

İleri Öğütme İşlemi Uygulanan Tufal ve Karbonize Badem Kabukları Karışımının Yapısında Meydana Gelen Fiziksel Değişimler

Canan Aksu Canbay¹, Selçuk Karataş², Mustafa Boyrazlı², Nadir Şengül², Ramazan Aydoğmuş³

Fırat Üniversitesi Fen ve İnsani Bilimler Fakültesi Fizik Bölümü, Elazığ-Türkiye

²Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Elazığ-Türkiye

³İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Malatya-Türkiye

¹caksu@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 27/01/2021;

Kabul/Accepted: 10/02/2021)

Öz: Bu çalışmada KARDEMİR'den temin edilen ve demir çelik atıklarından olan tufalin, karbonize badem kabukları ile birlikte ileri öğütme işlemine tabi tutulması sonucu malzemede meydana gelen fiziksel değişimler incelenmiştir. Çalışmalarda önce badem kabuklarının karbonizasyon işlemleri gerçekleştirilmiş, 800 °C'de 1440 dakika işleme tabi tutulan badem kabuklarının karbon oranı %97,97, kükürt oranı %0,014 olarak tespit edilmiş olup; bu numunenin ısı değeri 8647,6 kal/g olduğu görülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında, tufal ve karbonize ürün karışımı, karışım/ bilye oranı 1/10, FeO/C oranı 80/20, 70/30 ve 60/40 olacak şekilde hazırlanıp, 30-120 dk arasında değişen sürelerde yüksek enerjili bir değirmende öğütülmüştür. Öğütme sonrası elde edilen ürünlerin PSD ve SEM-EDX görüntüleri alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Karbonizasyon, mekanik öğütme, yapısal analiz.

Physical Changes Occurring in the Structure of the Mixture of Scale and Carbonized Almond Hulls Refined by Advanced Grinding Process

Abstract: In this study, physical changes occurring in the material as a result of the advanced grinding process of scale, which is obtained from KARDEMİR and which is one of the iron and steel wastes, together with carbonized almond shells, was examined. In the studies, the carbonization processes of the almond shells were carried out first, and the carbon ratio of the almond shells, which were treated at 800 °C for 1440 minutes, was found to be 97.97% and the sulfur rate 0.014%; The calorific value of this sample was found to be 8647.6 cal / g. In the second stage of the study, the scale and carbonized product mixture was prepared with a mixture / ball ratio of 1/10, FeO / C ratio of 80/20, 70/30 and 60/40 and grinded in a high energy mill for 30 - 120 minutes. PSD and SEM-EDX images of the products obtained after grinding were taken.

Key words: Carbonization, mechanical grinding, structural analysis.

1. Giriş

Tufal, sıcak haddeleme işlemi sırasında çeliğin yüzeyinde oluşan bir tür demir oksittir. Dökümhanede, haddehanede kütük ve sıcak slab yüzeylerinin soğutulması işleminde yüksek sıcaklık ve oksitleyici ortam nedeni ile slab, kütük ve ingot yüzeyinde oluşan oksit tabakası olarak bilinir. Çelik üretim sürecinden kaynaklanan tufal, başlıca üç tür demir oksitten oluşur: wustit FeO, manyetit Fe₃O₄ ve hematit Fe₂O₃. Bu demir oksitlerin farklı kimyasal ve fiziksel özellikleri vardır. Bu üç fazın kalınlığı, oksidasyon koşulları, çelik bileşimleri ve yüzey kaplamasındaki değişikliklerle farklı olacaktır [1-5]. Badem (*Prunus dulcis*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasının Prunoideae alt familyasından meyvesi yenebilen güneybatı Asya'ya özgü küçük bir ağaç türüdür. Global badem üretimi yaklaşık 1,5 milyon tondur. Yunanistan, Çin, İran, İtalya, Fas, Portekiz, İspanya, Suriye, Türkiye ve ABD ana üreticilerindedir. Badem kabukları ise genellikle yakılarak tüketilmektedir [6,7].

Bu çalışmanın asıl hedefi, mekanik aktivasyon işlemine tabi tutulan tufal ve badem kabuklarının fiziksel değişimlerini incelemek ve daha sonraki çalışmalarda mekanik aktivasyon işleminin demir oksitlerden oluşan tufalin redüksiyonuna nasıl etki edeceğini belirlemektir.

