı mikroskoplar ve karakterizasyon yazılımları aracılığıyla incelenmiştir.

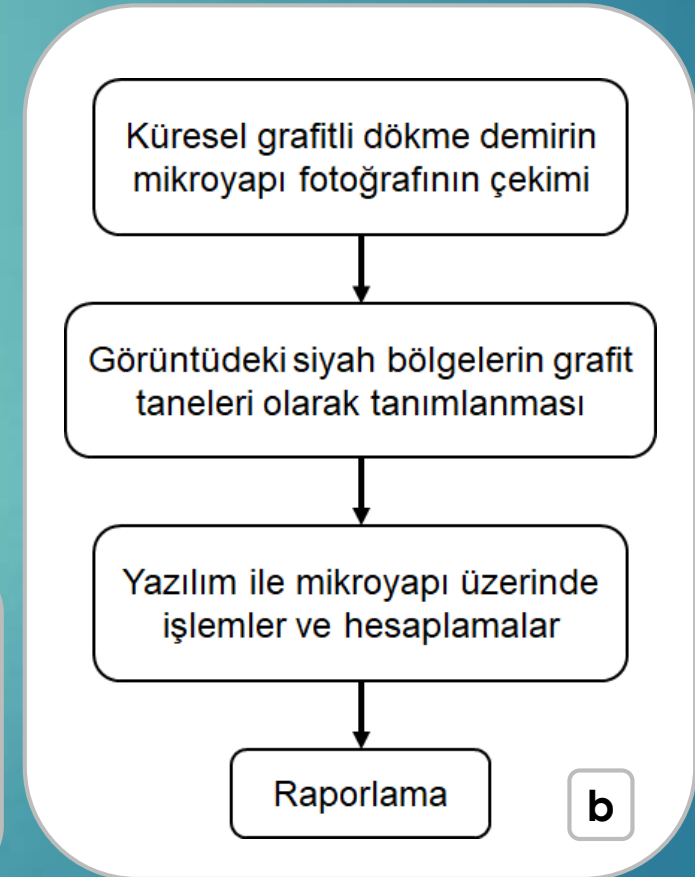
Üniversite laboratuvar bünyesinde bulunan mikroskop üzerinde kullanılan karakterizasyon yazılımında analiz iş akışı geliştirilip numuneler üzerine uygulanmıştır.

Tüm analiz sonuçları bir araya getirildikten sonra değerlendirilmiş ve çalışma sonuçlandırılmıştır.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

