

ALTIN METALÜRJİSİ İÇİN YERLİ KAYNAKLARDAN AKTİF KARBON ÜRETİMİ

PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON FROM INDIGENOUS RAW MATERIALS FOR GOLD METALLURGY

Mustafa YALÇIN <•>
A. thsan AROL <*>

ANAHTAR KELİMELEER: Aktif Karbon, Altın Kazanımı, Siyanür Liçi

ÖZET

Bu çalışmada, siyanürleme yöntemi ile altın üretimi sırasında çözüldüden altın kazanımı için kullanılan aktif karbonun yerli kaynaklardan üretimi sunulmuştur. Kayısı çekirdeği, şeftali çekirdeği ve Karadeniz bölgesinin çeşitli yörelerinden sağlanan fındık kabuğu yerli kaynaklar olarak aktif karbon üretiminde kullanılmıştır. Bu numunelerin buhar aktivasyonu yapılarak altın endüstrisine uygun, aşınmaya karşı dayanımı fazla ve yüksek yüzey alanına sahip aktif karbon üretimine çalışılmıştır.

ABSTRACT

This study was undertaken to determine the possibility of using activated carbon obtained from indigenous raw materials in the recovery of gold complexes in cyanide leach slurries. Apricot and peach stones and hazel-nut shells from different parts of Black Sea region were steam activated to produce activated carbon suitable for gold industry.

Araş. Gör., ODTÜ, Maden Müh. Böl. 06531 ANKARA
Doç. Dr., ODTÜ, Maden Müh. Böl. 06531 ANKARA

TÜRKİYE XIII. MADENCİLİK KONGRESİ, 1993

/. GİRİŞ

Aktif karbon, altın-siyanür hidrometalurjisinde çözeltiliye geçmiş bulunan altın komplekslerini yüzeyine adsorplayarak altının çözeltiden kazanılmasını sağlar (Mc Dougall ve Fleming, 1980; Briggs, 1983; Simmons, Blakeman, Trimble ve Banning, 1985; Laxen, Backer ve Rubin, 1979) . Aktif karbon daha sonra desorpsiyon işlemine tabi tutulur. Burada, altın, aktif karbon yüzeyinden çeşitli kimyasal maddeler; seyreltik NaCN, NaOH ve/veya etanol, kullanılarak tekrar çözeltiliye alınıp elektrolitik kazanıma gönderilir. Aktif karbon ise tekrar aktifleştirildikten sonra prosese geri döndürülür.

Aktif karbon genellikle hiçbir yapısal formül ya da kimyasal analiz yolu ile karakterize edilemeyen, çok gözenekli karbonlu malzemelere verilen terminolojik bir addır. Aktif karbonların gözeneklerinin hacmi ve yüzey alanı, genellikle, sırasıyla 0.2 ml / g ve 400 m² /g'dan daha fazladır (Mc Dougall ve Handcock, 1980). Gözeneklerin boyutu 3 Å ile birkaç bin Å arasında değişmektedir. Aktif karbona yüksek adsorplama özelliği veren küçük boyutlu mikro gözeneklerdir. Mikro gözeneklerin oluşumu aktivasyon işlemine bağlıdır.

Aktif karbon, farklı kullanım amaçlarına bağlı olarak toz halde, çeşitli boyut ve şekilde granule olarak yada preslenmiş ince-çubuklar halinde bulunabilmektedir. Başlıca kullanım amaçları şöyle sıralanabilir; tat, renk, koku ve çeşitli organik atık maddelerin içilebilir sudan uzaklaştırılması, günlük ve endüstriyel suyun temizlenmesi, şeker sanayinde renk giderilmesi, çeşitli kimyasal, eczacılık ve besin maddelerinin temizlenmesi vb. Son zamanlarda hidrometalurji çalışmalarında, özellikle altın ve gümüş kazanımında yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur.

Aktifleştirme, karbon içeren malzemelerden aktif karbon üretme işlemine denmektedir. Aktifleştirme sonucu, kullanılan malzeme, çok ince kristaller halinde ve çeşitli boyut ve şekildeki gözenekleri oluşmuş bir yapı haline gelir. Aktif karbon üretiminde kullanılan malzemeler arasında, çeşitli kalitedeki kömürler, turba, hindistan cevizi kabuğu, şeftali, zeytin ve kayısı çekirdeği, fındık kabuğu, şeker, kemik, çeşitli ağaçlar vb. bulunmaktadır. Fakat, son zamanlarda meyve kökenli aktif karbon üretiminde bir artış gözlenmektedir.

Aktif karbon üretiminde ısıl veya kimyasal yöntemler kullanılmaktadır (Mc Dougall ve Fleming, 1980, Hassler, 1963; Bevla, Rico ve Gomis, 1984; Solano, Gonzalez, Sabio ve Reinoso, 1979). Isıl aktifleştirmede, ilk işlem hammaddenin karbonlaştırılmasıdır. Karbonlaştırma esas itibarıyla hammaddenin odun kömürü elde edilmesidir. İşlem genellikle 700 °C'yi geçmeyen sıcaklıklarda ve havasız ortamda yapılmaktadır. Karbonlaştırılan malzemeler odun kömürü, çeşitli gazlar ve katran olarak ayrışmaktadırlar.