2. Deneysel Çalışmalar

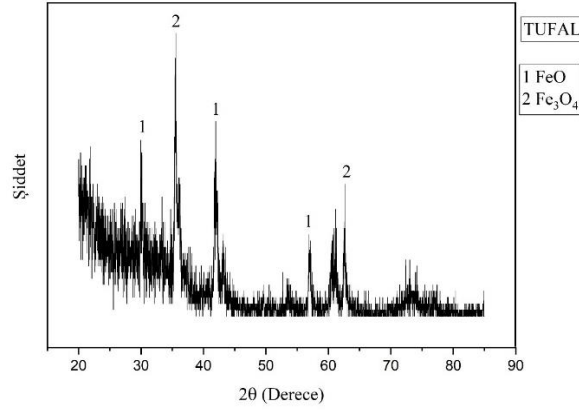
2.1. Materyal metot

* Sorumlu yazar: caksu@firat.edu.tr. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0002-5151-4576, ² 0000-0002-8693-2487, ³ 0000-0002-2340-6703, ⁴ 0000-0002-8261-3956, ⁵ 0000-0002-8127-6775.

Çalışmalarda KARDEMİR'den temin edilen ve Tablo 1'de yaklaşık kimyasal analizi, Şekil.1'de ise XRD görüntüsü verilen tufal kullanıldı. XRD görüntüsüne göre tufalin ağırlıklı olarak manyetit ve vüstitten oluştuğu görülmektedir.

Tablo 1. Tufalin kimyasal bileşimi.

BİLEŞEN	(%)
ΣFe	66,43
P_2O_5	0,0113
Al_2O_3	0,256
MgO	0,266
MnO	0,522
NiO	0,0563
Cr_2O_3	3,7



Şekil 1. Tufalin XRD analizi.

İleri öğütme işlemleri için Şekil 2.(a)'da görülen MTI Corporation SFM-3 Desk-Top High Speed Vibrating Ball Miller marka, yüksek enerjili bilyeli değirmen olan speks değirmeni kullanılmıştır. İleri öğütme işlemlerinin gerçekleştirildiği speks haznesi, tungsten karbürden özel olarak imal edilmiş olup, 56 mm derinlik, 48 mm iç çap ve 7 mm et kalınlığına sahiptir (Şekil 2.(b)). Öğütücü olarak kullanılan bilyeler paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, yaklaşık 4,5-5 mm çapındadır.



(a) Speks Değirmen



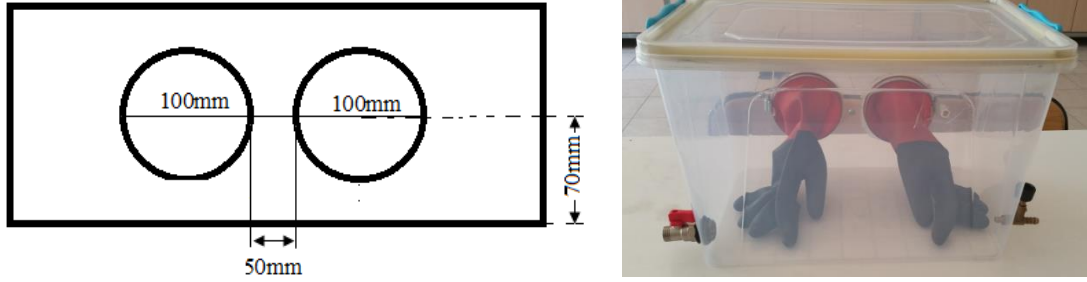
(b) Speks haznesi

Şekil 2. İleri öğütme işlemleri için kullanılan değirmen ve haznesi.

KARDEMİR'den temin edildiğinde iri pulcuklar halinde olan tufal, önce tek başına öğütülerek farklı tane boyutlarına getirilmiş, -75+45 μm arasındaki malzeme ileri öğütme işlemlerinde kullanılmıştır. -75+45 μm boyut aralığındaki tufal ve aynı boyut aralığına sahip karbonize ürün karışımı, karışım/ bilye oranı 1/10, FeO/C oranı 80/20, 70/30 ve 60/40 oranlarında hazırlanıp, 30-120 dk arasında değişen sürelerde öğütme işlemine tabi tutulmuşlardır. İleri öğütme işlemlerinden sonra speks haznesi, öğütülen tozların ortam atmosferinden etkilenip

tekrar oksit hale gelmemesi için, Şekil 3’de görülen özel dizayn edilmiş kapalı bir plastik kutu içerisinde, argon gazı atmosferinde açılmıştır.

Plastik kutuya gaz girişini sağlamak için bir adet gaz vanası ve gaz çıkışını sağlamak için de 15 mm iç çapında bir su vanası takılmıştır. Vanaların hem iç tarafına hem de dış tarafına plastik contalar takılarak ortam atmosferiyle bağlantısı tamamen kesilmiştir. Kutu içinde yapılan işlemlerin tamamı argon gazı atmosferinde yapılmıştır. İşlem öncesi, öğütmenin yapıldığı tungsten karbür hazne, kutu içerisine alınmış, kutunun ağzı kapatıldıktan sonra 5 dakika süreyle argon gazı ile süpürme işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra tungsten karbür hazne açılarak hazne içerisindeki tozların alınma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Öğütme sonrası tozların atmosferik koşullardan etkilenmemesi için tasarlanmış özel kapalı kap.