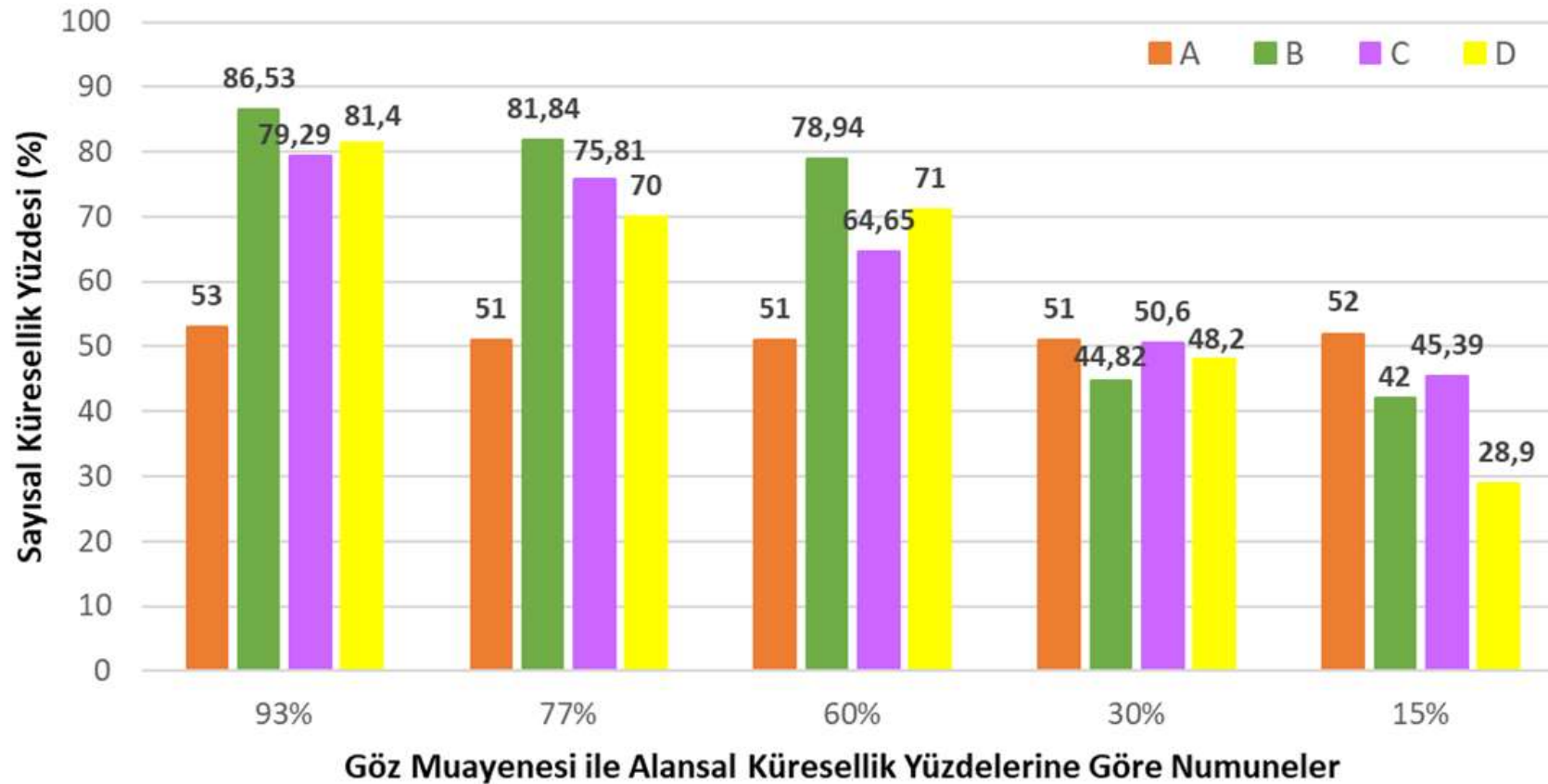


Tarafımızca geliştirilen uygulama akışı (a) ile diğer uygulamalarda gerçekleştirilen uygulama akışı (b) ve bu uygulamalarda gerçekleştirilen analizin örnek görüntüsü (c) (x100).



## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Sayısal küresellik yüzdelerine göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

