



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ZEHİRLİ GAZLARI VE AYNI ZAMANDA HAVADAKİ
PARTİKÜLLERİ SÜZEN AKTİF KARBONLU FİLTRE MALZEMESİNİN
İMALAT SÜRECİ VE KULLANIM ALANLARI**

BİLGEHAN HAKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
ŞUBAT-2010**

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZEHİRLİ GAZLARI VE AYNI ZAMANDA HAVADAKİ
PARTİKÜLLERİ SÜZEN AKTİF KARBONLU FİLTRE MALZEMESİNİN
İMALAT SÜRECİ VE KULLANIM ALANLARI**

BİLGEHAN HAKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Hakan YAVUZ danışmanlığında hazırlanan bu tez 29/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Hakan YAVUZ Yrd.Doç.Dr. Selçuk MISTIKOĞLU Yrd.Doç.Dr. Ersin ÖZDEMİR
Başkan Üye Üye

Bu tez Enstitümüz Makina Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Bünyamin YILDIZ
Enstitü Müdürü V.

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Aktif Karbon	5
2.2. Adsorbsiyon	12
2.3. Aktif Karbon ticari ürün formları.....	14
2.4. Aktif Karbon Ürünlerin Kullanım Alanları.....	15
2.5. Kirlilik sebepleri ve etkileri.....	21
2.6. Araç kabinlerini kirleten etkenler.....	22
2.7. Filtre Özellikleri	23
2.8. Klima Filtre Çeşitleri.....	24
2.9. Filtrasyon Mekanizmaları	29
2.10. Polen Filtre Değişim Süresi ve Etkileri.....	34
2.11. Aktif Karbon Filtrenin Değişik Toksik Etkenler üzerine Filtreleme Etkisi	35
2.12. Aktif Karbonun Hammadde İmalat Sürecinin Filtre Performansına Etkisi	35
2.13. Aktif Karbon Seçimi	36
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
3.1. Materyal	39
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Alt Taşıyıcı Kumaş.....	42
3.2.2. Üst Kumaş	43
3.2.3. Yapıştırıcılar	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR	58

TEŞEKKÜR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60
EKLER	61
EK 1: Aktif Karbon Filtrenin Mükemmel Oranda Filtre Edebildiği Kimyasallar	62
EK 2: Aktif Karbon Filtrenin İyi Oranda Filtre Edebildiği Kimyasallar	63
EK 3 - AKTİF KARBONUN FİLTRELEME ÖZELLİKLERİ.....	64
EK 4. Geliştirilen İmalat Metodunu Gerçekştiren Üretim Sistemi	71
EK 5-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	72
EK 5-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	73
EK 6-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	74
EK 6-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	75
EK 7-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	76
EK 7-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU.....	77

ÖZET**ZEHİRLİ GAZLARI VE AYNI ZAMANDA HAVADAKİ PARTİKÜLLERİ
SÜZEN AKTİF KARBONLU FİLTRE MALZEMESİNİN İMALAT SÜRECİ VE
KULLANIM ALANLARI**

Aktif karbon teknik özellikleri ile filtreleme işlemine uygun nitelikler taşımaktadır. Bir gram aktif karbonun yüzey alanı 600 ile 1500 metre kare civarındadır. Bu bir gramlık bir partikül için inanılmaz ölçülerde bir yüzey alanıdır. Aktif karbonun bu özelliği onu süper filtrelerin süper malzemesi yapmaktadır.

Aktif karbon filtreleme ülkemizde daha yeni yaygınlaşmaktadır. Bu ürünün standart filtre tiplerine ve özelliklerine göre oldukça önemli farkları ve sağladığı avantajları bulunmaktadır. Bu farklılık temelde aktif karbon yüzey alanı ve içyapısından kaynaklanmaktadır. Aktif karbon birçok kimyasal katı, sıvı ve gaz formunda maddeyi süzebilmektedir. Bunun sonucunda da aktif karbon mükemmel yakın bir filtreleme elemanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tez çalışması aktif karbonun tarihçesi ile başlamaktadır. Yapılan çalışma ile aktif karbon malzemenin tanıtımı yapılmış, filtreleme mekanizmasının detayları verilmiş ve uygulama alanlarını sunulmuştur. Ülkemizde aktif karbonun kullanımı henüz yaygınlaşmamış ve ürün çeşitliliği hala sınırlı kalmıştır. Bunun sebebi söz konusu ürünlerin maliyeti ve ilgili alandaki bilgi eksikliğidir. Bu tez bu iki sorunun çözümüne yönelik hazırlanmıştır. Bunlardan imalat kısmı için yüksek performanslı düşük maliyetli lamine filtre üretimi ele alınmış ve yenilikler tanıtılmıştır. İkincisi ise, bu alanda yapılan Türkçe kaynak çalışmalarına temel oluşturacak önemli bir bilgi paketi olarak gerekli hemen tüm detaylar okuyucuya sağlamıştır.

2010, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: aktif karbon, filtreleme esasları, filtre mekanizmaları, imalat yöntemleri

ABSTRACT**MANUFACTURING PROCESS AND USE OF ACTIVATED CARBON FILTERS TO ELIMINATE TOXIC GAS AND OTHER HARMFUL PARTICULES IN AIR**

Activated carbon has some technical features that are very much suited to filtration processes. A gram of activated carbon has a surface area of 600 to 1500 square meter. This is an enormous amount of surface area for a particle in mass of a gram. This feature of activated carbon makes it a super material for super filters.

Activated carbon filtration technique is quite new for our country. Activated carbon based filtration technique has some outstanding advantages over standard filtration techniques. This advantage is gained mainly due to the internal structure of the activated carbon itself. The activated carbon type filters adsorbs various types of chemical, organic or inorganic contaminations or particles in solid, liquid or gas forms. As a result of this, one can see activated carbon filters as almost perfect filtering agent.

The thesis presents some historical background on activated carbon materials and their uses, detailed information on filtration mechanism and also details on the areas application. In our country, the use and the area of application of activated carbon has been very much limited. This is mainly due to economical and lack of information related issues. This thesis addresses both issues. Former one is about manufacturing of cost effective high performance filters and this thesis provides details of high performance laminar activated carbon filter. Secondly, the thesis provides the long needed details of activated carbon filters in Turkish.

2010, 86 pages

Keywords: Activated carbon, filtration fundamentals, filtration mechanisms, manufacturing processes

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Δp	Basıncın azalması
C	Malzeme ve element sabiti
V	Hava akışı
A	Filtrasyon Alanı
α	1-2 arası değişen sabit bir sayı
E	Enerji
A/C	Havalandırma – iklimlendirme sistemi (Air Conditioner)
μ	Milimetrenin binde birine karşılık gelen boyut
NBC	Nükleer, Biyolojik ve Kimyasal (Nuclear, Biologic and Chemical)
IUPAC	Uluslar arası Saf ve Uygulamalı Kimya Birliği (International Union of Pure and Applied Chemistry)
TEM	Taramalı Elektron Mikroskobu