DeneySEL çalışmalar sonucu elde edilen ürünlerin SEM ve EDX analizleri, Zeiss EVO MA10 marka SEM cihazında yapılmıştır. Spekte yapılan öğütme işleminden sonra elde edilen ürünlerin tane boyut dağılım analizleri İnönü Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarlarında bulunan Mastersizer PRO2000 cihazıyla gerçekleştirildi. Öğütme işleminden sonra elde edilen öğütülmüş karışımın (karbonize badem kabuğu ve tufal karışımı) yüzey alanı ve mikrogözenek boyutu analizi DAYTAM (Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi) laboratuvarında bulunan Micromeritics 3Flex marka cihaz kullanılmıştır. Bu cihaz 3 portlu BET yüzey alanı ve mikro gözenek boyutu ölçüm cihazıdır. Bu portların tamamında yüksek çözünürlüklü olarak mikro gözenek ve gözenek boyut dağılımı ölçümleri yapılabilmektedir.

3. DENEY SONUÇLARI

3.1. Badem kabuklarının karbonizasyonu

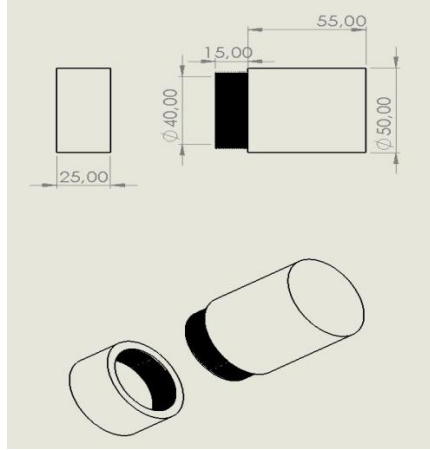
Badem kabukları herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan Şekil 4’de verilen vida kapaklı bir potada 400, 600, 800, 900 °C sıcaklıklarda ve 60, 120, 360, 720 ve 1440 dakika sürelerde, kamara tipi bir fırında karbonizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Farklı sıcaklık ve sürelerde karbonizasyon işlemlerine tabi tutulan badem kabukları %65-78 oranında ağırlık kaybına uğramıştır.

Karbonizasyondan sonra karbonize ürünün karbon ve kükürt analizleri LECO SC-144DR cihazı ile yapılmış, kalorifik güç ölçümleri ise LECO AC-350 cihazı ile yapılmıştır. Badem kabuklarının nem tayini Radwag-MAC110 nem tayin cihazında yapılmış olup ortalama %8,4 nem içerdikleri belirlenmiştir. En yüksek karbon içeriği ile ısıl değere sahip karbonize ürün belirlendikten sonra katı üründe kül analizi ASTM 5142 – 02a, 2003 standardına göre aşağıdaki (1) denklemi kullanılarak yapılmıştır. 1 g karbonize edilmiş badem kabuğu, bir potaya konularak oda sıcaklığındaki fırına yerleştirildi, fırın sıcaklığı 750±10 °C çıkarılıp 60 dakika bu sıcaklıkta bekletilen numune, fırından alındıktan sonra desikatörde soğutuldu. Hassas terazide tartılan numunelerin % kül içeriği aşağıdaki denkleme göre hesaplandı. Yapılan analiz sonucunda karbonize üründe %2,6 kül olduğu tespit edilmiştir.

$$A = \frac{(F-G)}{W} * 100 \quad (1)$$

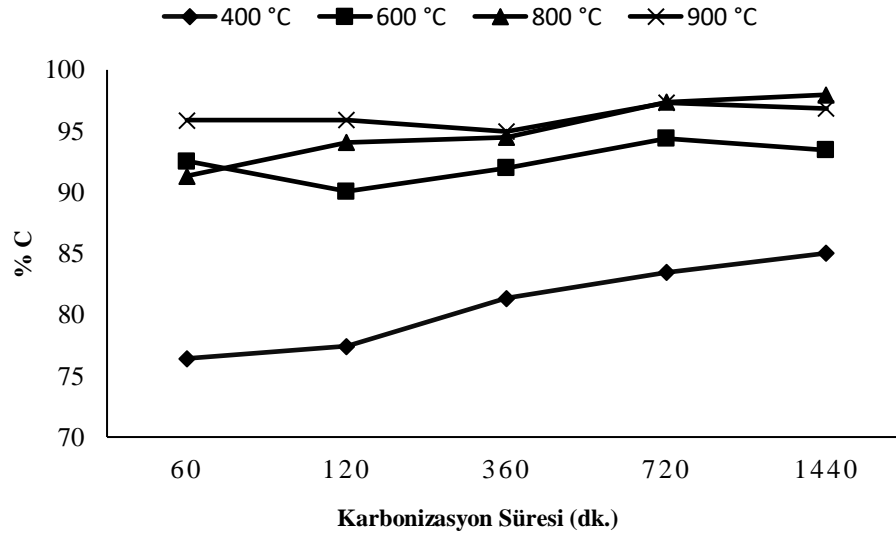
Burada; A= % kül içeriği, F= kül ve potanın ağırlığı, G= boş pota ağırlığı, ve W= Başlangıç numune ve pota ağırlığıdır.