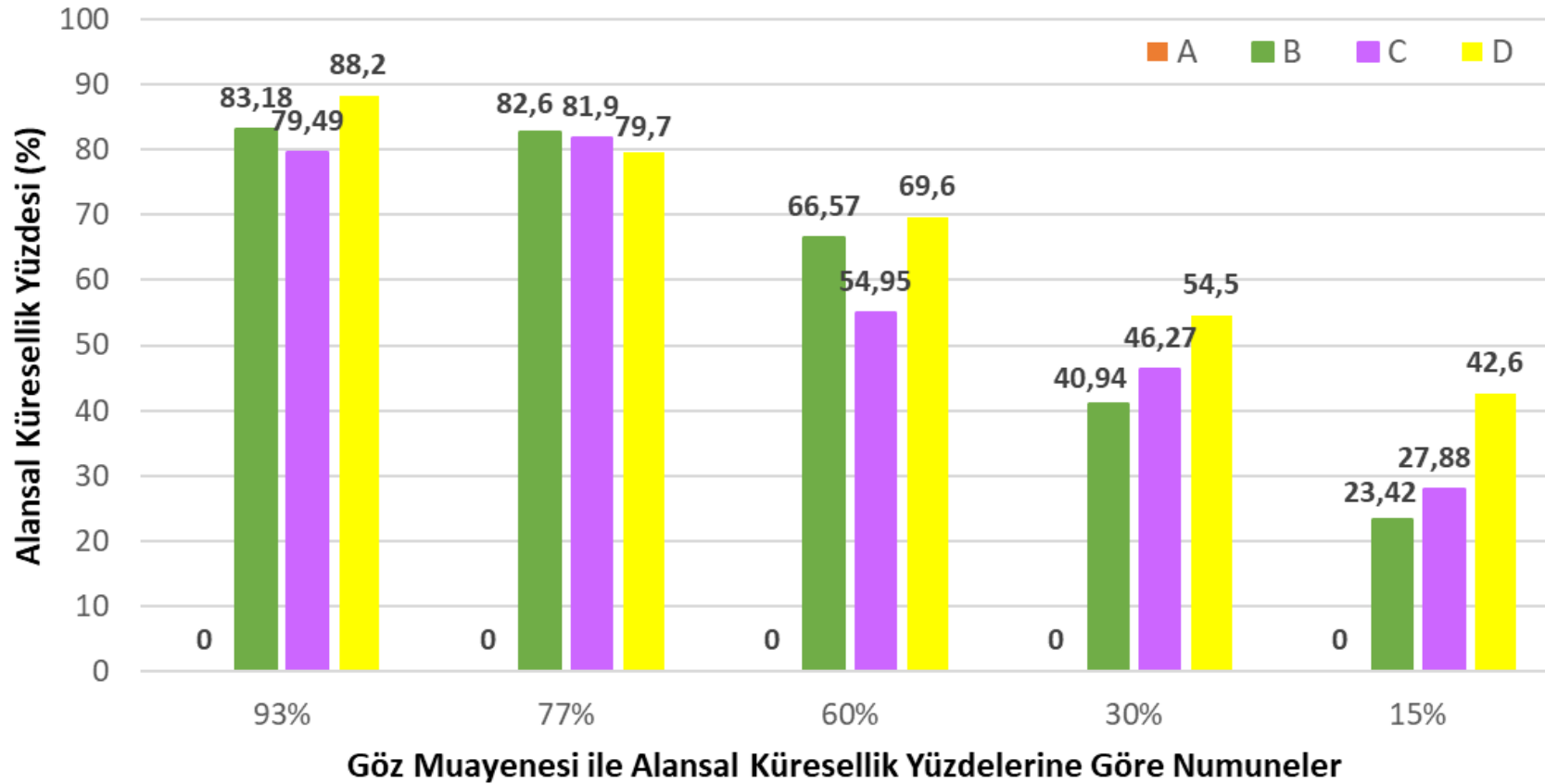
B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Alansal küresellik yüzdelerine göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