Karbonlaştırma sonucu üretilen odun kömürü daha yüksek sıcaklıklarda (800 - 1000 °C) aktifleştirilerek, yüksek yüzey alanına sahip, gözenekli aktif karbona dönüştürülür. Aktifleştirme, karbonlaştırma işleminin tersine oksitleyici ortamda yapılmaktadır. Oksitleyici ortam yaratmak için genellikle su buharı, CCB yada hava kullanılmaktadır. Bu maddeler arasında en yaygın kullanılanı ise su buharıdır. Su buharı içindeki oksijen, odun kömürünün aktif bölümlerini yakarak, CO ve H₂ gazlarının çıkmasına neden olur. Bu şekilde yanmanın sonunda yüksek yüzey alanı ve gözenek sistemi oluşur.

Kimyasal aktifleştirme karbonlaştırılmamış malzemeler ile yapılır. Kullanılacak malzemeler ilkönce, yapıyı bozucu ve oksitleyici ZnCl₂ H₃PO₄ ve H₂SO₄ gibi kimyasal maddeler ile karıştırılırlar. Bu karışım 105°C'de kurutulur. Kuru karışım daha sonra 400-700°C'de karbonlaştırılır. Bu işlem sonucu, yüzeye yüklenen maddeler yapıyı bozarak karbon atomlarının tekrar şekil almasını sağlar. Böylece, aktif karbonda yüzey alanı ve gözenek sisteminin oluşumu sağlanır.

2. MALZEME VE DENEYSEL YÖNTEM

Yapılan çalışmalarda kayısı ve şeftali çekirdekleri ve Karadeniz bölgesinin çeşitli yörelerinden (Giresun, Düzce, Ünye) sağlanan fındık kabukları aktif karbon üretimi için test edilmiştir. Hammaddelerin yapısal içerikleri Tablo 1' de sunulmuştur. Deneylede çeneli kinci ile -1 cm' nin altına kırılmış numuneler kullanılmıştır.

Tablo 1. Yerli Kaynakların Yapısal İçerikleri

	% Sabit Karbon	% Uçucu Madde	%Kül	%Nem
Fındık Kabuğu	22.8	62.0	1.2	14
Kayısı Çekirdeği	25.8	63.8	0.4	10
Şeftali Çekirdeği	24.6	63.5	0.9	11

"Giresun bölgesi

Karbonlaştırma deneylen, termostatlı fırın içerisinde 18 cm çapında ve 11 cm boyunda bir reaktörle, reaktöre N₂ gazı verilerek yapılmıştır. Karbonlaştırma deneylerinde, 400-700 °C arasında değişen sıcaklıklarda, zamana bağlı oluşan ağırlık kaybı, deney sonucu oluşan odun kömüründe bulunan sabit karbon , uçucu madde ve kül miktarı ölçülmüştür. Üretilen kömürler daha sonra kırılarak -7+35 meş boyutuna getirilmiş ve bu elek fraksiyonundaki numune aktifleştirme deneylerinde kullanılmıştır.

Aktifleştirme deneyleri, daha küçük bir reaktörle (çap: 11 cm ; boy: 11 cm), reaktöre su buharı verilerek yapılmıştır. Aktifleştirme işleminde 700-1000 °C arasındaki sıcaklıklarda, zamana bağlı oluşan ağırlık kaybı belirlenmiştir. Aktifleştirmede, reaktöre su buharı verme hızı 4 ml/dk olarak sabit tutulmuştur.

Üretilen aktif karbonların, daha sonra, sertlikleri ve yüzey alanları (N₂,BET) ölçülmüştür. Yüzey alanı analizleri ASTM standartlarına (ASTM D 3037-78) uygun olarak Micromeritics Yüzey Alanı Analizi Cihazı ile yapılmıştır. Aktif karbonların sertlik değerleri ise NECO Hardgrove cihazı ile ölçülmüştür. Bu cihazda ilk önce standart bir aktif karbonun bilinen sertliği ölçülmüş, daha sonra çeşitli koşullarda üretilmiş aktif karbonların sertliği bu değere karşılaştırmalı olarak ölçülmüştür.

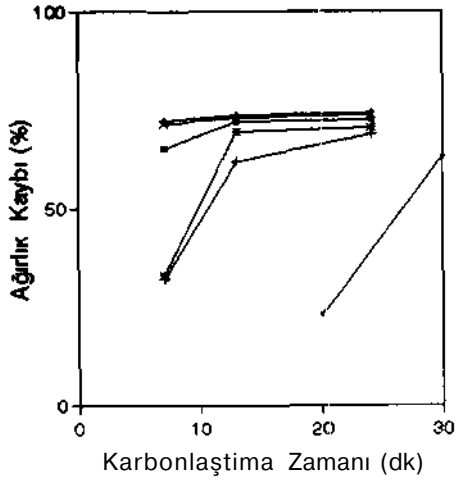
3. SONUÇLAR

Yerli kaynaklardan aktif karbon eldesi için iki aşamalı bir yöntem izlenmiştir. İlk aşamada bu malzemelerden odun kömürü üretilmiş, ikinci aşamada aktifleştirme yapılmıştır. Her aşamada en uygun koşullar belirlenmiştir.

Deneylerde 3 değişik karbonlaştırma yöntemi uygulanmıştır. Sırasıyla (a) şok karbonlaştırma, (b) yavaş karbonlaştırma, (c)yavaş karbonlaştırmadan sonra 900°C'de 1saat bekletme.