Karbonizasyon işleminde önemli olan parametreler, sıcaklık, ısıtma hızı ve bu sıcaklıkta bekleme süresidir. Bu çalışmada karbonizasyon işlemi kapaklı bir pota içerisinde ve yetersiz havada, taşkömürünün koklaştırma prosesine benzer bir proses uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

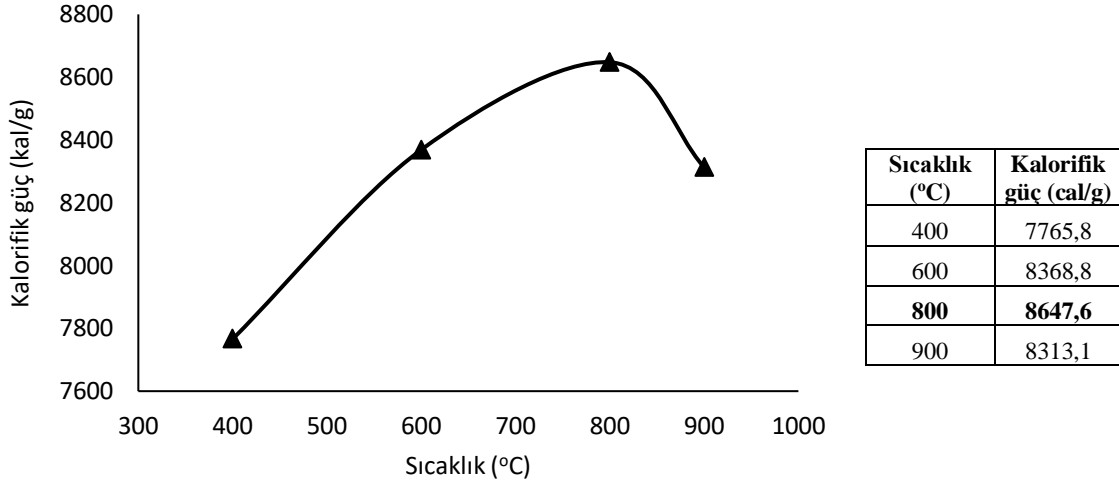


Şekil 4. Karbonizasyon işlemlerinin gerçekleştirildiği metal pota.

800 °C'de 1440 dk. süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işlemi sonucunda badem kabuklarında karbon oranı %97,97, kükürt oranı ise %0,0014 olarak tespit edilmiştir. Kullanılan biyokütle bünyesinde karbonizasyon işlemi öncesinde düşük sayılabilecek oranda kükürt olması ve işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak kükürt içeriğinde meydana gelen düşüş dikkate değerdir. Şekil 5'de farklı süre ve sıcaklıklarda gerçekleştirilen karbonizasyon işlemleri sonucu elde edilen %C değerleri verilmiştir. 600 °C sıcaklıkta bile karbon içeriğinin %93,5 gibi bir değer olduğu görülmektedir. Şekil 6'da ise farklı sıcaklıklarda 1440 dakika süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işleminden sonra elde edilen kalorifik güç değerleri verilmektedir. Farklı sıcaklıklarda 1440 dakika süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işlemi sonucunda elde edilen karbonize ürünün kalorifik değerinin 7765 ile 8647 kal/gr arasında değiştiği görülmüştür.

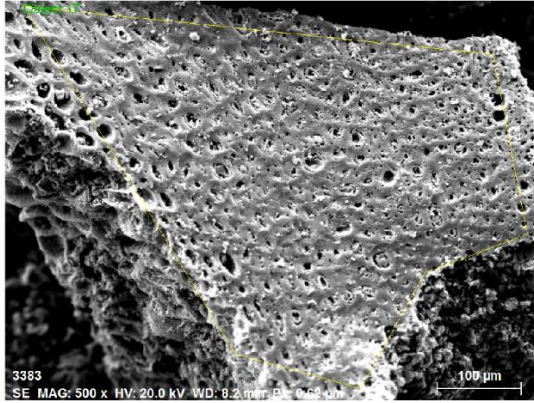


Şekil 5. Farklı süre ve sıcaklıklarda gerçekleştirilen karbonizasyon işlemleri neticesinde elde edilen %C değerleri görülmektedir.