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek yapısı özellikleri.....	11
Çizelge 2.2. Aktif Karbon ve gözenek boyutları.....	11
Çizelge 2.3. Düz klima filtre özellikleri.....	27
Çizelge 2.4. Aktif karbonlu klima filtre özellikleri.....	28
Çizelge 4.1. Aktif karbon filtrenin bazı kimyasalları filtreleme etkisi	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Aktif karbon	5
Şekil 2.2. Hindistan cevizi kabuğundan aktif karbon üretimi	8
Şekil 2.3. Aktif karbonun yarı mamül formu	8
Şekil 2.4. Aktif karbon yapısının boyutlarına göre gözenek sınıflandırması.....	9
Şekil 2.5. Aktif karbon gözenek yapısı ve partikül tutma özellikleri.....	9
Şekil 2.6. Aktif karbonun TEM ile elde edilen gözenek yapısını belirtir görüntüsü	10
Şekil 2. 7. Aktif karbon ticari formları.....	15
Şekil 2.8. Aktif karbonlu araç havalandırma filtresi	23
Şekil 2.9. Aktif karbon taneciklerin gözenek yapısı	26
Şekil 2.10. Düz klima filtre görünümü	26
Şekil 2.11. Aktif karbonlu klima filtre görünümü	28
Şekil 2.12. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin çarpışması.....	30
Şekil 2.13. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin adhezyonu	31
Şekil 2.14. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin difüzyonu	31
Şekil 2.15. Klima filtrelerindeki kıvrımlar arası mesafe ile basıncın değişimi.....	32
Şekil 2.16. Gözenek çapı ve adsorpsiyon potansiyel enerji (E) değişimi	34
Şekil 2.17. İyodin numarasının karbon aktifleştirme sıcaklığı ile değişimi.....	36
Şekil 2.18. Aktif Karbon iç yapısı.....	37
Şekil 2.19. Aktif karbon kanal yapısı.....	38
Şekil 3.1. Lamine aktif karbon filtre yapısı.....	40
Şekil 3.2. Geliştirilen aktif filtre laminasyon sisteminin şematik görünümü.....	46
Şekil 4.1. Lamine levha formu verilmiş aktif karbon yarı mamul	50
Şekil 4.2. Aktif karbon filtrenin koku ve ekzost atıkları ile duman filtreleme etkisi.....	53

1.GİRİŞ

Günümüzde insan hayatını devam ettirebilmesi için gerekli olan soluduğumuz havaya her geçen gün çeşitli sebeplerle (Sanayi atıkları, ısınma, ulaşım, kimyasal buharlaşma, enerji santralleri vs.) zehirli gazlar karışmakta ve hızla kirlenmektedir. Özellikle sıkışan trafikte bekleyen araçlarda bulunan yolcuların maruz kaldığı durum bunlardan sadece birisi olarak değerlendirilebilir. Genellikle, yoğunlaşan ekzost gazları bu kirliliğe sebep olurken, benzer özellikte sorunlu şartlar birçok durumda sanayide çeşitli imalatlar sırasında ya da bacadan atılan baca gazı atıkları ile de oluşabilmektedir.

Aktif karbon malzeme olarak toksik etki gösteren ve kansere sebep olduğu bilinen bu maddeleri süzme özelliği ile solunan havanın temizlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple, aktif karbon günümüzde önemli bir materyal haline gelmiştir. Bu çalışmada aktif karbon kullanarak yapılabilecek bir ürünle, hem partikülleri süzme görevini, hem de zehirli gazların absorbe edilebilmesini sağlayacak bir malzemenin imalat sürecini ve kullanım alanlarını incelenmiştir.

Karbon yeryüzündeki en çok bileşik yapan elementtir. Karbon tüm organik bileşiklerde temel yapı taşlarının oluşumunu sağlar. Aktif karbon üretiminde birçok organik hammadde kullanılır. Aktif karbon imalatında tercih edilen hammaddeler ve üretim yöntemi ilgili kullanım alanı, prosesin yapısı, ortamdaki uzaklaştırılacak istenmeyen maddelerin özellikleri, maliyet unsurları faktörlerine göre tercih edilir (Bandosz, 2006; Bansal ve Goyal, 2005). Üretim yöntemi temel olarak buharla aktifleştirilmiş veya kimyasal olarak aktifleştirme olarak ikiye ayrılabilir. Hammadde seçiminde ise orman yangını ve selüloz artıklarından, odundan, meyve çekirdeklerine, kömür veya hayvansal kökenli kan veya serumlarından elde edilir (Lartey ve Acquah, 1999). Burada seçim tamamen kullanım yeri ile ilgilidir. Fiyatlar arasındaki büyük farklılıklara rağmen kömürden elde edilen aktif karbonun kandan elde edilen aktif karbona herhangi bir üstünlüğü yoktur. Burada seçim tamamen kullanım yeri ile belirlenir.

Aktif karbon üretimini hindistan cevizi kabuğu, odun ve kömüre dayalı yapmaktadır. Özenle seçilen hammaddeler ön bir işlemden geçirilip aktivasyona hazır hale getirilir. Üretim yani aktivasyon işlemleri el değmeden yerine getirilip ciddi bir laboratuvar kontrolünden geçtikten sonra kullanıma sunulur. Yapılan aktivasyon işlemleri sonucunda moleküler boyutları ve gözeneklerinin dizilişi ile güçlü bir

adsorbant elde edilir. Bir elektron mikroskobu ile izlendiğinde gözenek gelişimi açıkça görülebilir. Uyandırdığı izlenim bir banyo süngeri gibidir. Küçük hacimde olmasına karşılık, gözeneklerin bu yüksek konsantrasyonu şaşılacak bir alana sahiptir. Örnekleme gerekirse bir çay kaşığı kadar AKTİF KARBON un iç yüzeyi yaklaşık bir futbol sahasının alanına sahiptir ki buda çok yüksek adsorbsiyon özelliğini açıklar. Aktive edilmiş karbon (800-1600 m²/gr BET N₂) değerlerini taşır. Bu çok geniş iç alan, aktif karbonun yegâne yeteneğinin, bileşiklerin geniş bir kısmının hem gaz hem de sıvı fazdan adsorbe etmek olduğu sonucunu verir. Hedef bileşik, aktif karbonla temas ettirilir ve iç gözenek yapısına nüfuz eder. Aktif karbonun iç yüzey alanı, bileşiği gözenek yapısına hapseden zayıf Van der Walls kuvvetlerini gösterir.

Aktif karbon; havada bulunan ve insan sağlığı için tehlike oluşturan, sülfür dioksit, nitrojen dioksit, bütan, tolüen gazlarını % 90'ın üzerinde emme özelliğine sahip, ana hammaddesi Hindistan cevizi kabuğu veya kömür olan bir malzemedir. Bu malzemenin imalat şekli ve hammaddesi bilinmekle birlikte bu malzemeye eklenen çeşitli kimyasallarla gaz emme özelliği farklılaştırılabilmektedir. Eklenebilen bu kimyasalların ne olduğu ve uygulamadaki sonuçları büyük firmalar tarafından teknolojik bir sır olarak tutulmakta ve tedarikçileri ile de gizlilik anlaşmaları yapmaktadırlar. Bu konuda araştırma yapılmış olmasına rağmen net sonuçlara ulaşamadığından çalışmanın hammaddeden itibaren incelemeye almak yerine, aktif karbon ara mamulden itibaren incelemeye alınmıştır.

Bu çalışma ile özellikle ülkemizde henüz başlangıç aşamasında olan çalışmalara katkı yapılması planlanmaktadır. Bu amaçla, sunulan çalışma aktif karbon filtre sistemlerinin tanıtımı kullanım alanları ve imalat yöntemleri de dâhil olmak üzere söz konusu sistemlere ait detaylı bilgi de sunmaktadır. Bu amaçla ilgili kısımlar geniş bir ölçekte önceki çalışmalar kısmında ele alınmıştır. Ancak, yapılan çalışma tüm aktif karbon filtre sistemlerinin incelemesi yerine genel bir girişten sonra araçlarda hava filtreleme işlemlerinde kullanılan aktif karbon filtrelemlere yoğunlaşmaktadır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde önceki çalışmalar kısmında aktif karbon yarı mamul özellikleri, bunların kullanım alanları ve toksik gaz ve partikülleri tutucu özellikleri ele alınmıştır. Tezin üçüncü bölümünde ise, geliştirilen imalat tekniği sunulmuştur. Tez çalışmasının dördüncü bölümünde ise geliştirilen sistemle ve imalat metodu ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Geliştirilen imalat metodunun