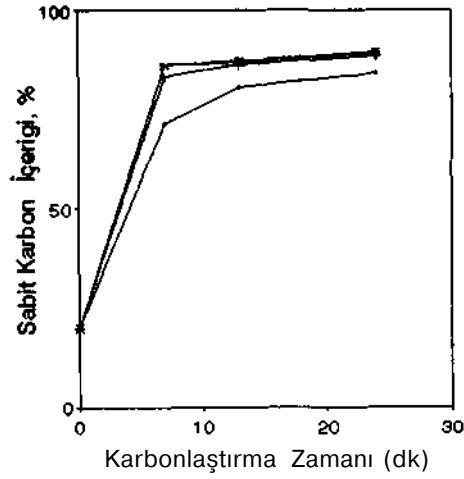
İlk karbonlaştırma deneyleri şok yöntem uygulayarak Giresun bölgesi fındık kabukları ile yapılmıştır. Şok karbonlaştırma deneyleri fırın ısı deney sıcaklığına getirildikten sonra karbonlaştırılacak malzemeyi içeren reaktörün fırın içerisine konmasıyla yapılmıştır. Karbonlaştırma sırasında ve deney bitiminde oda sıcaklığına soğutma sırasında reaktöre N₂ gazı verilerek reaktörün hava ile teması kesilmiştir. Elde edilen en iyi karbonlaştırma koşullarında diğer bölge fındık kabukları ve kayısı ve şeftali çekirdeklerinin karbonlaştırılması yapılmıştır. Şekil 1, Giresun bölgesi fındık kabukları ile yapılan ilk deneylerde hammadde bünyesinde oluşan ağırlık kaybının sıcaklık ve zamana bağlı değişimini göstermektedir. Şekil 2'de ise üretilen odun kömürlerinin içerdikleri sabit karbon yüzdesi sunulmuştur.

Şekil 1 ve 2'in birlikte değerlendirilmesi ile, 650°C'de 24 dk'lık karbonlaştırmada aktifleştirmeye uygun (sabit karbon: % 88.5) odun kömürü üretilebileceği anlaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçtan sonra, aynı koşullarda diğer hammaddeler karbonlaştırılmıştır. Bu maddelerin



— 100°C —•— 500°C —◻— 550°C —△— 600°C —♦— 650°C —*— 700°C

Şekil 1. Şok Karbonlaştırmada Ağırlık Kaybının Sıcaklık ve Zamana Bağlı Değişimi (Giresun Bölgesi Fındık Kabuğu)



— 60°C —•— 65°C —◻— 65°C —△— 65°C —♦— 70°C

Şekil 2. Şok Karbonlaştırmada Odun Kömüründe Sabit Karbon İçeriği (Giresun Bölgesi Fındık Kabuğu)

bünyelerinde oluşan ağırlık kaybı ve üretilen odun kömürlerinin yapısal içerikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Şok karbonlaştırma deneylerinden sonra, bünyede % 80'den fazla sabit karbon kalacak şekilde yavaş karbonlaştırma ve yavaş karbonlaştırmadan sonra 900°C'de 1 saat bekletme gibi farklı karbonlaştırma yöntemleri uygulanmıştır. Yavaş karbonlaştırma, 650°C'ye kadar firm ısı 5°C/dk artırılarak yapılmıştır. Bu iki karbonlaştırma deneylerinde hammaddelerde oluşan ağırlık kaybı ve üretilen odun kömürlerinin yapısal içerikleri Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3 incelendiğinde özellikle yüksek sıcaklıklarda bekletilerek üretilen odun kömürlerinin sabit karbon içeriklerinin % 90'ı aştığı gözlenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda, karbon içeriği artarken ağırlık kaybından dolayı kül miktarının arttığı, buna karşın uçucu madde miktarının azaldığı yine aynı tablodan görülmektedir. Tablo 3 deki sonuçların farklı hammaddeler için benzerlik gösterdiği dikkati çekmektedir. Hammaddelerin hepsinin meyve kökenli olması ve yapısal benzerlik göstermesi Tablo 1, bu hammaddelerin karbonlaştırma işleminde benzer davranışlar göstermesine sebep olmuştur.

Hammaddeleri karbonlaştırarak üretilen odun ömürlerinin bu haliyle altın kazanımında kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmış, bu sebeple malzemelerin fiziksel ve kimyasal karakterizasyonu yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. Tablo 4'de gözlenen

Tablo 2. Şok Karbonlaştırma Deneyi Sonuçları

	Ağırlık Kaybı, %	ODUN KÖMÜRÜ**		
		Sabit Karbon, %	Uçucu Madde, %	K0%%
<i>Fındık Kabuğu (Giresun)</i>	70.3	88.5	8.0	3.5
<i>Fındık Kabuğu (Düzce)</i>	70.8	88.0	8.5	3.5
<i>Fındık Kabuğu (Ünye)</i>	71.1	89.0	7.5	3.5
<i>Şeftali Çekirdeği</i>	72.0	88.0	9.0	3.0
<i>Kayısı Çekirdeği</i>	74.3	88.0	11.0	1.0

*650°C 'de şok karbonlaştırma

**Numuneler 105°C de kurutulmuştur

Tablo 3. Yavaş ve Yüksek Sıcaklık Uygulanarak Yapılan Karbonlaştırmaya Deneyi Sonuçları