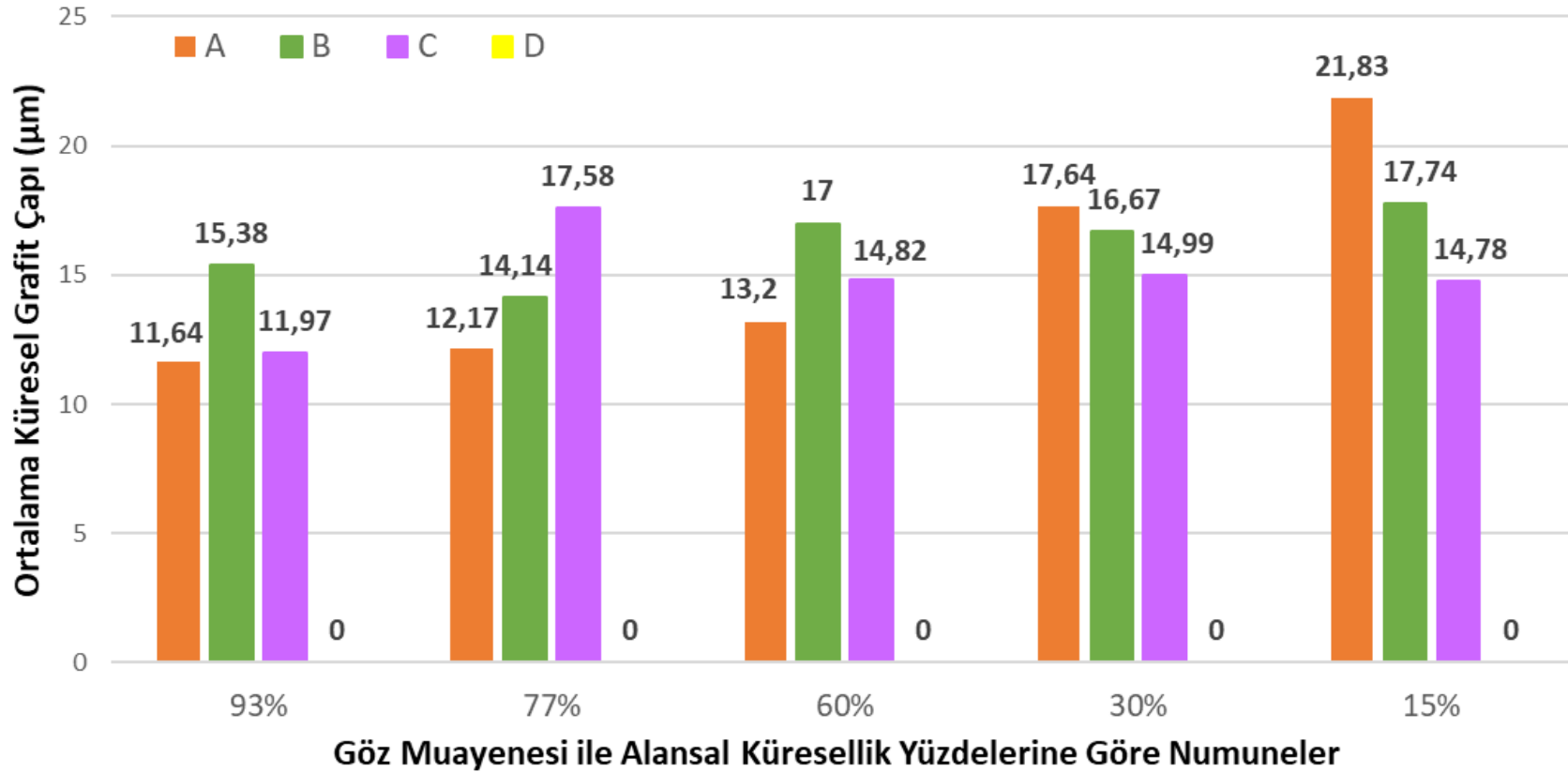
B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Ortalama küresel grafit çapına ( $\mu\text{m}$ ) göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