geleneksel metotlara üstünlükleri ele alınmış ve sonuçları irdelenmiştir. Ulaşılan sonuçlar, aktif karbon filtrelerin performanslarını ortaya koyduğu ve gerekliliklerini ispatladıkları gibi, aynı zamanda sağladığı maliyet düşüşü ile geliştirilen imalat metodunun üstünlüklerini ortaya koymaktadır. Tez çalışmasının son kısmında ise, elde edilen sonuçlarla geliştirilen imalat metodunun üstünlükleri sıralanmış ve çalışmanın sonuçları oluşturulmuştur.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Aktif karbon filtre sistemlerine ait çalışmalar büyük oranda ticari sır niteliğinde yürütülmektedir. Söz konusu gizliliğin sebebi, yapılan çalışmaların teknolojik yanından ziyade ticari kaygılardan kaynaklanmaktadır. Bu ticari kaygılar ise teknolojiyi geliştiren kurum ve kuruluşların bu konuda herkese açık dünya çapında fayda yerine şirkete özel karlılık görüşüdür. Detayları firmalarca büyük oranda saklanan bir konu olmakla beraber, ilgili ürünlerin hali hazırda bazı alanlarda yaygın kullanıma geçtiği görülmektedir. Özellikle yaygın kullanıma geçmesinde en önemli etken, söz konusu sistemlerin sıkışık trafik ortamında aracında trafiğin açılmasını bekleyen yolcu ve sörörlerin ortamda bulunan ve detayları ileriki kısımlarda tartışılacak olan zararlı gazlara karşı koruması ve en az seviyede maruz kalmalarını sağlayıp, bu gazları büyük oranda tutmasıdır. Bu durumda, trafikte maruz kalınılan toksik madde miktarındaki azalma hatta büyük oranda elimine edilmesi, sağlık açısından önemli avantajlara sebep olmaktadır.

Aktif karbonun endüstriyel anlamda ürün olarak değerlendirilmesi, üretimi ve kullanımı 1900'lü yıllarda başlamıştır. 1900' lü yılların başında, şu anki aktif karbon üretiminin temelini oluşturan patentler yayınlanmıştır (Bandosz, 2006). Bu patentler, bugün bile hala geçerli olan aktif karbon üretiminin iki temel prensibini açıklamaktadır. Bunlar kimyasal aktivasyon ve gaz aktivasyonudur. 1920 yılından sonra, ilk olarak, aktif kömür su arıtılmasında kullanılmaya başlanmış, fakat yaygın bir kullanım sağlanamamıştır (Bandosz, 2006). Ancak, 1927 yılında Almanya'da içme suyundaki klorofenol kokusu büyük problem yarattığından, şehir suyunun hazırlanması sırasında aktif karbon kullanımı da büyük önem kazanmıştır. Aktif karbon, 1929 yılında Hamm Water Works'da granüler formda, bundan bağımsız olarak 1930'da Harrison tarafından Michigan Bay City'de, yine 1929 yılında Spalding tarafından içme suyundaki kokuların uzaklaştırılması amacıyla toz halinde kullanılmıştır (Bandosz, 2006). 1932 yılına gelindiğinde Amerika'da 400 fabrika, 1943 yılında ise yaklaşık 1200 fabrika istenmeyen kokuların kontrolünde aktif karbonu kullanmıştır (Bandosz, 2006).

Aktif karbonun insanlık tarafından kullanımının ise tarihi sanılan aksine çok eskilere dayanır. Milattan önce 1500 lü yıllarda yasıldığı sanılan Mısır Uygarlığına ait papirüslerde aktif karbonun tıbbi amaçlarla kullanıldığının yazıldığı belirlenmiştir

(Choromanski, 2004; Bandosz, 2006). Hippocratin çalışmalarında da aktif karbon tanımına karşılık gelen malzemelerin filtreleme ve saflaştırma işlemlerinde kullanıldığını yazıldığı görülmüştür (Choromanski, 2004; Bandosz, 2006). On sekizinci yüzyılda, aktif karbon malzemeler batıda sıvı saflaştırma işlemlerinde kullanılmıştır. Özellikle yirminci yüzyılda, içme suyu filtreleme işlemlerinde aktif karbon kullanımı kayıtlarda yer almaktadır. Ancak, asıl üretim rakamlarında artışın olduğu dönem birinci dünya savaşı yılları ve gaz maskelerinde kullanımındır (Choromanski, 2004; Bandosz, 2006).

Aktif karbon, büyük kristal formu ve oldukça geniş iç gözenek yapısı ile karbonlu adsorbanlar ailesini tanımlamada kullanılan genel bir terimdir. Aktif karbonlar, insan sağlığına zararsız, kullanışlı ürünler olup, oldukça yüksek bir gözenekliliğe ve iç yüzey alanına sahiptirler. Aktif karbonlar, çözültideki molekül ve iyonları gözenekleri vasıtasıyla iç yüzeylerine doğru çekebilirler ve bu yüzden adsorban olarak adlandırılırlar.

2.1. Aktif Karbon

Aktif karbon fiziksel özellikleri farklı malzemedir. Bu farklılık, malzemenin filtreleme işlemine uygunluğunu sağlayan partikül tutuculuğu ve yüksek oranda gözenekli yapısıdır. Gözenekli yapısı sebebi ile bilinen tüm malzemelerden çok daha geniş bir yüzey alanına sahiptir. Yüzey alanı 500 ile 1500 m² /gr civarındadır (Anonymous, 2009a). Bu yüzey alanı mikro, mezo ve makro gözeneklerden oluşmaktadır (Anonymous, 2009a). Şekil 2.1'de aktif karbonun granül ve kütük formları verilmiştir.



Şekil 2.1. Aktif karbon

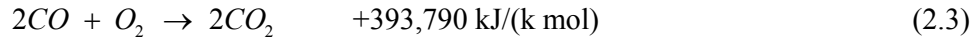
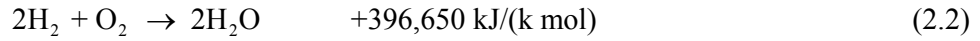
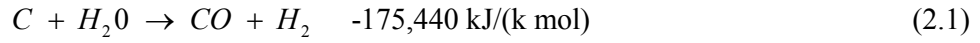
Aktif karbon kaynakları eldesinde genellikle bioatık, odun ve Hindistan cevizi kabuğu kullanılmaktadır. Aktif karbon eldesi ile ilgili detaylar net olmamakla beraber bazı kaynaklarda (Anonymous2, 2009a) birkaç tarif verilmektedir. Bunlardan ilki kömür formuna getirilen hammaddeden uçucu içerikli olanlarının ısı ile uzaklaştırılması ile eldesi olarak verilmiştir. Bu teknik genellikle turba ve odun temel kaynaklı çığ materyallerin aktivasyonu için kullanılır. Çığ materyal çinko klorür, fosforik asit veya potasyum hidroksit ile doyurulur. Daha sonra karbonu aktive etmek için 500-800 °C sıcaklığa kadar ısıtılır. Aktive edilen karbon yıkanır, kurutulur ve öğütülerek toz haline getirilir. Kimyasal aktivasyon sonucu oluşturulan aktif karbonlar, genellikle büyük moleküllerin adsorpsiyonu için kullanılırlar ve oldukça geniş gözenek yapısı sergilerler.

İkinci metot ise, kömür formuna getirilen hammaddeye buhar veya asit uygulaması ile şeklinde tarif edilmektedir. Bu aktivasyon tekniği genellikle kömür ve meyve kabuklarının aktivasyonunda kullanılır. Kömürün aktifleştirilmesi işlemi 800 ile 1100 °C civarına ısıtılan kömüre 8 ile 12 dakika arası buhar uygulaması şeklinde verilmiştir (Anonymous, 2009b).