	Ağırlık Kaybı, %	ODUN KÖMÜRÜ*		
		Uçucu Madde, %	% Sabit Karbon	%KU
<i>Fındık Kabuğu (Giresun)a</i>	70.0	75	89.0	»
<i>Fındık Kabuğu Giresun)b</i>	73.4	20	94.0	40
<i>Kayısı (yavaş karb. 500°C)</i>	66.0	23.0	76.0	10
<i>Kayısı b</i>	80.0	60	92.0	20
<i>Şeftali(yavaş karb. 500°C)</i>	66.0	20.0	78.0	20

* Numuneler 105°C'de kurutulmuştur

a Yavaş karbonlaştırma

b Yavaş karbonlaştırmadan sonra 900°C 'de 1 saat bekletme

düşük iyot numaraları ve yüzey alanı değerleri odun kömürlerinin bu haliyle altın kazanımında kullanılmayacağını ve yüzey alanı ve gözenek sisteminin artırılabilmesi için aktifleştirme işlemine gereksinim duyulduğunu göstermiştir. Bu amaçla 700-1000°C arasında değişen sıcaklıklarda buhar aktifleştirme yapılmıştır. Reaktöre buhar verme hızı sabit tutularak (4 ml/dk) yapılan deneyler sonunda, zamana bağlı oluşan ağırlık kaybı (%) ve ağırlık kaybına göre değişen sertlik ve yüzey alanı belirlenerek üretilen aktif karbonların altın kazanımında

Tablo 4. Karbonlaştırma Sonucu Üretilen Odun Kömürlerinin Fiziksel ve Kimyasal özellikleri

	Karbon- laştırma	Yüzey Alanı, m ² /g	Görünür U Yoğunluk 1 (K/m ²)	Sertlik	iyot Num. [mg/e]
<i>Fuü Ut Kabuğu</i>	a	40	1 0.53	82.6	445
<i>Fındık Kabuğu</i>	b	34	1 0.50	89.0	466
<i>Fındık Kabuğu</i>	c	141	1 0.53	U4.5	466
<i>Kayıt Çekirdeği</i>	a	60	1 0.59	93	409
<i>Kayıt Çekirdeği</i>	b	80	1 0.56	92.7	431
<i>Kayıt Çekirdeği</i>	c	140	1 0.57	135.4	556
<i>Şeftali Çekirdeği</i>	*	170	1 -	84.2	431
<i>Şeftali Çekirdeği</i>	»	180	1 0.44	90.0	440

• Odun kömürü : -7+14 meş

a Yavaş karbonlaştırma (650°C'ye kadar 5°C/dk)

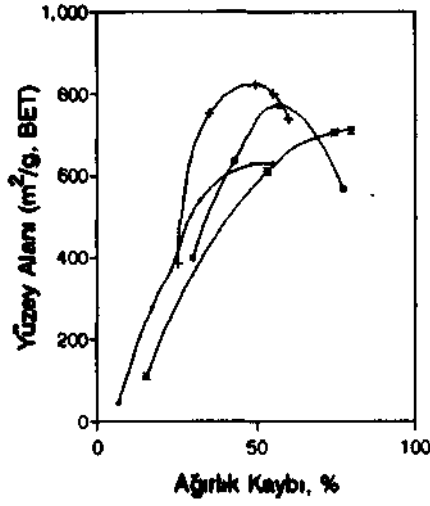
b Şok karbonlaştırma (650°C)

c : Yavaş karbonlaştırmadan sonra 900°C ' de 1 saat bekleme

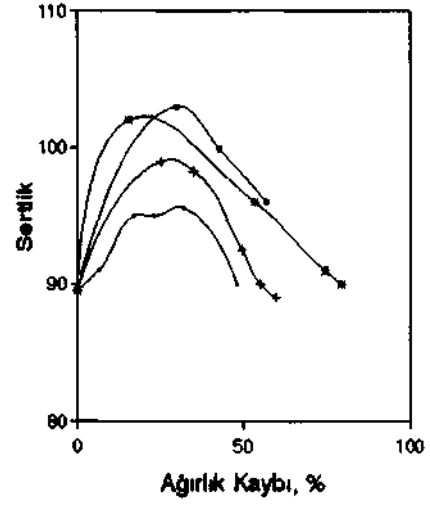
kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir.

Aktifleştirme deneylerinde -7+35 meş arasındaki odun kömürleri kullanılmıştır. Üretilen aktif karbonların aşınmaya karşı dayanım (sertlik) ve yüzey alanı analizleri ise aktifleşen ürünün -7+14 meş'lik tane boyutu için yapılmıştır.

Yerli kaynaklar üzerinde ilk aktifleştirme deneyleri şok karbonlaştırma yöntemiyle üretilmiş odun kömürleri ile yapılmıştır. Fındık kabukları ile yapılan çalışmalarda, Şekil 3-4, en yüksek yüzey alanına sahip aktif karbonlar 800°C'de %45-55 ağırlık kaybına kadar yapılan aktifleştirme sonucu elde edilmiştir. Genel olarak bütün aktifleştirme sıcaklıklarında %40-60 ağırlık kaybında, aktif karbonlar en yüksek yüzey alanına sahip olmuşlardır. Bu şekilde üretilen aktif karbonların aşınmaya karşı dayanımları ise %20-30 ağırlık kaybında en yüksek değerlere ulaşmıştır. Daha fazla ağırlık kaybında ise yapının bozulması sonucu istenilenden daha az sert fakat daha fazla yüzey alanına sahip aktif karbon üretilmiştir.