Şekil 6. Farklı sıcaklıklarda 1440 dakika süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işleminden sonra elde edilen karbonize ürüne ait kalorifik güç değerleri.

Şekil 7’de 800 °C’de 1440 dk. süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işlemi sonucunda elde edilen karbonize ürüne ait SEM ve EDX görüntüsü verilmiştir. SEM görüntüsünde karbonize badem kabuklarının gözenekli bir yapıya sahip olduğu ve alınan bölgesel analizde ise yapının neredeyse tamamının karbondan oluştuğu görülmektedir.



Spectrum: Object 17

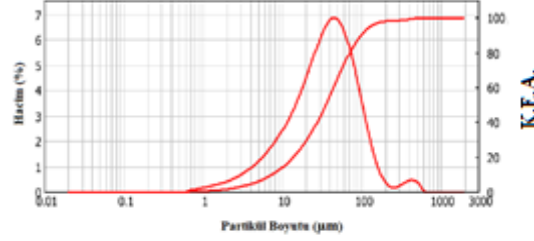
El	AN	Series	Net un.	C norm.	C Atom.	C Error (1 Sigma)
			[wt.%]	[wt.%]	[at.%]	[wt.%]
C	6	K-series	2087	98.35	98.35	98.85
O	8	K-series	6	1.39	1.39	1.05
S	16	K-series	22	0.26	0.26	0.10
Total:			100.00	100.00	100.00	

Şekil 7. 800 °C’de 1440 dk. süreyle gerçekleştirilen karbonizasyon işlemi sonucunda elde edilen karbonize ürüne ait SEM ve EDX görüntüsü.

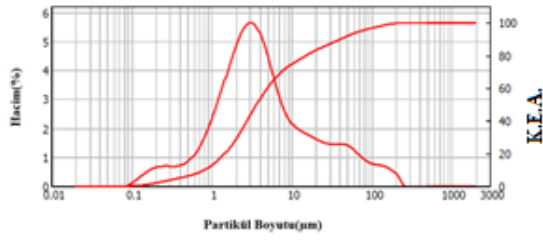
3.2. İleri öğütme işlemleri

-75+45 µm boyut aralığındaki tufal ve aynı boyuta getirilen karbonize ürün karışımı, karışım/bilye oranı 1/10, FeO/C oranı 80/20, 70/30 ve 60/40 oranlarında hazırlanıp, 30-120 dk arasında değişen sürelerde öğütme işlemine tabi tutulmuşlardır. Öğütme sonrası aktifleşen tozların PSD analizleri Şekil 8, 9 ve 10’da verilmiştir. PSD grafiklerinde x eksenini partikül boyutunu gösterir eksen, 1. y eksenini % hacim, 2. y eksenini ise kümülatif elek altını gösterir eksenidir. Kümülatif elek üstü-elek altı eğrileri ile elenen malzemenin % kaçının, hangi tane fraksiyonunda elek altı veya elek üstüne geçtiği belirlenir. Ayrıca elemanın hassasiyeti de elek altı-elek üstü eğrilerinin çakışma noktasının ordinatının 50 olması ile alakalıdır. Eğer elek altı-elek üstü eğrileri ordinat ekseninde 50 değerinde çakışmıyorsa; elemelerde bir sorun olduğunun göstergesidir. Tablo 2 ve Şekil 8.(a), öğütülmemiş malzemenin, (b) 30 dakika, (c) 60 dakika, (d) 90 dakika, (e) 120 dakika öğütülmüş malzemenin tane

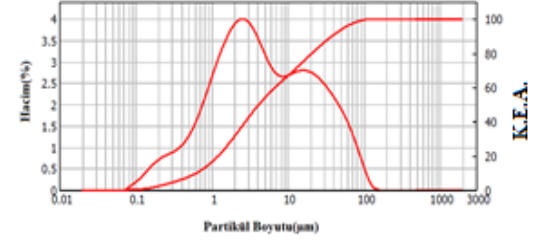
boyut analizini göstermektedir. Öğütme başlamadan malzemenin büyük çoğunluğunun yaklaşık 56 mikrondan oluştuğu, ilerleyen öğütme süresine bağlı olarak önce tane boyutunun küçüldüğünü, 90 dakika ve 120 dakikalık öğütme işleminden sonra malzemenin topaklaştığı ve partikül boyutunun büyüdüğü söylenebilir.