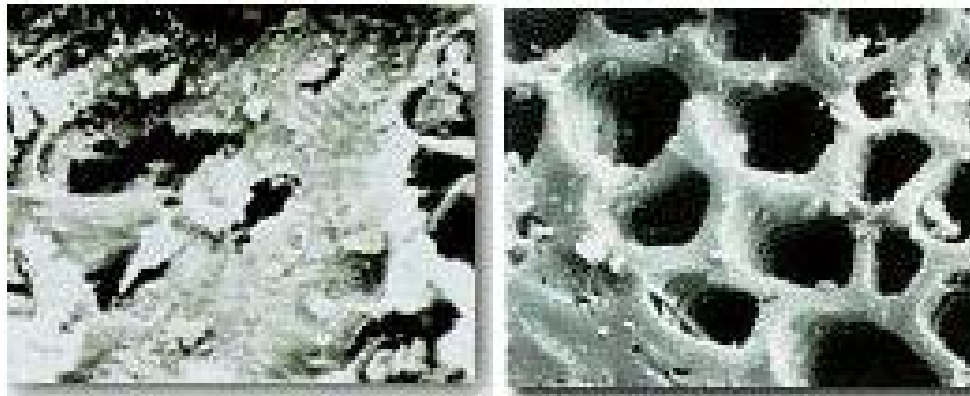
Asit uygulamasında ise, çığ materyal öncelikle karbonizasyon olarak adlandırılan ısı ile bir işleme tabi tutulur. Bu işlem gözenekleri küçük olan karbonlu bir ürün oluşmasına yardımcı olur. Daha sonra bir inert gaz atmosferinde ve 800-1100°C sıcaklık aralığında aktivasyon işlemi gerçekleştirilir. Böylece, başlangıçta karbonizasyon ile oluşturulan ara materyal, aşağıda verilen su-gaz reaksiyonu ile gaz fazına dönüştürülerek mevcut gözenekler genişletilir ve sayıları artırılır.

Kaliteli bir aktif karbonun en belirgin özelliği daha önce de belirtilen gözenekli yapısıdır. Bu tutucu ve filtreleyici özellikteki yapı kalite ölçümlerinde tespit edilen en önemli özelliktir. Bu ölçümlerde gözenekli yapının ölçümü bu yapının oluşturduğu yüzey alanı dikkate alınarak incelenir. Bu amaçla, genellikle nitrojen adsorpsiyonuna dayalı testler (BET metodu) yapılır (Anonymous, 2009a). Bir başka test ise iyodin numarası testidir. İyodin numarası testi, solusyon halinde adsorbe edilen iyodin miktarı olarak tarif edilmektedir (Anonymous, 2009a). Burada, Miligram iyodininin miligram aktif karbon için durumuna bakılır. Bu durumda elde edilen iyodine numarası yaklaşık olarak aktif karbon yüzey alanını verir.

Üretilen ürünün kalitesine etki eden faktörler incelendiğinde üretim prosesinin süresinin önemli bir etken olduğu görülmektedir (Bandosz, 2006). Bu etki ise iyodin numarasına göre incelendiğinde üretim sırasında iyodin numarasının önce yükseldiği sonra düşmeye başladığı görülmektedir. Bunun sebebi ise, iyodin numarasına karşılık gelen kalite değerinin, oluşan mikro gözenekler sebebi ile ilk başlarda artarken, ilerleyen sürede işlemin fazla uzatılması durumunda birleşen gözenekler sebebi ile düşmektedir. Karbonun Aktifleştirilmesi işlemi karbonun yapısının gözeneklendirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay, karbonun yüksek sıcaklıkta buharla etkileşimi ile gerçekleşmektedir. Kimyasal etkileşimin detayları ise aşağıdaki şekildedir (Anonymous, 2009b).



Denklem 2.1, 2.2 ve 2.3 de üretim sürecinde yaşanan kimyasal reaksiyonlara ait durumlar belirtilmiştir. Denklem 2.1 de su ve karbon reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyon endotermik olup, ortamdaki ısı çekmektedir. Bu durum reaksiyon denkleminin sağında verilen negatif sayı ile belirtilmiştir. Söz konusu ısı prosesin gerçekleştirilme sıcaklığının sağlanması için ortama verilen ısı olarak reaksiyona katılmaktadır. Daha sonra ilke reaksiyonla oluşan hidrojen gazı oksijenle yanmakta ve ısı üreten ekzotermik reaksiyona sebep olmaktadır. Daha sonra ise karbon monoksit belirtilen üçüncü reaksiyonda verilen şekli ile oksijenle yanmakta ve karbondioksit ürününü oluşturmaktadır. Bu reaksiyonda ikincisi gibi ekzotermik olup, ortama ısı vermektedir.

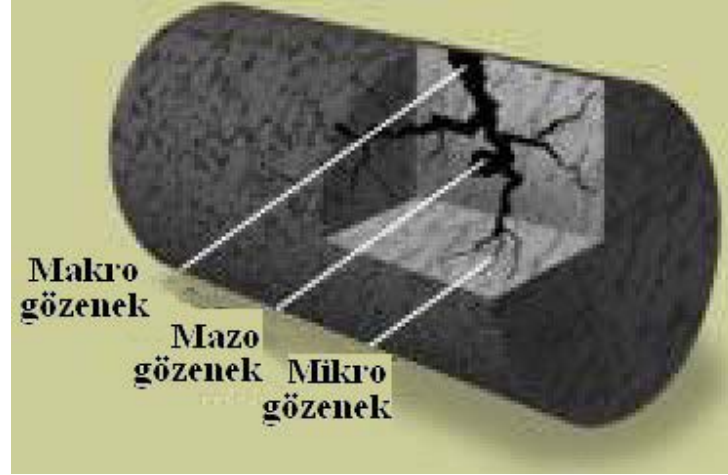


Şekil 2.2. Hindistan cevizi kabuğundan aktif karbon üretimi

Şekil 2.2’de (Anonymous, 2009f) Hindistan cevizi kabuğundan aktif karbon üretimine ait fotoğraflar bulunmaktadır. Bu fotoğraflardan soldaki, kabukların karbonlaştırılmış halini göstermektedir. Sağdaki resim ise, karbonlaştırılmış kabukların aktifleştirilmiş halini vermektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, aktifleştirme işlemi büyük oranda gözeneklileştirme işlemi olarak gerçekleşmektedir. Soldaki resimde aynı büyütme oranında gözenekli yapı hemen hemen yok iken sağda gözeneklerin belirli formlarda oluştuğu görülmektedir. Bu formlar beşgen, altıgen yedigen ve benzeri formlarda olup, yüzey alanını oldukça yüksek değerlere taşır niteliktedir.

Şekil 2.3’de aktif karbonun yarı mamul formlarından birisi olan ekstrüzyon ile üretilen silindirik parçacıklar tipindeki formu verilmiştir. Bu formdaki aktif karbonun yapısı incelemesi için seçilecek bir silindirik elemanın mikroskop ve elektron mikroskobu ile görüntü büyütme tekniği ile incelenmesi gerekmektedir.

**Şekil 2.3.** Aktif karbonun yarı mamül formu



Şekil 2.4. Aktif karbon yapısının boyutlarına göre gözenek sınıflandırması

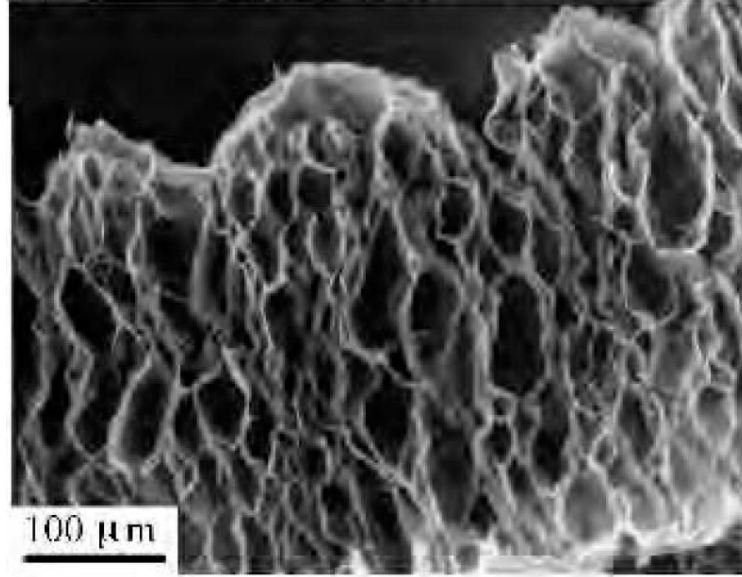
Bu inceleme için bir adet silindirik eleman alınır ve mikroskopta incelenirse yapısının elemandan elemana değişmekle beraber genel olarak aşağıda Şekil 2.4 de (Loftis, 2001) verilen formda olduğu görülür. Şekilde, büyük gözenekler makro, orta boyutlular mazo ve küçük olanlar ise mikro gözenek olarak sınıflandırılır. Şekilde bu gözeneklerin sırası ile boyutlarına uygun formlarda aktif karbon eleman üzerindeki yerleri verilmiştir.



