

**BİTKİSEL
MATERYALLERDEN ELDE
EDİLEN AKTİF KARBONUN
HİDROJEN DEPOLAMA
KAPASİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

AKTİF KARBON

Aktif karbon ,kimyasal ya da fiziksel aktivasyon yöntemleri ile karbon bakımından zengin organik ve lignoselülozik çok çeşitli hammaddelerden inert atmosfer şartlarında yüksek sıcaklıkta işlenmesiyle elde edilen geniş iç yüzey alanı ve yüksek gözenekliliğe sahip katı bir karbon kütlesidir.Aktif karbonların yapısını kimyasal formülle ifade etmek mümkün değildir.Aktif karbonun bileşiminin %87-97'ini karbon ,kalan kısmını ise hidrojen ,oksijen ,kükürt ve azot elementleri oluşturmaktadır.

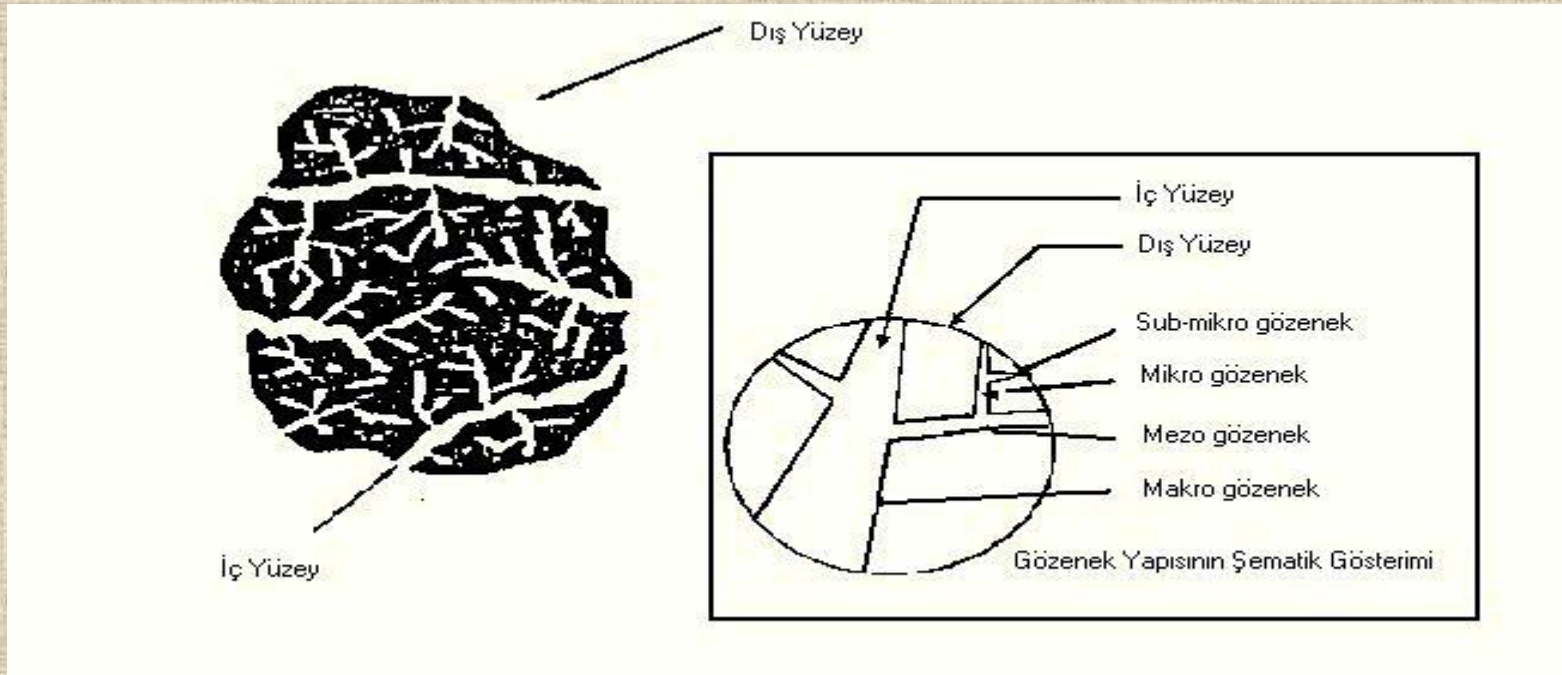
Aktif karbonun yapısı tam olarak aydınlatılamamakla birlikte grafitin yapısına oldukça benzediği düşünülmektedir.Aktif karbonun grafite benzeyen mikro kristalin yapısında bulunan tabakalar arası uzaklığı yaklaşık 3,0-3,5 Angstrom aralığındadır.Bu tabakalar hegzagonal düzlemde grafitten farklı olarak gelişigüzel olarak konumlanmaktadır.Aktif karbonun yapısındaki bu düzensizlik hidrojen ve oksijen atomlarının varlığından kaynaklanmaktadır ve bu atomların varlığı yapıda bir boşluğa sebep olmaktadır.Ayrıca aktif karbonun iyi bir adsorbent olmasının ve adsorpsiyon materyali olarak sıklıkla kullanılmasının temelini de bu gözenekli kafes yapısının varlığı oluşturmaktadır.