Şekil 3. Aktiflesürmede Ağırlık Kaybına Bağlı Yüzey Alanı Oluşumu (Giresun Bölgesi Fındık Kabuğu)



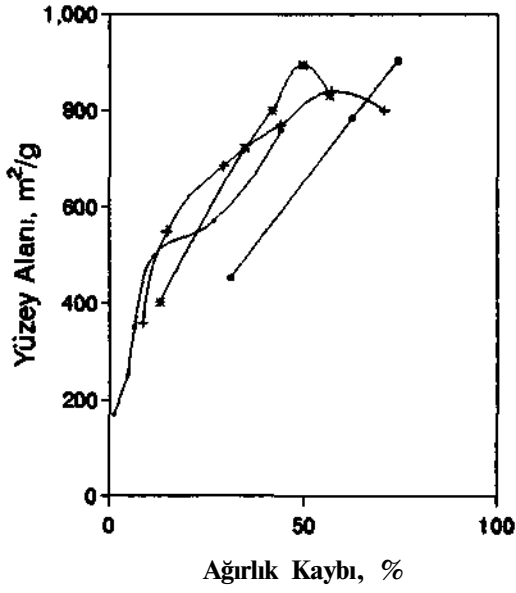
Şekil 4. Aktifleşirmede Ağırlık Kaybına Bağlı Sertlik Değişimi (Giresun Bölgesi Fındık Kabuğu)

ulaşmıştır. Daha fazla ağırlık kaybında ise yapının bozulması sonucu istenilenden daha az sert fakat daha fazla yüzey alanına sahip aktif karbon üretilmiştir.

Kayısı çekirdekleri ile yapılan çalışmalarda ,Şekil 5-6, en yüksek yüzey alanına sahip aktif karbon 896 m² /g ile odun kömürlerinin 900°C'de %49.5 ağırlık kaybına kadar aktifleştirilmesi sonucu elde edilmiştir. Kayısı çekirdeğinden üretilen aktif karbonların aşınmaya karşı dayanımları ise yüzey alanlarının yüksek olduğu %40-60 ağırlık kaybında istenilenin üzerinde olmuştur.

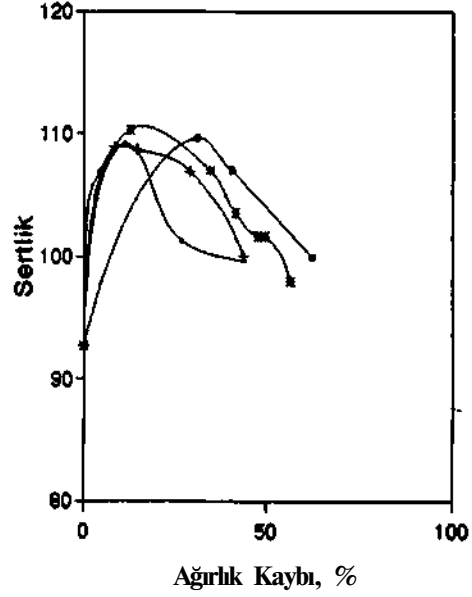
Şeftali çekirdekleri ile yapılan çalışmalarda ,Şekil 7-8, kayısı çekirdeğinde olduğu gibi aşınmaya karşı dayanımı yüksek aktif karbon üretiminin mümkün olabileceği anlaşılmıştır. Şeftali çekirdeğinin 800°C'de aktifleştirilmesiyle (% 44.3 ağırlık kaybında) üretilen aktif karbonun yüzey alanı 911 m²/g olarak tesbit edilmiştir.

Yukarıda sunulan aktifleştirme deneyleri sonucunda fındık kabuklarının ve şeftali çekirdeğinin 800°C'de ve kayısı çekirdeğinin ise 900°C'de buhar aktifleştirmesinin daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Bundan sonraki çalışmalar farklı karbonlaştırma koşullarında üretilmiş odun kömürlerinin yukarıda sunulan koşullarda aktifleştirilmesi yönünde olmuştur. Bu çalışmalarda yavaş karbonlaştırma (650°C'ye kadar 5°C/dk) ve yüksek sıcaklıkta karbonlaştırma (650°C'ye kadar yavaş karbonlaştırma daha sonra 900°C'de 1 saat bekletme) gibi farklı karbonlaştırma koşullarında üretilmiş odun kömürleri aktifleştirilmiştir.



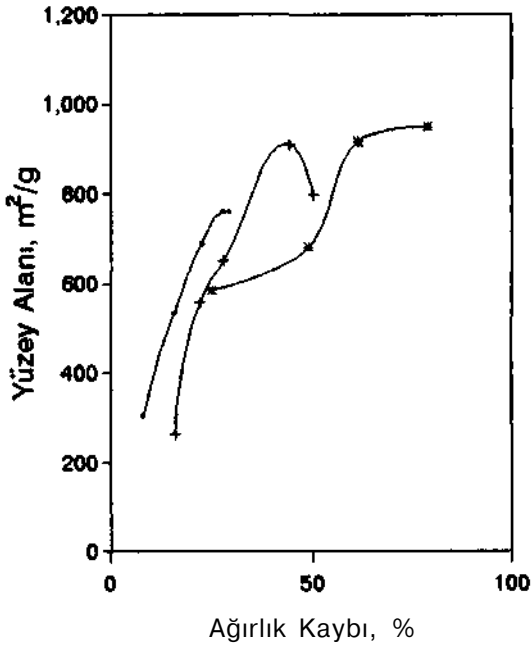
— 700°C - -800°C -"-900°C - 1000°C

Şekil 5. Aktifleştirmede Ağırlık Kaybına Bağlı Yüzey Alanı Oluşumu
(Kayısı Çekir., 650°C'de Şok Karb.)