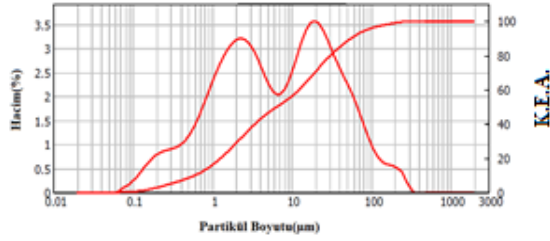
(a)



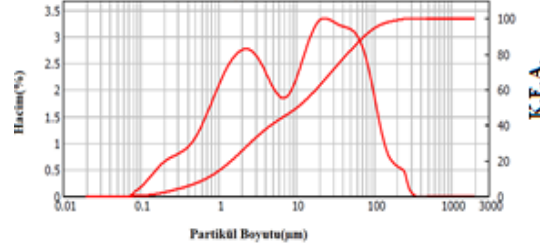
(b)



(c)



(d)



(e)

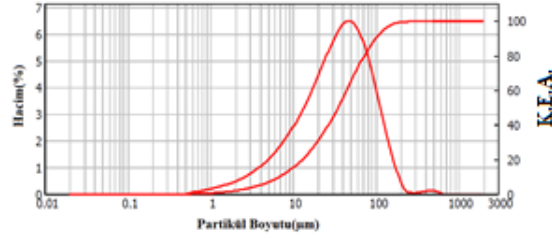
Şekil 8. FeO/C= 80/20 oranında karıştırılan numunenin partikül boyutu-hacim değişimini gösterir diyagramlar (K.E.A. =Kümülatif Elek Altı); (a) öğütülmemiş, (b) 30 dk. öğütülmüş, (c) 60 dk. öğütülmüş, (d) 90 dk. öğütülmüş, (e) 120 dk. Öğütülmüş.

Tablo 2. FeO/C= 80/20 oranında karıştırılarak öğütülen numunelerin öğütme sürelerine bağlı PSD analiz sonuçları.

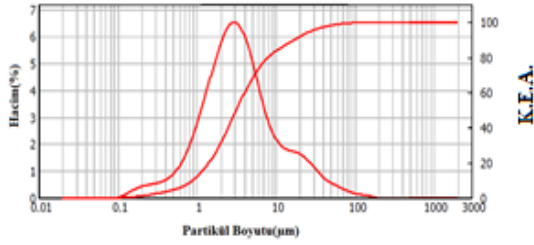
FeO/C	Öğütme Süresi (Dk.)	Partikül Boyut Dağılımı (µm)
80/20	0	50,656
80/20	30	14,655
80/20	60	12,894
80/20	90	21,337
80/20	120	27,214

Tablo 3 ve Şekil 9. (a), öğütülmemiş malzemenin, (b) 30 dakika, (c) 60 dakika, (d) 90 dakika, (e) 120 dakika öğütülmüş malzemenin tane boyut analizini göstermektedir. Burada yine Tablo 2 ve Şekil 6'da görülen olayın

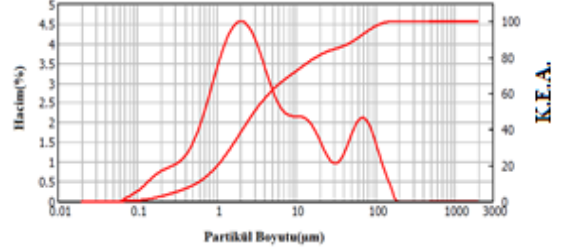
benzeri görülmektedir. Öğütme başlamadan malzemenin büyük çoğunluğunun yaklaşık 47 mikrondan oluştuğu, ilerleyen öğütme süresine bağlı olarak önce tane boyutunun küçüldüğünü (7,186 mikron), 60 ve 90 dakikalık öğütme işleminden sonra malzemenin topaklaştığı ve partikül boyutunun büyüdüğü 120 dakikalık öğütme işleminde ise göz ardı edilebilecek bir seviyede tane boyutunun tekrar küçüldüğü söylenebilir.



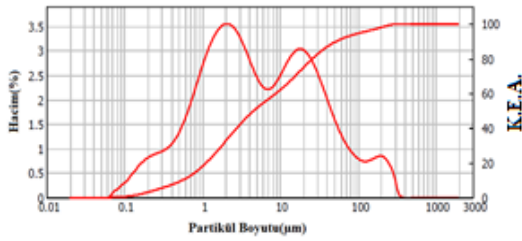
(a)



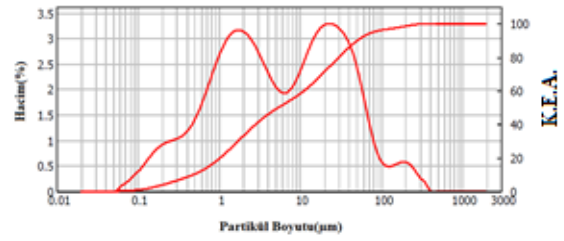
(b)



(c)



(d)