Herhangi bir aktif karbon partikülünde farklı boyutlara sahip gözenekler bulunur. IUPAC'a göre gözenekler şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

Yarı çapı 1 nm'den küçük olan gözenekler mikro gözenekler,

Yarı çapı 1-25 nm arasında olanlar mezo gözenekler ,

Yarı çapı 25 nm'den büyük olanlar makro gözenekler olarak adlandırılmaktadır.



AKTİF KARBONUN KULLANIM ALANLARI

Her katı madde aynı zamanda bir adsorban olarak düşünülebilir. Fakat aktif karbon ,yüksek yüzey alanı ve zengin gözenek yapısından dolayı mevcut adsorbanlar içerisinde en ilginçidir. Endüstrinin farklı alanlarında ,çeşitli amaçlar için aktif karbonlar kullanılmaktadır. Aktif karbon ,istenmeyen tat ,renk ve kokuları giderme özelliğine sahip olmasının yanı sıra organik ve inorganik kirlilikleri adsorplama özelliğinden dolayı su arıtımında yaygın olarak kullanılmakta ve oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Gazların arıtımı ve saflaştırılmasında ,gıda endüstrisindeki saflaştırma işlemlerinde ,karışımların ayrılmasında ,savunma sanayisinde koruyucu kıyafet üretiminde ve sağlık sektöründe oldukça geniş bir alanda aktif karbon kullanılmaktadır. Kısaca günlük hayatta çeşitli amaçlar için kullandığımız aktif karbon vazgeçilmez bir adsorbenttir.

AKTİF KARBON ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAM MADDELER

Aktif karbon sentez çalışmalarındaki temel amaç uygun hammadde ,uygun aktifleştirme yöntemi ,uygun aktifleyici kimyasal madde ve reaksiyon parametrelerinin seçimini yaparak kontrollü bir şekilde maksimum gözenek ve yüzey kimyası sağlamak ve ayrıca kimyasal ve termal aktivasyon kimyasını ve mekanizmasını öğrenmektir.

Aktif karbon ,karbon içeriğine sahip kömürden hindistan cevizi kabuğuna ,meyve çekirdeğinden fındık kabuğuna kadar çeşitli malzemelerden üretilebilmektedir.Kullanılacak hammadde için bir sınırlama olmamasına rağmen ,düşük inorganik ,yüksek karbon içeriğine sahip ucuz hammaddeler ,aktif karbon üretimi için tercih edilmektedir.

Aktif karbonlar kömür ve selülozik maddeler gibi çeşitli materyallerden hazırlanır.Aktif karbonların hazırlanması için tarımsal ürünlerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır.Bu tarımsal ürünler arzu edilen kullanım için oldukça ucuzdur.Ayrıca bu tarımsal ürünlerden elde edilen aktif karbonların yüzey alanlarınının yüksek olması aktif karbonların üretilmesinde ham materyal olarak seçilmesinde oldukça etkili bir faktör olmuştur.