Şekil 2.5. Aktif karbon gözenek yapısı ve partikül tutma özellikleri

Şekil 2.5 de (Choromanski, 2004) aktif karbon elemanın yapısı içinde yer alan gözenek yapılarının partikül tutma özellikleri verilmiştir. Bu şekilden de görüldüğü üzere, aktif karbon yapı içinde yer alan gözeneklerin farklı boyutları farklı boyutlarda partikül veya kirleticilerin tutulmasını sağlamaktadır. Özellikle iri taneli partiküller makro gözeneklerce tutulurken çok küçük olanlarından molekül boyutlarına kadar olanları ise mikro gözenekler tutulmaktadır. Makro gözenekler 50 nm veya üstü genişliğe sahip gözenekler olarak tanımlanmıştır. 2 nm ile 50 nm aralığındaki gözenekler mezo gözenek olarak verilirken, 2 nm den küçük olanlar ise mikro gözenek olarak değerlendirilmektedir.

Şekil 2.6 da tarama elektron mikroskopu (TEM) ile elde edilen gözenek yapısının detaylarını belirtir görüntü verilmiştir (Anonymous, 2009d). Görüntüden de görüldüğü üzere aktif karbon yapısı tamamen gözeneklerden oluşmakta olup, bu gözenekler görüntüde verilen 100 mikrometre boyutlarında hala küçük gözenekler olarak görünmektedir.



Şekil 2.6. Aktif karbonun TEM ile elde edilen gözenek yapısını belirtir görüntüsü

Karbon taneciğinin yüzeyi gaz, sıvı ve katı maddeleri çeker ve yüzeyde ince bir film tabakası oluşturur, yani adsorbe eder. Aktif karbonun adsorban olarak tercih

edilmesinin başlıca iki nedeni vardır. Bunlar belirli maddeleri çekebilmesi için çekici bir yüzeye ve fazla miktarda maddeyi tutabilmesi için geniş bir yüzeye sahip olmasıdır.

Kirliliğin giderilmesinde etkili olan diğer bir parametre de gözenek büyüklüğüdür. Gözenek büyüklüğünün belirlenmesi, karbonun özelliklerinin anlaşılmasında oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Gözenekler silindirik veya konik şeklinde olabilir. Adsorpsiyon için gözenek yapısı, toplam iç yüzeyden daha önemli bir parametredir. Gözeneklerin büyüklükleri, uzaklaştırılacak olan kirliliklerin tanecik çaplarına uygun olmalıdır. Çünkü karbon ve adsorplanan moleküller arasındaki çekim kuvveti, molekül büyüklüğü gözeneklere yakın olan moleküller arasında daha büyüktür.

Çizelge 2.1. Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek yapısı özellikleri

Yüzey alanı	400-1600 m ² /g
Gözenek hacmi	>30 m ³ /100g
Gözenek genişliği	0,3 nm-1000 nm

Aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek yapısı ile ilgili sayısal değerler aşağıda Çizelge 2.1’de verilmiştir (Bandosz, 2006).

The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) ise adsorbanlar için gözenek büyüklüğünü yarıçaplarına göre dörde ayırmıştır. Bu gruplar ve ilgili gözenek boyutları Çizelge 2.2 de (Bandosz, 2006) verildiği üzeredir.

Çizelge 2.2. Aktif Karbon ve gözenek boyutları

Gözenek tipi	Boyutu
Makro gözenekler	$r > 25$ nm
Mezo gözenekler	$1 < r < 25$ nm
Mikro gözenekler	$0,4 < r < 1$ nm
Submikro gözenekler	$r < 0,4$ nm

Şekil 2.5 ve 2.6’da verilen aktif karbon gözenek sistemi, adsorpsiyon ve desorpsiyon için aranan en önemli özelliklerdir. Mikro gözenekler iç yüzeyin önemli bir kısmını teşkil ederler (~%95). Makro gözenekler ise adsorpsiyon için nispeten önemli olmamakla birlikte, ancak mikro gözeneklere doğru difüzyonun hızlı olması için iletici olarak gereklidirler. Makro gözenekler molekülün aktif karbon içerisine girmesini,

mezo gözenekler daha iç bölgelere doğru taşınmasını sağlarken, mikro gözenekler ise adsorpsiyon olayı için kullanılırlar.

2.2. Adsorbsiyon

Adsorpsiyon, bir yüzey veya ara kesit üzerinde bir maddenin birikmesi ve derişiminin artması olarak tanımlanmaktadır (Bandosz, 2006). Tanımda kullanılan ara yüzey bir sıvı ile bir gaz, katı veya bir başka sıvı arasındaki temas yüzeyi olabilir. Başka bir tanımlama ile adsorpsiyon, yüzeye saldırma kuvvetlerinden dolayı moleküllerin yüzeye yapışması olayıdır. Çözünmüş bir bileşğin aktif karbon tarafından adsorpsiyonu üç adımda gerçekleştiği belirtilmektedir (Bandosz, 2006).

1. Adsorbanın dış yüzeyine adsorplanan maddenin taşınması,

2. Dış yüzeyde oluşan adsorpsiyonun küçük bir miktarı hariç, karbonun gözeneklerine adsorplanan maddenin difüzyonu,

3. Adsorbanın iç yüzeylerinde çözeltinin adsorpsiyonu.

Yine başka bir kaynakta adsorbsiyon üç temel adımda oluştuğu belirtilmektedir (Loftis, 2001). Bu adımlar;

a) Film difüzyonu: Adsorplanacak olan çözünen moleküller karbon partiküllerinin içine girerek yüzey filmi oluştururlar.

b) Gözenek difüzyonu: Karbon gözeneklerinden, adsorpsiyon merkezine çözünen moleküllerin göçünü içerir.

c) Karbon yüzeylerine çözünen moleküllerin yapışması: Çözünen molekül, karbon gözenek yüzeyine bağlandığında tutunma meydana gelir.

Adsorpsiyon çeşitlerine bakıldığında aktif karbon üzerinde meydana gelen adsorpsiyonun üç farklı süreçte (Bansal ve Goyal, 2005) olabileceği belirtilmektedir.

Fiziksel Adsorpsiyon

Eğer adsorpsiyon bir yüzeydeki dengelenmemiş Van Der Waals kuvvetleri yardımıyla gerçekleşiyorsa, buna fiziksel adsorpsiyon denir. Bu tip adsorpsiyon

termodinamik anlamda tersinirdir. Düşük adsorpsiyon ısı ile karakterize edilir ve adsorpsiyonun derecesi sıcaklık yükseldikçe azalır.