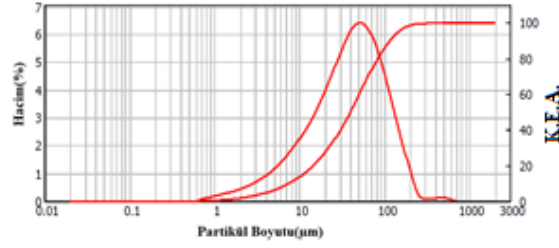


(e)

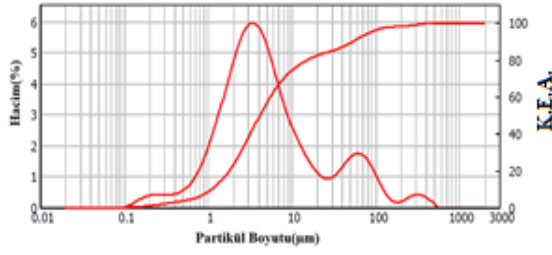
Şekil 9. FeO/C= 70/30 oranında karıştırılan numunenin partikül boyutu-hacim değişimini gösterir diyagramlar, (K.E.A.= Kümülatif Elek Altı); (a) öğütülmemiş, (b) 30 dk. öğütülmüş, (c) 60 dk. öğütülmüş, (d) 90 dk. öğütülmüş, (e) 120 dk. Öğütülmüş.

Tablo 3. FeO/C= 70/30 oranında karıştırılarak öğütülen numunelerin öğütme sürelerine bağlı PSD analiz sonuçları.

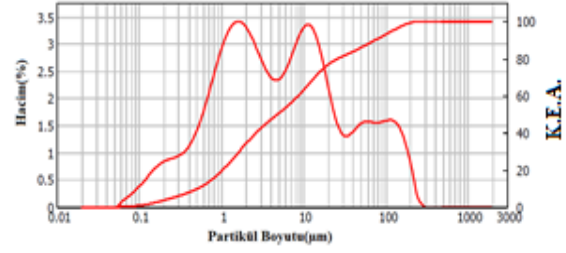
FeO/C	Öğütme Süresi (Dk.)	Partikül Boyut Dağılımı (µm)
70/30	0	46.892
70/30	30	7.186
70/30	60	15.372
70/30	90	21.797
70/30	120	20.966



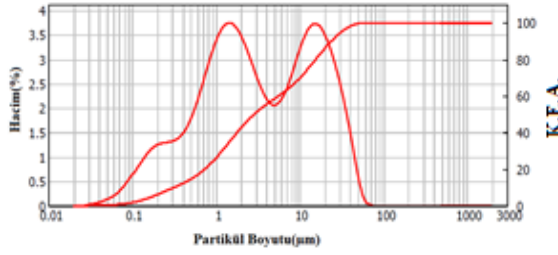
(a)



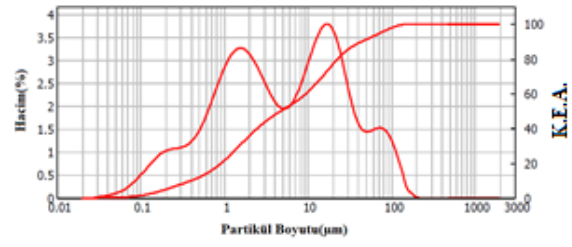
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 10. FeO/C= 60/40 oranında karıştırılan numunenin partikül boyutu-hacim değişimini gösterir diyagramlar, (a) öğütülmemiş, (b) 30 dk. öğütülmüş, (c) 60 dk. öğütülmüş, (d) 90 dk. öğütülmüş, (e) 120 dk. Öğütülmüş, (K.E.A.= Kümülatif Elek Altı).

Tablo 4. FeO/C= 60/40 oranında karıştırılarak öğütülen numunelerin öğütme sürelerine bağlı PSD analiz sonuçları.

FeO/C	Öğütme Süresi (Dk.)	Partikül Boyut Dağılımı (µm)
60/40	0	53.878
60/40	30	19.773
60/40	60	22.285
60/40	90	8.273
60/40	120	15.831

Şekil 8, 9 ve 10'da verilen partikül boyutu-hacim değişimini gösterir diyagramlar ve Tablo 2, 3 ve 4'de verilen partikül boyut dağılımı analiz sonuçları birlikte incelendiğinde, belirli bir süre gerçekleştirilen öğütme işleminden sonra partikül boyutunun arttığı görülmektedir. Tufalin manyetik bir malzeme oluşu, tufalle beraber öğütme ortamına konulan karbonize ürünün ilerleyen öğütme sürelerinde tufalin etrafında birikerek malzemenin aglomera olmasına neden olduğu söylenebilir. Tablo 5'de verilen BET analizi sonuçları da bu fikri desteklemektedir. Tane boyutu bakımından en uygun sonuçların FeO/C=70/30 olarak karıştırılıp 30 dakika ileri öğütme işlemine tabi

tutulan numunelerde elde edildiği görülmektedir. Bu malzemenin partikül boyut dağılımı 7,186 µm olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Farklı FeO/C oranlarında karıştırılıp - öğütülmüş numunelerin BET analizleri