AKTİF KARBON ÜRETİMİ

Atık ham bitkisel materyaller aktif karbona dönüştürülürken çeşitli aşamalardan geçirilirler. Bu aşamalarda amaç bitkisel materyalde var olan karbon iskeletinin ortaya çıkarılması ve eğer varsa ham materyalin yapısındaki diğer karbon içermeyen yapıların karbon iskeletinden uzaklaştırılmasıdır. Bir diğer aşama ise ,porozitesinin yükseltilmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda ham materyal önce aktivasyon işlemine tabi tutulur. Aktivasyon işleminde yapı parçalanarak karbon iskeletinin ortaya çıkması sağlanıp ,daha sonra karbonizasyon ile porların genişletilmesi gerçekleştirilir. Aktivasyon işlemi iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

➔ Fiziksel Aktivasyon

➔ Kimyasal Aktivasyon

FİZİKSEL AKTİVASYON

Fiziksel aktivasyon ,başlangıç maddesinin ısıl bozunması(karbonizasyon) ve karbonize yapının aktivasyonu olmak üzere birbirini takip eden iki kademedен oluşur.Karbonizasyon esnasında inert bir ortamda oksijen ve hidrojenin hammaddeden uzaklaştırılmasıyla gözenekli bir yapıya sahip karbon iskeleti üretilmiş olur.Aktivasyon işleminde ,karbonizasyon süresinde oluşmuş olan gözeneklerin hacmi ve yarıçapı artar ve yeni gözenekler oluşur.

KİMYASAL AKTİVASYON

Bu yöntemde karbon ,karbonlu yapıdan hidrojen ve oksijenin çoğunluğunu gideren dehidrate edici bir ajanla yüksek sıcaklıklarda reaksiyona girer.Bu yöntem sıklıkla karbonizasyon ve aktivasyon basamaklarını birleştirir ,ancak bu iki basamak prosese bağlı olarak ayrı ayrı gerçekleşebilir.Kimyasal yöntem ,karbon ham maddesini kimyasal olarak aktive etmek için $ZnCl_2$, $CaCl_2$, H_3PO_4 , H_2SO_4 , $MgCl_2$, KOH , K_2CO_3 ,gibi inorganik bir ajanın kullanımını içerir.

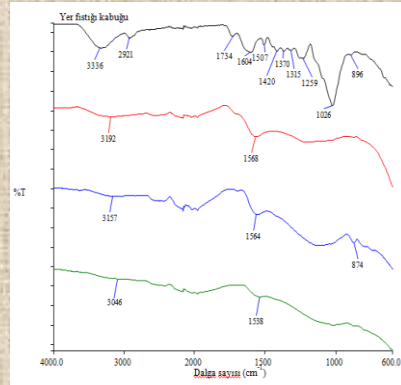
AKTİF KARBONUN KARAKTERİZASYONU

Sentezlenen aktif karbon örnekleri ,BET yüzey alanı,elementel analiz,SEM ve FTIR-ATR cihazları kullanılarak karakterize edilir.Aktif karbon malzemelerin karakterizasyonunda malzemelerin kimyasal yapısı ve fonksiyonel grupları hakkında bilgi sahibi olmak için IR analizleri,yüzey alanı ve gözenek özelliklerinin incelenmesi için BET yüzey alanı tayini ,yüzey özellikleri ve küresel veya gözenekli yapının tayini için SEM analizleri oldukça önemlidir