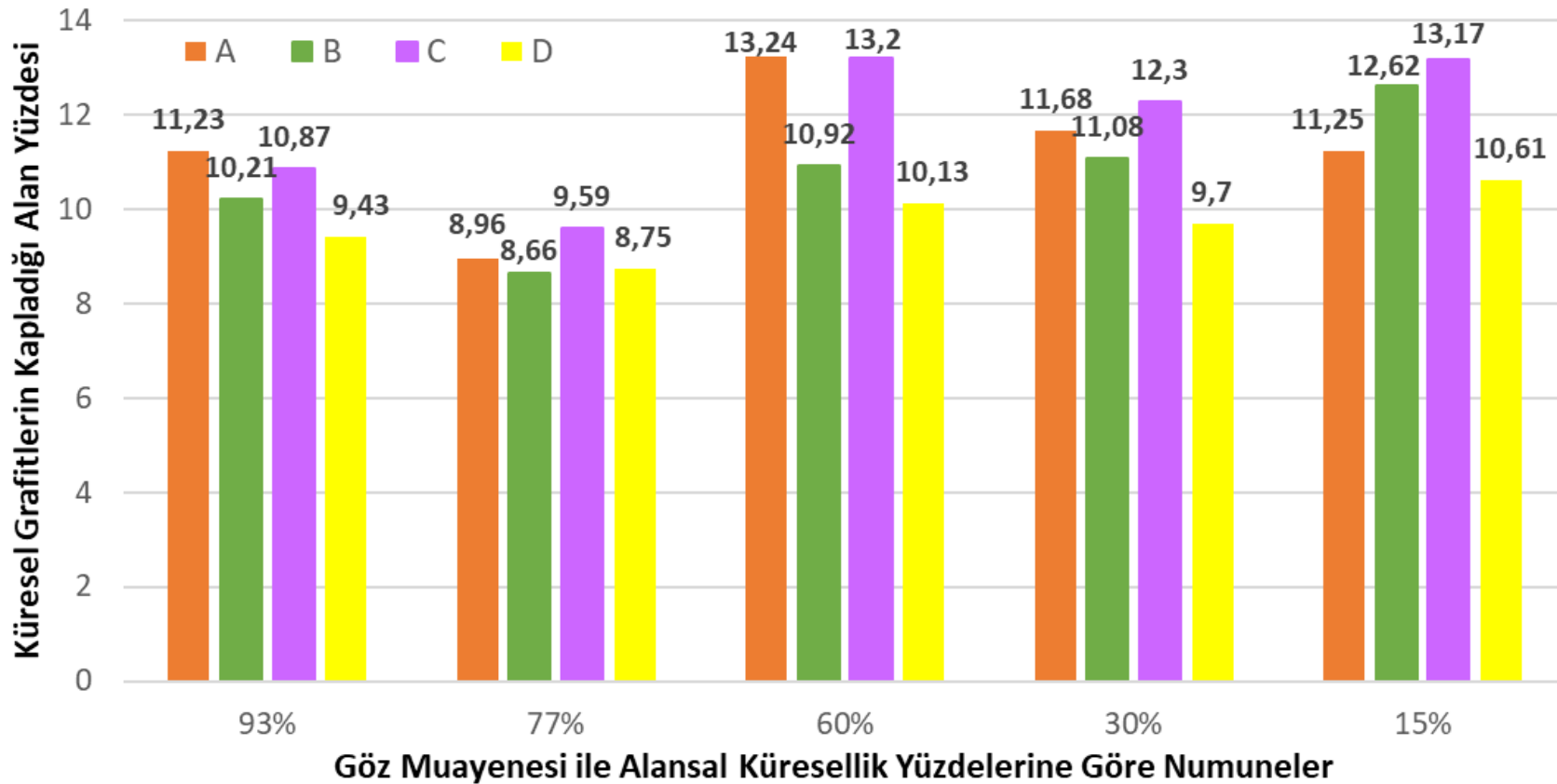
B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Küresel grafitlerin kapladığı alan yüzdesine göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