Kimyasal Adsorpsiyon

Yüzey moleküllerinin değerlik kuvvetleri nedeniyle yüzey üzerinde adsorplanan maddenin monomoleküler tabakası ile bir kimyasal bağın oluşmasından kaynaklanır. Adsorpsiyon yüksek sıcaklık gerektirir ve termodinamik anlamda tersinir değildir. Sıcaklık çok yükselirse fiziksel adsorpsiyon olayı kimyasal adsorpsiyona dönüşebilir

Elektrostatik Adsorpsiyon

Aktif karbon üzerine çözeltilerin adsorplanmasından sorumlu elektriksel çekim kuvvetlerinin etkisi olarak tanımlanır. Ayrıca negatif yüklü karbon partikülleri ile pozitif yüklü adsorplanan moleküller veya iyonlar arasındaki elektriksel çekim difüzyon sırasında ortaya çıkan engelleri azaltır ve bu yüzden de adsorpsiyonun verimliliğini artırır.

Adsorban yüzeyine moleküller adsorplandıkça yeni moleküllerin adsorpsiyonu için daha az yer kalır ve sonuçta adsorban etkin adsorpsiyon özelliğini kaybeder. Adsorbana etkin adsorpsiyon özelliğini yeniden kazandırma işlemine “geri kazanım” denir. Aktif karbonun fiziksel kuvveti geri kazanım süreci boyunca dayanabilecek büyüklükte olmalıdır. Ancak zamanla ısısal yayılma, büzülme ve nihayet yapının parçalanması nedeniyle az bir miktar aktif karbon kaybolur veya oksitlenir.

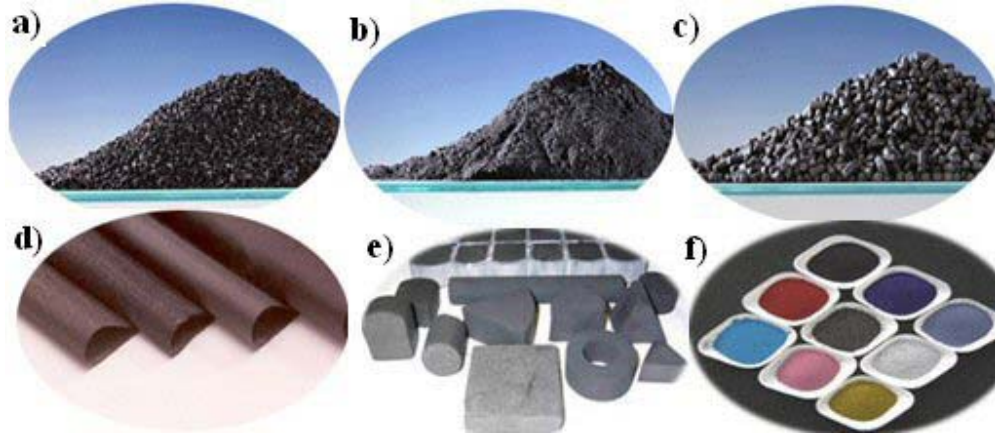
Adsorpsiyon, yapılan diğer tanımların yanı sıra, bir katı adsorbanın bağlı yüzeyinde adsorplanmak suretiyle çözünen maddelerin zenginleştirilmesidir. Aktif merkez olarak adlandırılan adsorbanın yüzeyi üzerinde yer alan atomlar arasındaki bağ kuvvetleri tamamen doyurulmamıştır. Bu aktif merkezlerde yabancı moleküllerin adsorpsiyonu yer alır. Adsorban üzerinde adsorplanmış bir madde, kendisine oranla daha şiddetle adsorplanan bir madde tarafından yer değiştirir. Yer değiştiren madde karbon tarafından desorplanır veya serbest bırakılır. Bu olay daha çok tercih edilen türlerin adsorpsiyonu boyunca devam eder. Kimyasal adsorpsiyon, adsorplanan maddenin fonksiyonel gruplarından dolayı oluşur ve adsorban kararlı bir bağ oluşturmak için etkileşir. Desorpsiyon olayı, kimyasal olarak adsorplanan maddelerden daha çok fiziksel olarak adsorplanan maddeler için daha uygundur.

Aktif karbon veya amorf karbon, karbon elementinin bir allotropudur. Yaygın olarak kullanılan endüstriyel adsorbanlar arasında çevre kirliliğini kontrol amacıyla, şu anda kullanılan adsorbanların en önemlisi, yüksek gözenekliliğe sahip aktif karbonlardır. Aktivasyon ile birlikte karbon atomları kristal bir yapıya kavuşmaktadır. Böylece yabancı atom veya molekülleri emme özelliği kazanır. Aktif karbon üretiminde birçok organik hammadde kullanılır. Aktif karbon imalatında tercih edilen hammaddeler ve üretim yöntemi ilgili kullanım alanı, prosesin yapısı, ortamdan uzaklaştırılacak istenmeyen maddelerin özellikleri, maliyet unsurları faktörlerine göre tercih edilir. Eğer yanlış bir karbon seçimi yapılırsa istenmeyen maddelerle beraber yok olmasını istemediğimiz unsurları da ilgili ortamdan uzaklaştırmış olabiliriz.

2.3. Aktif Karbon ticari ürün formları

Aktif karbon ürünler piyasada farklı formlarda olmak üzere bulunabilmektedir. Bu formlardan bazıları Şekil 2.7’de (Anonymous, 2009c) verilmiştir. Bunlardan **a)** ile verilen form granül tip olup tane boyutları 0.2 mm ile 5 mm civarında olan tiptir. Bu form genellikle sıvı ve gaz filtrasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Yine Şekil 2.7 de **b)** de verilen formu ise toz halindeki aktif karbondur. Bu formda boyut 0.18 mm den az olmak üzere öğütme yapılmıştır. Toz formundaki aktif karbon çoğunlukla sıvı filtreleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Ekstrüzyon aktif karbon ise Şekil 2.7 de **c)** de verilmiştir. Bu form için aktif karbon malzeme toz formunda katkı maddeleri ile ekstrüzyon işlemi uygulanarak küçük silindirik formlar elde edilerek üretilmişlerdir. Boyutları 0.8 ile 5 mm arasındadır. Bu form verilen aktif karbon malzemeler genellikle gaz filtreleme işlemlerinde kullanılırlar. Bunda özellikle bu formdaki malzemelerin düşük seviyelerde olan basınç kaybı etkisinin yanı sıra yüksek mekanik mukavemet ve düşük karbon tozu oranı önemli rol oynar.

Yine Şekil 2.7’de (Anonymous, 2009c) **d)** ve **e)** de verilen formlar ise aktif karbonun özel formlar verilmiş halleri olup, sırası ile fiber-kumaş ve briket formlarıdır. Ayrıca aktif karbon malzemelerin toz hallerinin renklendirilmiş halleri de mevcut olup, aşağıda verilen standart renkler dışında kalan renklerde dâhil olmak üzere farklı renklerde ürün bulmak mümkündür.



Şekil 2. 7. Aktif karbon ticari formları

2.4. Aktif Karbon Ürünlerin Kullanım Alanları

Aktif karbon filtrelerin kullanım alanlarından bazıları aşağıda detaylandırılmıştır. Aktif karbon malzeme artık hemen her alanda filtreleme amacı ile kullanılmaktadır. Aşağıda ise bunlardan belli başlı bazı alanlar verilmiştir.