	80/20	70/30	60/40
Öğütme Süresi (Dak.)	Yüzey Alanı (m ² /g)	Yüzey Alanı (m ² /g)	Yüzey Alanı (m ² /g)
0	54,5005	96,9932	152,5713
30	67,4873	107,8993	162,6600
60	60,6427	95,8338	135,0521
90	56,2925	96,3117	138,6072
120	48,9286	80,4163	178,0236

BET analizlerinde ilk özellikle FeO/C=70/30 olarak hazırlanıp 30 dakika öğütme işlemine tabi tutulan numunenin yüzey alanında bir artış olduğu, 30 dakikanın üzerindeki öğütme sürelerinde ise, aglomerasyondan dolayı yüzey alanlarında bir düşüş olduğu anlaşılmaktadır. FeO/C= 60/40 olan numunelerde her ne kadar daha büyük yüzey alanları elde edilmiş gibi görülse de, bu numunelerdeki karbonize ürünün neredeyse toplam malzemenin yarısı kadar olduğu ve öğütülebilirliğinin çok yüksek olduğu unutulmamalıdır.

4. Sonuçlar

KARDEMİR'den temin edilen ve demir çelik atıklarından olan tufalin, karbonize badem kabukları ile birlikte ileri öğütme işlemine tabi tutulması sonucu malzemede meydana gelen fiziksel değişimler incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Önce badem kabuklarının karbonizasyon işlemleri gerçekleştirilmiş olup, 800 °C'de 1440 dakika işleme tabi tutulan badem kabuklarının karbon oranı %97,97 olarak belirlenmiş olup; bu numunenin ısı değeri 8647,6 kal/g olduğu, ortalama %8,4 nem ve %2,6 kül içerdiği tespit edilmiştir.
- Karbonize ürünün SEM görüntüsünde karbonize badem kabuklarının gözenekli bir yapıya sahip olduğu ve alınan bölgesel analizde ise yapının neredeyse tamamının karbondan oluştuğu görülmüştür.
- (-75+45) µm boyut aralığındaki tufal ve aynı boyuta getirilen karbonize ürün karışımı, karışım/bilye oranı 1/10, FeO/C oranı 80/20, 70/30 ve 60/40 oranlarında hazırlanıp, 30-120 dk arasında değişen sürelerde öğütme işlemine tabi tutulmuş, öğütme başlamadan malzemenin büyük çoğunluğunun ortalama 50-52 mikrondan oluştuğu, ilerleyen öğütme süresine bağlı olarak önce tane boyutunun küçüldüğü, ilerleyen öğütme süresinden sonra malzemenin topaklaştığı ve partikül boyutunun büyüdüğü görülmüştür. Tufalin manyetik bir malzeme oluşu, tufalle beraber öğütme ortamına konulan karbonize ürünün ilerleyen öğütme sürelerinde tufalin etrafında birikerek malzemenin aglomera olmasına neden olduğu söylenebilir.
- BET analizlerinde ilk özellikle FeO/C=70/30 olarak hazırlanıp 30 dakika öğütme işlemine tabi tutulan numunenin yüzey alanında bir artış olduğu, 30 dakikanın üzerindeki öğütme sürelerinde ise aglomerasyondan dolayı yüzey alanlarında bir düşüş olduğu anlaşılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Yang W. The Structure and Properties of Mill Scale in Relation to Easy Removal, Submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Engineering Materials University of Sheffield, West Yorkshire, UK, 2001.
- [2] Hu X, Zhang B, Chen S, Fang F, and Jiang J. Oxide Scale Growth on High Carbon Steel at High Temperatures. Journal of Iron and Steel Research, International, 2013; vol.20, no.1: 47-52.
- [3] Sun W, Tieu AK, Jiang Z, Lu C and Zhu H. Surface Characteristics of Oxide Scale in Hot Strip Rolling. Journal of Materials Processing Technology. 2003; 140: 76-83.
- [4] Sun W, Tieu AK, Jiang Z, Zhu H and Lu C. Oxide scales growth of low-carbon steel at high temperatures. Journal of Materials Processing Technology. 2004; 155-156: 1300-1306.
- [5] Fisher K. the University of Sheffield, Department of Engineering Materials, final year project, 1998.

- [6] Şimşek M, Osmanoğlu A, Taş Z. Çermik'ten Seçilen Badem (*Prunus Amygdalus L.*) Tiplerinin Meyve Performansları. HR.Ü.Z.F. Dergisi, 2010; 14(2): 29-37.
- [7] Küden AB, ve Küden A. Badem Yetiştiriciliği. 18s, TÜBİTAK - TARP Yayınları, 2000.