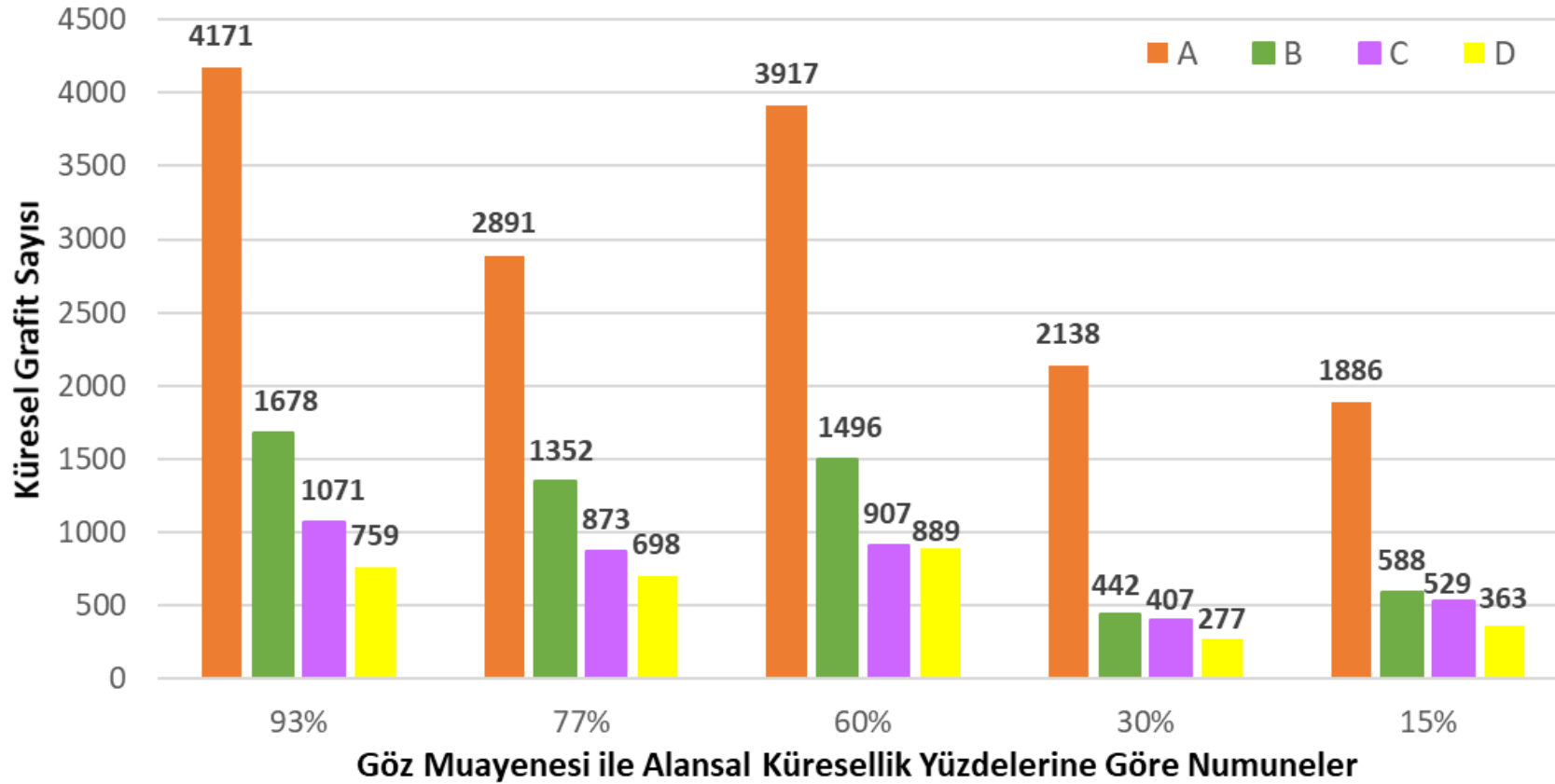
B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Küresel grafit sayısına göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

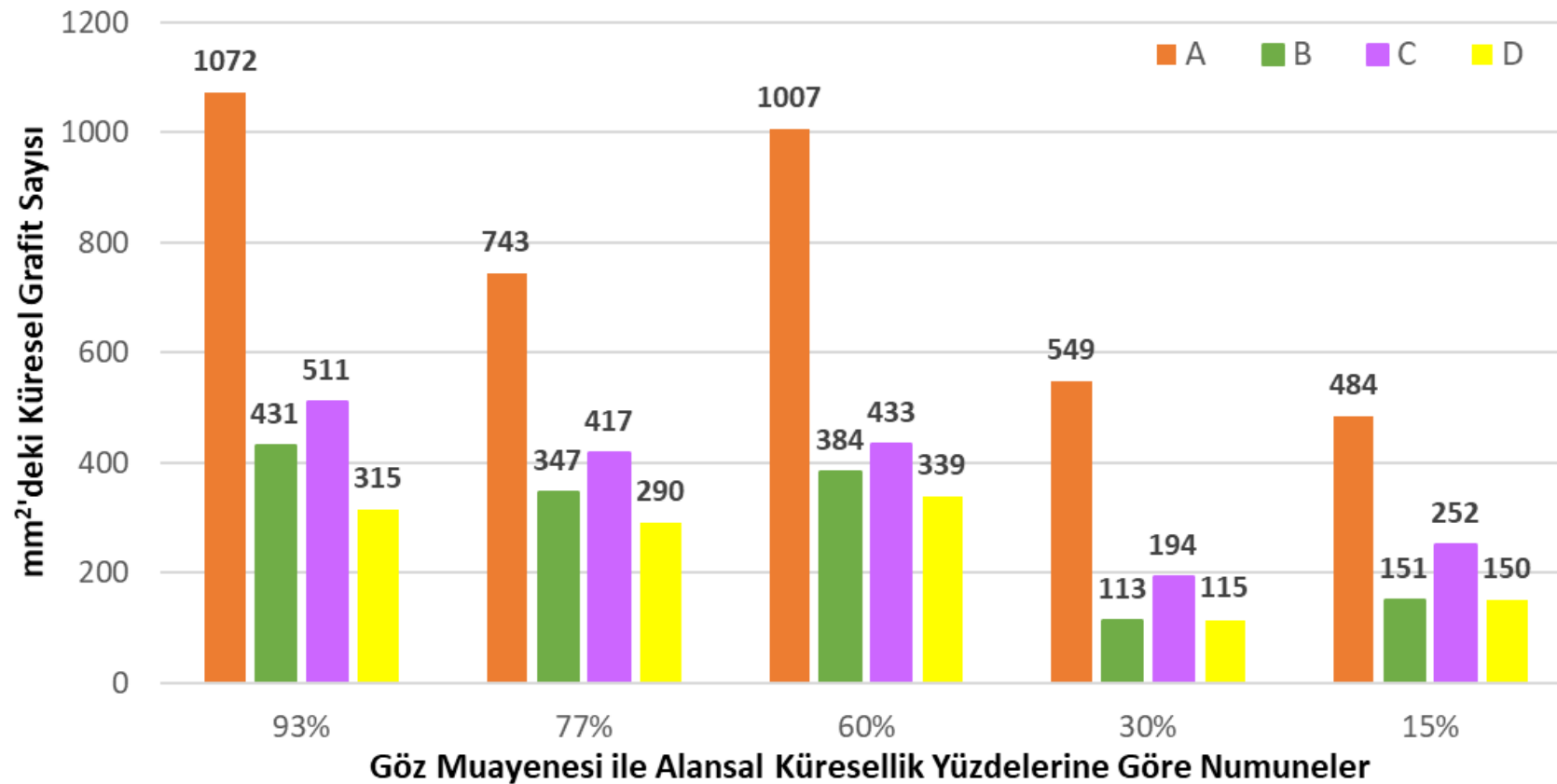
B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Milimetre karedeki küresel grafit sayısına göre analizler