Su arıtımı:

Su, dünya yüzeyinin dörtte üçünü kaplayan ve bütün yaşam formlarının var olmasını sağlayan en önemli bir etmen olduğu halde, endüstriyel atıklar bu değerli kaynağın kirlenmesine neden olabilmektedir. Özellikle su filtreleme işlemlerinin başlıca elemanı olan aktif karbon genellikle filtreleme işleminde, istenmeyen kimyasal madde etkilerini ve partikülleri temizlemesinin yanı sıra, tat ve koku ile ilgili olarak da katkıda bulunur. Bu görevi gerçekleştirirken tat ve kokuda istenmeyen etkiye sebep olan etkenleri filtreleyerek, suyun kalitesini artırır (Bandosz, 2006). Bu metotlar, normalde içimi tat ve kokusu sebebi ile rahatsız edici su kaynaklarından içme suyu elde edilebilmektedir. Özellikle yemek ya da yiyecek üretimine yönelik faaliyet gösteren sektörlerde üretimde değişik aşamalarda su kullanımı söz konusudur. Bu suyun bir kısmı ürünlerin yıkanmasında diğer bir kısmı ise asıl yiyeceğin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Genellikle yiyeceğin hazırlanmasında kullanılan suyun kalitesi aynı zamanda yiyeceğin tadında önemli rol oynamaktadır. Bu durumda, kullanılacak suyun kalitesinin artırılması işleminin basit bir aktif karbon filtreleme işlemi ile gerçekleştirilebilmesi, aktif karbon filtrelerin bu sektörde yaygın kullanımına katkıda

bulunmaktadır. Aktif karbonun suyla ilgili türü, suda çözünen organik kirliliği yok edebilmekte ve doğal saflığı sağlayabilmektedir. Halen dünyanın pek çok kent suyu arıtım tesisleri, tat, koku, renk ve toksik kirleticilerin sudan ayrıştırılmasında aktif karbon kullanılmaktadırlar. Kuyu ve şebeke suları çoğu zaman dezenfekte edilmesi için ucuz ve etkili bir dezenfektan olan sodyum hipoklorit ile klorlanır (Anonymous, 2009c). Bu korozif kimyasal tesisatta çürümeye, boyanan kumaş ve yıkanan ürünlerde renk farklılıklarına sebep olduğu gibi kanserojen etkisi, kokusu ve tadı sebebiyle kesinlikle yıpratıcı zararlara sebep verir. Aktif karbonun suyla ilgili türü, suda çözünen organik kirliliği yok edebilmekte ve doğal saflığı sağlayabilmektedir. Ayrıca bazı ağır metallerin gideriminde de kullanılmaktadırlar. Endüstriyel uygulamalarda ise aktif karbon; bira ve gıda üretimi için, yüksek saflıkta su sağlanması gereken yarı-iletken teknolojisinde, araç yıkama su sirkülasyon sistemlerinin deterjan uzaklaştırmasında, ve yer remeditasyon projelerinde toksik bileşiklerin adsorpsiyonunda kullanılmaktadır. Su arıtımında kullanılan aktif karbon taneciklerinin iç yüzey alanının yaklaşık 1000 m²/g olması istenmektedir (Bandosz, 2006). Kirlilik oluşturan maddeler, aktif karbonun yüzeyinde tutulacağından, yüzey alanının büyüklüğü kirliliklerin giderilmesinde oldukça etkili bir faktördür. Prensip olarak, yüzey alanı ne kadar büyükse, adsorpsiyon merkezlerinin sayısının da o kadar büyük olduğu düşünülür.

Endüstriyel uygulamalarda:

Endüstriyel uygulamalarda ise aktif karbon; bira ve gıda üretimi için, yüksek saflıkta su sağlanması gereken yarı-iletken teknolojisinde, araç yıkama su sirkülasyon sistemlerinin deterjan uzaklaştırmasında, ve yer remeditasyon projelerinde toksik bileşiklerin adsorpsiyonunda kullanılmaktadır (Bandosz, 2006). Aktif karbonun bu türü, kömür, hindistan cevizi kabuğu veya odundan elde edilebilmekte, granül ya da toz olarak üretilebilmektedir. Aktif karbon filtreler, endüstriyel alanda, birçok üretim işleminden uçucu solventlerin geri kazanılması ve kontrol etmek için güvenle kullanılmaktadır. Aktif karbonun önemli bir başka uygulama alanı ise baca gazlarının filtrelenmesi işlemidir. Aktif karbonun, dioksitleri, ağır metalleri ve diğer kalıntı elementleri baca gazından arıtmak için geliştirilmiş türleri bulunmaktadır. En yaygın işlem tekniği, toz aktif karbonla partikül filtrelerinin kaplanması ve çeşitli maddelerle karıştırılarak baca gazlarına püskürtülerek zararlı unsurları yakalamak şeklindedir.

İstenmeyen unsurlar daha sonra baca gazı sistemden geçerken ilgili unsurlara uygun aktif karbonda adsorbe olurlar.

İnorganik kimyasal proseslerde katalizör olarak:

Bazı inorganik proseslerde aktif karbon katkı maddesi prosesin reaksiyon hızını artırmakta ve toplam işlem süresini kısaltmaktadır (Bandosz, 2006). Bu gibi durumlarda proseste aktif karbon katkı maddesi kullanılması aynı işin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlaması sebebi ile ilgili işletmeye üretim maliyetinde düşüş sağlamaktadır.

NBC (nükleer, biyolojik ve kimyasal) tipi koruyucu elbiselerde:

Mekanik dayanımı yüksek küresel aktif karbon teknolojisi geliştirilmesi üzerine NBC (Nükleer, Biyolojik ve Kimyasal) koruyucu elbise filtre katmanının laminasyonu ve NBC gemi filtrelerinde kullanılmak üzere anti bakteriyel ve savaş gazlarını tutucu, emdirilmiş aktif karbon geliştirilmiştir. Elbise, kullanılan küresel aktif karbonla NBC silahlarına karşı geçirmezlik özelliğine sahiptir. Kimyasal silahların oluşturduğu gazları tutan küresel aktif karbon adı verilen malzemenin teknolojik olarak üretilmesiyle yapılmıştır. Minik bilyeler halindeki aktif karbon iki tekstil malzemesinin arasına bitişik düzende konulmaktadır. Lamine kumaş halindeki elbise 2,5 kg ağırlığı ile çok hafiftir. Bu da askerin hareketlerini kısıtlamamaktadır. Aleve karşı dayanıklı, yağı, suyu itici özelliği olan bu elbise terleme sonucu meydana gelecek olumsuzlukları da azaltma kabiliyetine sahiptir. Küresel aktif karbon malzemenin bir gramında 1000 metrekare yüzey alanı kimyasal gazları tutabilecek kapasitede bulunmaktadır. Bu da askerin oradan uzaklaşması için yeterli zamanı kazandırmaktadır.

Atık Sulardan Boyarmadde Giderimi:

Sentetik boyalar, tekstil sanayinde oldukça çok kullanılmakta ve tekstil atık suları, renk, pH, sıcaklık ve toksik katı madde içeren endüstriyel kirli atık suların başında gelmekte ve toksik özelliklerinden dolayı önemli bir çevresel problem oluşturmaktadır. Endüstriyel kaynaklı boyar madde içeren atık suların arıtımı zordur ve ileri arıtma tekniği gerektirir. Adsorpsiyonun bu tür atık suların arıtımında en yaygın ve en etkili bir yöntem olarak kullanıldığı bilinmektedir (Bandosz, 2006). Bu yüzden boyar

madde ihtiva eden atık suların arıtımı adsorpsiyon, kimyasal ve foto oksidasyon gibi ileri arıtma teknikleri kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemler arasında adsorpsiyon arıtma performansı en yüksek olan ve en çok kullanılan bir yöntemdir.

Nükleer santrallerde:

Nükleer enerji santrallerinde, serbest bırakılan radyoaktif metil iyodid kimyasal olarak impregne edilmiş aktif karbonla kontrol altında tutulmaktadır (Bansal ve Goyal, 2005).