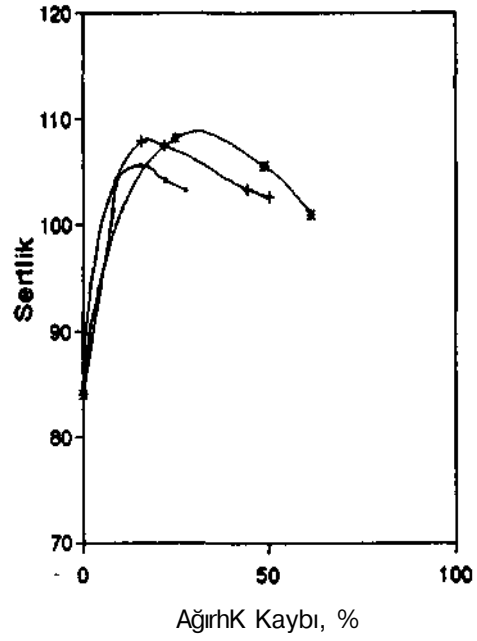
— 700°C - -BOCC *900°C - 1000C

Şekil 6. Aktifleştirmede Ağırlık Kaybına Bağlı Sertlik Değişimi
(Kayısı Çekir., 650°C'de Şok Karb.)



— 700°C -"-ö00°C ^ Q O O X

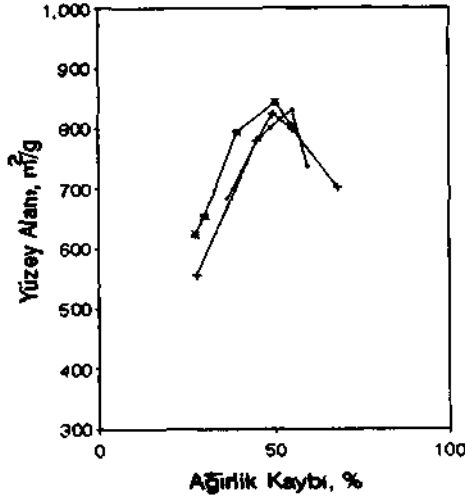
Şekil 7. Aktifleştirmede Ağırlık Kaybına Bağlı Yüzey Alanı Oluşumu
(Şeftali Çekir., 650°C'de Şok Karb.)



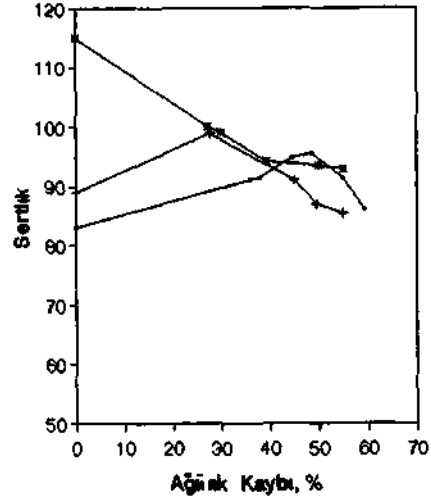
— 700°C - -•-800-0 -"-ÇOCC

Şekil 8. Aktifleştirmede Ağırlık Kaybına Bağlı Sertlik Değişimi
(Şeftali Çekir., 650°C'de Şok Karb.)

Fındık kabuğunun farklı koşullarda karbonlaştırılması sonucu üretilen aktif karbonların yüzey alanları Şekil 9'da incelendiğinde, farklı karbonlaştırma koşullarının yüzey alanı oluşumuna etkisinin farklılık göstermediği anlaşılmıştır. Buna karşın, yüksek sıcaklıkta bekleterek üretilen odun kömürlerinden elde edilmiş aktif karbonların aşınmaya karşı dayanımlarının ağırlık kaybına bağlı değişimi, Şekil 10, diğerlerinden farklı olmuştur. Bu yöntemle üretilen aktif karbonların aşınmaya karşı dayanımları, aktifleştirmenin ilk amında çok yüksek bir değerden (115) başlamış ve aktifleştirmede meydana gelen ağırlık kaybına bağlı olarak azalmıştır.

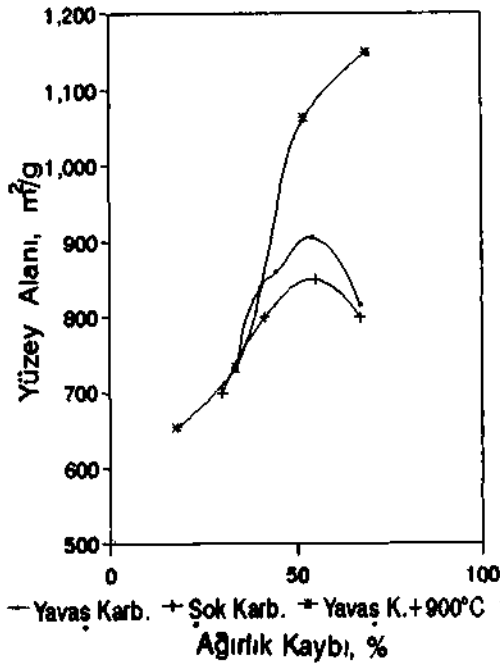


Şekil 9 Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Yüzey Alanına Etkisi (Fındık Kabuğu, 800°C'de Aktifleştirme)