A) Üniversite Laboratuvarı

B) Geliştirilmiş

C) Endüstri Laboratuvarı

D) Kamu Laboratuvarı



## 5. SONUÇLAR



Yapılan analizlerde farklı sonuçların elde edilmesi, numunelerin, analiz mikroyapılarının, analiz operatörlerin aynı olmasında bile numunelere uygulanan karakterizasyon işlemlerinde çeşitli algoritmalara sahip olan görüntü analiz yazılımları ve mikroskopların farklılıklarının birbirinden farklı veriler sunabileceğini göstermiştir.

Çalışmada diğer analiz yazılımlarının biri üzerinde geliştirmiş olduğumuz iş akışına sahip analizimizle, endüstri laboratuvar ve akredite kamu laboratuvarı imkanları ile yapılan analizler arasında analiz sonuçlarında uyumun görülmesi ve bazı analizlere göre daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür.

## 5. SONUÇLAR



**Mikroyapı görüntü analizleri için özellikle ASTM ve AFS gibi standart kurumlar üretici firmalara dökme demir mikroyapıları derecelendirme tablolarında sadece mikroyapı görüntülerinin tablo halinde referans mikroyapılarını sunmaktadırlar. Numune mikroyapısını ve küresellik durumunu sadece tablodan veya standart üzerinden referans numunesiz karşılaştırma yapılarak gerçekleştirilmesi operatörün aracılığıyla yapılan analizlerde farklı sonuçların elde edilebileceğini göstermiştir.**

## Referanslar



[1] ASM International Handbook Committee. "ASM Handbook–Volume 1: Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys." ASM International (1990): 18-19, 21.

[2] Alagarsamy, Al. Ductile iron handbook. American Foundrymen's Society, 1992.

[3] Küresel Grafitli Dökme Demir 521MMI284. Metalurji Alanı. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2011: 3, 6, 28-31.

[4] BOSNI, UPORABA NODULARNE GRAFITNE LITINE V., and IN HERCEGOVINI. "The application of spheroidal graphite cast iron in Bosnia and Herzegovina." Materiali in tehnologije 41, no. 4 (2007): 193-195.



# TEŞEKKÜRLER