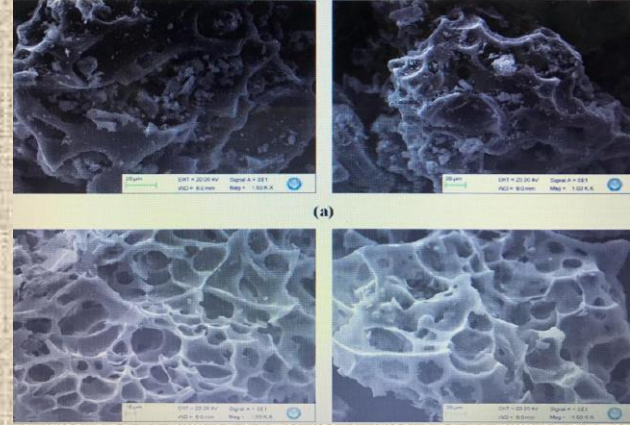
BET YÜZEY ALANI TAYİNİ



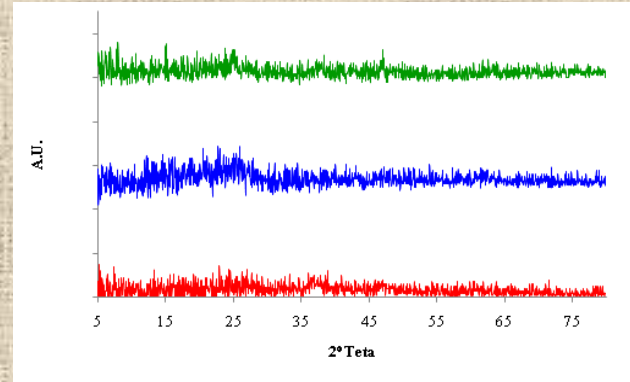
FTIR-ATR



SEM



XRD



BET YÜZEY ALANI TAYİNİ

Granül ya da toz halindeki katı numunelerin yüzey alanı ,üzerine tabaka halinde adsorplanan gaz miktarı ölçülerek bulunmaktadır.BET yüzey alanı tayini ile karbon türevi malzemelerin iç yüzey alanı azot gazı akışı altında ölçülerek sonucu metrekare/g cinsinden belirtilmektedir.

FTIR-ATR

Kızılötesi spektroskopiden (IR) yararlanarak uygulanan Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi yöntemi ,arayüzeylerde ,kolloidlerde ,agregalarda ve bimoleküler filmlerde bulunan moleküllerin yapısını ,fonksiyonel gruplarını ,yapıların bağ şekillerini ve yerleşim düzenini belirlemek amacı ile birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır.Bu yöntem ile karbon türevi malzemelerin yapısal değişimi fonksiyonel grup piklerinin yardımıyla aydınlatılabilmektedir.

XRD

XRD ,ultraviyole ışından daha kuvvetli ve gamma ışınından daha zayıf enerjili X ışını kullanarak yapılan bir analiz tekniğidir.Bu yöntem kullanılarak numunenin kristal yapısı ,uzay grubu simetrisi ,birim hücre parametreleri ,kimyasal kompozisyon ve fiziksel özellikleri hakkında nitel ve nicel olarak bilgi edinilebilmektedir.

SEM

Genel olarak topografi ,morfoloji ,şekil ,boyut ,bileşim ve kristalografik bilgi amaçlı kullanılırlar.Taramalı Elektron Mikroskopu yüksek çözünürlüklü resim oluşturmak için vakum ortamında oluşturulan ve aynı ortamda elektromagnetik lenslerle inceltelen elektron demeti ile incelenerek malzemeyi analiz etme imkanı sunar.

HİDROJEN

Sadece bir proton ve elektrondan oluşan en basit konfigürasyona sahip hidrojen ,evrendeki atomların %90'ından fazlasını ve toplam kütlenin dörtte üçünü oluşturmaktadır.Yeryüzünde gaz olarak çok az bulunmasına rağmen diğer elementler ile bileşik yapmaktadır.Oksijen ile su formunu oluşturmakta ve okyanus ,göl ,nehirlerde yüksek oranda ; ayrıca petrol ,doğal gaz ve metanol gibi birçok organik maddelerde de bulunmaktadır.

Hidrojen birçok önemli özelliklere sahiptir.Bunlardan bazıları yenilenebilir olması ,farklı enerji türlerine dönüştürülebilmesi ,yanma ürünün atığının su olması ,çevre dostu bir yakıt olması ,karbon içermemesi ,ekonomik ve hafif olmasıdır.Bu özelliklerinden dolayı hidrojen gelecekte fosil yakıtlarının yerini alabilecek en önemli enerji taşıyıcısıdır.

HİDROJENİN DEPOLANMASI

Mevcut yakıtlar içerisinde kalorisi en yüksek yakıt olan hidrojenin hafifliğinden dolayı taşınması ve depolanması ile ilgili problemler ,hidrojen enerjisine geçişteki en önemli engeller olarak varlıklarını sürdürmektedirler.

Hidrojen depolama genel olarak üç şekilde yapılabilir ;

- ➔ Basınçlı tankta sıkıştırılmış gaz halinde depolama ,
- ➔ Sıvılaştırılmış halde özel izolasyonlu tanklarda depolama ,
- ➔ Özel katı maddeler içinde adsorplanılarak depolanmaktadır.