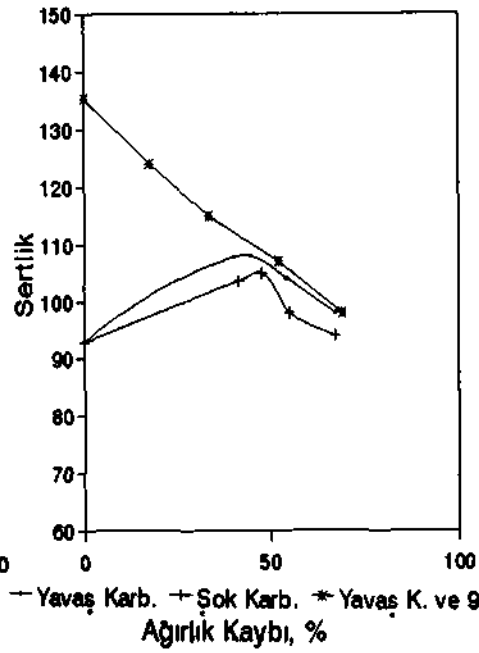


Şekil 10. Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Sertliğine Etkisi (Fındık Kabuğu, 800°C'de Aktifleştirme)

Şekil 11-12 incelendiğinde kayısı çekirdeklerinden yavaş ve şok karbonlaştırma sonucu üretilen odun kömürlerinin aktifleştirilmesiyle elde edilen aktif karbonların sertlik ve yüzey alanlarının ağırlık kaybına bağlı değişiminin benzer olduğu buna karşın, yüksek sıcaklıkta karbonlaştırarak üretilen aktif karbonların sertlik ve yüzey alanı değişiminin farklılık gösterdiği ve daha yüksek olarak elde edilebileceği anlaşılmıştır. Yüksek sıcaklıkta karbonlaştırarak üretilen aktif karbonların, % 68.8 ağırlık kaybında yüzey alanı 1100 m²/g ve sertliği ise 98 olarak tesbit edilmiştir. Yavaş karbonlaştırma sonucu üretilen aktif karbonların en yüksek yüzey alanı 906 m²/g olarak %54 ağırlık kaybında elde edilmiştir. Bu şekilde üretilen aktif karbonların aşınmaya karşı dayanımları ise 104.1 olmaktadır.



Şekil 11. Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Yüzey Alanına Etkisi (Kayısı Çekirdeği, 900°C'de Aktifleştirme)



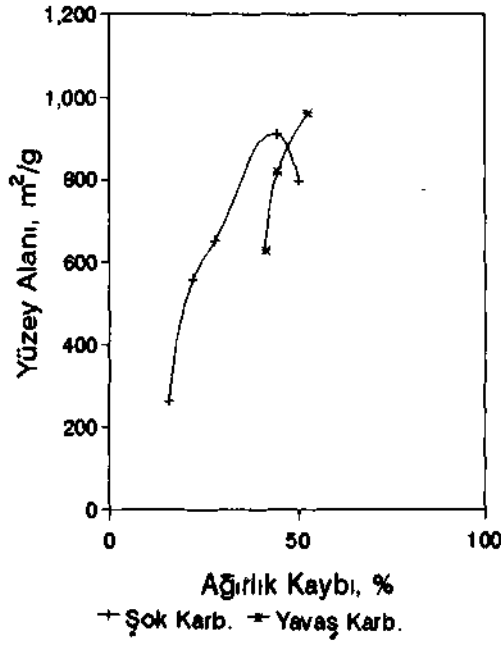
Şekil 12. Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Sertliğine Etkisi (Kayısı Çekirdeği, 900°C'de Aktifleştirme)

Şekil 13-14 incelendiğinde şeftali çekirdeklerinden hem şok hem de yavaş karbonlaştırma sonucunda üretilen odun kömürlerinin aktifleştirilmesiyle yüksek yüzey alanlı ve aşınmaya karşı dayanımı fazla aktif karbon üretilebileceği anlaşılmaktadır. Yavaş karbonlaştırmayla üretilen odun kömürlerinin 800°C'de %52.6 ağırlık kaybına kadar aktifleştirilmesi sonucu üretilen aktif karbonların yüzey alanı 962 m²/g, aşınmaya karşı dayanımları ise 103 olmaktadır.

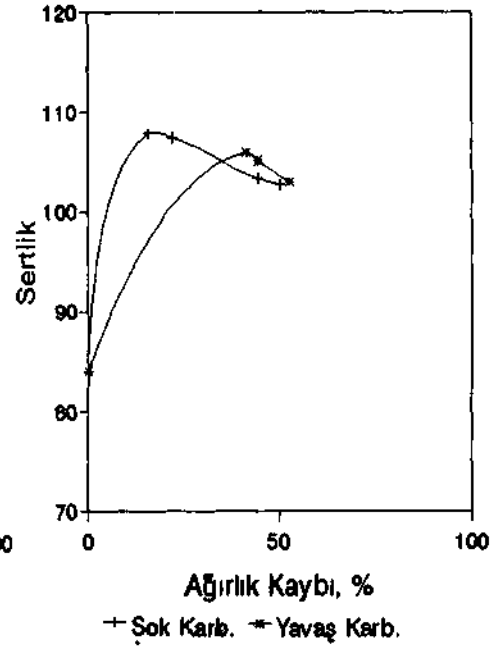
3. DEĞERLENDİRME

Dünyada altın hidrometalurjisinde yaygın olarak kullanılmakta olan, hindistan cevizi kökenli aktif karbonların karakteristik fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 5'de sunulmuştur. Bu özellikler dikkate alınarak yerli kaynaklardan aktif karbon üretimi için yapılan çalışmalar sonunda elde edilen bulgulardan şu sonuçlar çıkarılabilir.

- L** Yerli kaynakların hepsi meyve kökenli oldukları için kimyasal içerikleri bakımından benzer özellikler göstermişlerdir. Bu sebeple; karbonlaştırma işleminde hammaddelerin ağırlık kayıpları ve üretilen odun kömürlerinin yapısal içerikleri birbirlerinden çok farklı olmamıştır



Şekil 13. Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Yüzey Alanına Etkisi (Şeftali Çekirdeği, 800°C'de Aktifleştirme)



Şekil 14. Farklı Karbonlaştırma Koşullarının Aktif Karbonların Sertliğine Etkisi (Şeftali Çekirdeği, 800°C'de Aktifleştirme)

Tablo 5. Hindistan Cevizi Kökenli Aktif Karbonların (Buhar İle Aktifleştirilmiş) Yapısal özellikleri

1. FİZİKSEL

Parça Yoğunluğu	0.80-0.85 g/ml
Görünür Yoğunluk	0.48-0.54 g/ml
Gözenek Hacmi	0.70-0.80 ml/g
Sertlik	97-99 %
Tane Boyu	1.18-2.36 mm
Kül	2-4%
Nem	1-4%

2. KİMYASAL

Yüzey Alanı (N ₂ , BET)	1050-1200 m ² /g
İyot Numarası	1000-1150 mg/g
CCL ₄ Numarası	60-70 %

iL Fındık kabuklarının aktifleştirilmesi sonucu, istenilen sertliğe yüksek yüzey alan ile birlikte ulaşamamıştır. İstenilen sertliğe sahip aktif karbonların yüzey alanı göreceli olarak düşük çıkmıştır (<600 m²/g). Fındık kabukları ile en iyi sonuçlar yavaş ve yüksek sıcaklıkta üretilen odun kömürlerinin 800°C'de aktifleştirilmesi sonucu elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta, % 40-60 ağırlık kaybında üretilen aktif karbonların sertlikleri 94-96 ve yüzey alanları 750-850 m²/g arasında değişmiştir.

UL Kayısı çekirdeklerinin aktifleştirilmesi sonucu, altın kazanımı için uygun aktif karbonun üretilebileceği anlaşılmıştır. En yüksek yüzey alanları (800-1100 m²/g) yine % 40-60 ağırlık kaybında gerçekleşirken bu şekilde üretilen aktif karbonların sertlikleri istenilenin üzerinde olduğu gözlenmiştir.

iv. Şeftali çekirdeklerinin aktifleştirilmesinde en uygun sıcaklığın 800°C olduğu belirlenmiştir. Yavaş karbonlaştırılmış numunelerin % 52 ağırlık kaybına kadar aktifleştirilmesi sonucu üretilen aktif karbonların yüzey alanı 962 m²/g ve sertliği 103 olmaktadır.

Yerli kaynaklardan üretilen aktif karbonların altın adsorplama özelliklerinin belirlenebilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar sonunda elde edilecek bulgular başka bir yayında sunulacaktır.

4. KAYNAKLAR

BEVIA, FR., RICO, D P., GOMIS, A.F.M, 1984; "Activated Carbon from Almond Shells", Ind.Eng.Chem.Prod. Res. Dev, 23, 266-269.

BRIGGS,P.W.,1983;"Problems Encountered During the Commissioning of the Carbon-in-Pulp Plant at Beisa Mine", Journal of the South African Inst of Mm and Metall., 246-253

CERNY, S., 1970; "Structure of Active Carbon", Active Carbon (ed.) Smisek, M. ve Cerny, S , Elsevier, 49-70.

HASSLER, J.W., 1963, "Manufacture of Activated Carbon", Activated Carbon, Chemical Pub. Company Inc., 171-119.

HASSLER, J.W., 1963; "Historical and Market Review", Activated Carbon, Chemical Pub Company Inc., 1-14.

LAXEN, P.A., BECKER, GSM. ve RUBIN, R., 1979; "Developments in the Application of Carbon-in-Pulp Recovery of Gold from South African Ores", Journal of the South African Inst, of Min. and Metall., 315-325.

Mc DOUGALL, G.J.ve HANDCOCK, R.D.,1980;"Activated Carbons and Gold-A Literature Survey", Minerals Sci.Engng.,2.12, 85-99.Mc DOUGALL, G.J. ve FLEMING, CA., 1980; "Extraction of Precious Metals on Activated Carbon", Ion Exchange and Sorption Processes in Hydrometallurgy, (ed). M. Strest ve D. Naden.

SIMMONS, GL., BLACKMAN, D.L., TRIMBLE, J.W. ve BANNING, J.W., 1985; "Noranda's Carbon-In-Pulp Gold / Silver Operation at Happy Camp, CA", Minerals and Metallurgical Processing, 73-78.

SOLANO, A.L., GONZALEZ, J.D.L., SABIO, MM., ve REINOSO, F.R., 1979; "Active Carbons from Almond Shells as Adsorbents in Gas and Liquid Phases", J. Chem. Tech. Biotechnol., 30,65.72.