Her ne kadar hidrojenin gaz veya sıvı fazda saklanması ,taşınması veya kullanımı mümkünse de gaz fazında saklama veya kullanıma çok büyük hacimler ve sıvı olarak depolama ise hem çok yüksek basınç hem de yüksek maliyet gerektirmektedir.Bu nedenle en emniyetli ve ucuz depolama yöntemi olarak hidrojenin katı maddeler içerisinde depolanması ve taşınması ,bütün bu sakıncaları bertaraf ettiği gibi yangın ,kaza gibi tehlikeli durumlarda hidrojenin patlama tehlikesi de ortadan kaldırmaktadır.Hidrojen metal hidrürler ,organo-metal yapıllı bileşikler ,zeolitler ,karbon türevleri gibi katı maddelerde depolanabilmektedir.Bu adsorbentler içinde gözenekli yapısı ve yüksek yüzey alanından dolayı aktif karbonun en uygun depolama malzemesi olduğu söylenebilir.

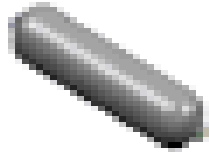
Hidrojen Depolama

Fiziksel depolama

Kimyasal depolama

Sıkıştırılmış gaz

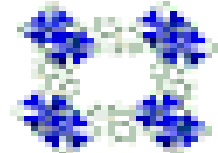
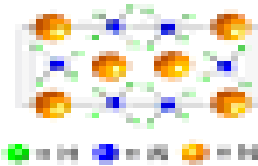
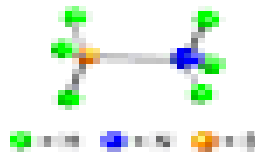
Sıvı hidrojen



Kimyasal hidrojenler

Metal hidrojenler

Adsorbenler



HİDROJEN DEPOLAMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ

Aktif karbon yüksek gözenekliliğe sahip bir malzeme olduğundan hidrojen bu yapının boşluklarındaki yüzeylerine fiziksel olarak zayıf Van der Waals bağları ile tutunur.Yapısına adsorbe olan hidrojeni bırakan ve benzer etkilerle hidrojeni yapısına tekrar alan bu malzemelerin hidrojen depolama kapasitesi sıcaklık ve basınç değişimi ile belirlenmektedir.Katı formunda hidrojen depolayan malzemelerin hidrojen depolama özelliklerini incelemek için kütlelesel hidrojen depolama ve hacimsel hidrojen depolama olmak üzere bilinen iki yöntem vardır.

HİDROJEN DEPOLAMADA AKTİF KARBON KULLANIMI

Hidrojen depolamada aktif karbonun kullanımıyla ilgili yapılan ilk çalışmalardan biri Kidney ve Hiza tarafından gerçekleştirilmiştir. Hindistan cevizi kabuğundan elde edilen aktif karbon örneğinin 76 K sıcaklıkta ve farklı basınçlar altında hidrojen adsorpsiyon izotermi belirlenmiş ve 25 atm'de 20.2 g hidrojenin 1000g aktif karbon tarafından adsorplandığı ortaya konmuştur.

Hidrojenin kriyojenik sıcaklıklarda aktif karbon tarafından ekonomik bir biçimde depolanabileceğini inceleyen ilk araştırmacılar ,Carpetis ve Peshka'dır.Yapmış oldukları çalışmada farklı türlerdeki yüksek yüzey alanına sahip aktif karbon örneklerinde farklı sıcaklık ve basınçlarda hidrojen adsorpsiyon izotermi elde etmişler ve en yüksek hidrojen adsorpsiyon değerinin ,F12/350 isimindeki aktif karbon örneği için (41.5 atm ve 65 K' de) %5.2 (ağırlıkça) olduğunu belirlemişler.Daha yüksek ve daha fazla gözenek yapısına sahip karbon içeren malzemelerin daha yoğun karbon içeren malzemelere göre daha çok hidrojeni adsorbe ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

HAZIRLAYAN:

FATMA NUR

YALÇINKAYA

201610105005

DANIŞMAN: Prof. Dr. YASEMİN TURHAN