Hava filtreleme işlemlerinde:

Havanın saflığı ve kalitesi, hem birçok endüstriyel prosesin uygulanabilmesi hem de bir çok insanın bulunup havayı teneffüs ettiği hastane ve benzeri ortamlar için en yüksek derecede önem taşımaktadır. Hava filtreleme işlemi, otomobiller, hastaneler ve sanayi kuruluşları ile benzeri iş yerlerinde ortama üretim veya çalışma şartları sebebi ile dâhil olan ve sağlığı olumsuz etkileyen faktörlere karşı temizleme işlemi olarak tanımlanabilir (Bandosz, 2006). Yapılan işlem özellikle partikül ve tozun temizlenmesinden koku verici maddelerin filtrelenmesine kadar geniş bir yelpazede görevi yerine getiren aktif karbon filtrelerle yapıldığında, elde edilen sonuçlar standart kağıt filtrelere göre tartışmasız üstünlükler gösterirler. Uçucu organik bileşiklerin veya başka kirleticilerin kirli havadan uzaklaştırılması için geliştirilen aktif karbon türü bulunduğu gibi inorganik kirleticiler için de karbon kullanılabilir. Aktif karbon ev veya hastane ortamlarında kullanımında, istenmeyen kokulardan kurtulmak için de kullanılabilir. Hava filtreleme işlemlerinden en önemlilerinden birisi de araçlarda havalandırma sisteminde kullanılan filtrelerdir. Özellikle astım, saman nezlesi ya da alerji hastaları, araç içindeki kirli havanın filtrelenmemesinden şikayet etmektedirler. Polen, sporlar veya bakterilerin engellenememesi nedeniyle çeşitli sağlık sorunları yaşanmaktadır. Bu amaçla üretilen kabin filtresi, dışarıdaki kirli havanın kabine girmesini engeller; kurum, moloz tozları ve endüstriyel toz gibi tüm kir parçacıklarını emerek kabin hava filtresinde kalmasını sağlar. Solunum aygıtlarında (respiratör) ve gaz maskelerinde aktif karbon, endüstriyel çözücülerden, asit gazlarından, amonyaktan ve kimyasal mücadelede kullanılan maddelerden, kimyasal ve biyolojik savaşta kullanılan gazlardan maksimum kişisel korunmayı garanti altına alır.

1. Dünya savaşında neredeyse her askerin yanında klor gazından korunmak için kullanılan gaz maskelerinde kullanılan tek madde aktif karbondu ve bu madde milyonlarca sivil ve askerin hayatını kurtarmıştır. Bu tür aktif karbon odun bazlı ve hindistan cevizi kabuğundan elde edilerek, granül ya da toz olarak kullanılabilir.

Elektrik süpürgelerinde filtre olarak:

Aktif karbon iç gözenek yapısı ve iç yüzey alanına sahip olması özellikleriyle gaz ve sıvıların içinde ki birçok organik molekölü, kimyasalı ve kokuyu kendi iç yüzeyinde adsorbe eder. Aktif karbonun bu özelliği sayesinde elektrikli süpürgein 1.kademesindeki HEPA Filtreden geçmeyi başarabilen moleküllerin birçoğu ve kötü kokuların tümü Aktif Karbon Filtre içinde hapsedilir (Bandosz, 2006). Aktif Karbon Filtre koku tutucu özelliğinden dolayı evinde evcil hayvan besleyenlere özellikle tavsiye edilir. Bunun dışında ortamı sigara kokusundan ve yemek kokusundan arındırır.

Renk giderme:

Birçok kompleks işlem basamaklarında geniş kullanıma sahiptir; gıda ürünleri, son ürün aşamasında renk değişikliği gereken kimyasallar ve ilaç endüstrisi bunlar arasında gösterilebilir. Piyasa üreticilerinin karşılaştıkları talepler doğrultusunda temiz ürünler sağlama ya da doğru renk özelliklerine sahip ürünler hazırlama ihtiyacı doğar. Bu ihtiyaçlar için üretilen aktif karbon, sıvılarda renk, kalite ve özellik değişikliğine yol açabilen istenmeyen bileşikleri uzaklaştırmak için kullanılırlar. Gıda maddeleri sektöründe aktif karbon, glikoz, nişasta, şeker şurupları ve yağların rengini açmak ya da rafinerizasyon amacıyla kullanılır (Bandosz, 2006). İlaç sanayisinde aktif karbon, ürün ilacın ve ara ürünlerin saf ve renkten bağımsız olarak ortaya çıkarılmasında güvenilirdir. Ağaç kökenli hammaddeler, kan ve kemikten yapılırlar (Lartey ve Acquah, 1999). Bu tip aktif karbon filtreler granül, toz ve palet formunda olabilir.

Atık maddelerin yok edilmesi

Atıkların yok edilmesi ve kontrol altına alınabilmesi için artan talep doğrultusunda yakma işlemi, zehirli, ev kökenli ya da klinik atıkların işlenmesi için benimsenmiştir. Maddelerin kompleks doğalarının sonucu olarak bu kez baca gazları kirletici olmaya başlamış, atmosfere salıverilmeden önce işlemde geçirilmesi gereği

doğmuştur. Aktif karbonun bu türü, dioksinleri, ağır metalleri ve diğer kalıntı elementleri baca gazından arıtmak için geliştirilmiştir. En yaygın işlem tekniği, toz aktif karbonla partikül filtrelerinin kaplanması ve çeşitli maddelerle karıştırarak baca gazlarına püskürterek zararlı unsurları yakalamak şeklindedir. İstenmeyen unsurlar daha sonra baca gazı sistemden geçerken ilgili unsurlara uygun aktif karbonda adsorbe olurlar. Bu tür aktif karbonlar kömür ve ağaçtan elde edilir ve genellikle toz halinde kullanılırlar.

Altın eldesi:

19.yy boyunca altına hücum furyası yaşanmış, Amerikan altın arayıcıları madeni yamaçlardan kazma ve kürekle külçeler halinde çıkarmışlardır. Devam eden keşifler yer kabuğundaki altın konsantrasyonunu yavaş yavaş azaltmış ve külçe büyüklüğünde maden, çok ender görünür olmuştur. Buna rağmen bu teknikte son işleme tekniğinde cıva gibi oldukça tehlikeli maddelerden yararlanılmakta idi. Gelişmiş kimyasal proses tekniklerinde, altının çok küçük kalıntıları bile ezilmiş maden cevherinin sodyum siyanürle muamelesi yoluyla kazanılır. Bu amaca yönelik hazırlanmış aktif karbonla, şekillenmiş kompleks altını adsorbe etmekte kullanılır. Doymuş aktif karbonla asit yıkamadan geçirilip altın, çinko çöktürmesi veya elektrowinning teknikleri ile yeniden kazanılır. Ayrıca siyanürlü bileşiklerin aktif karbonla rahatlıkla yakalanmasından dolayı siyanür atıklarının doğaya salınması tamamı ile engellenerek eski tip cıva tekniğine göre çok daha çevreci bir üretim yapılmış olur. Prosesin yeri ve tipine göre hindistan cevizi kabuğundan ve odun menşeli olanı tercih edilir ve farklı tane boyutlarında granül, toz ve palet yapıdadır.

Aktif karbon dünyada 200 yıldır şekerin beyazlaştırılması, suyun temizlenmesi, ilaç üretimi, uçucu gazların geri kazanılması, geniş iç gözenek yapısı ve iç yüzey alanına sahip olması özellikleriyle gaz ve sıvıların içinde ki bir çok organik molekölü, kimyasalı ve kokuyu kendi iç yüzeyinde adsorbe edebilmesi nedeniyle hava kirliliğini ve çevre kirliliğini kontrol etmede, hava ve su arıtımında, solunum aygıtlarında, gaz maskelerinde, hastanelerde dezenfektan amaçlı steril cihazlarda, tıp alanında kan temizleme amaçlı, istenmeyen kokuların hapsedilmesinde ve benzeri konularda yaygın olarak kullanılır.

Aktif karbon filtrenin gaz moleküllerini yakalama ve tutma özelliği vardır. Aktif karbon filtrenin yüzeyi milyonlarca ufak gözenekten oluşmaktadır. Bu gözenekler sayesinde birçok koku yayan ve zehirli gazlar yakalanır. Aktif karbon filtreler kullanıldığı ortam havası kirliliğine ve kullanım sıklığına bağlı olarak değiştirilmelidir. Örneğin, sigara içilen bir ortamda aktif karbon filtrelerin 3 ila 6 ayda bir değiştirilmesi gerekmektedir. Aktif karbon filtre her gazı aynı oranda filtre edemez. Aktif karbon filtrenin hangi gazları tutabildiğini gösteren tablolar Ek-1 ve Ek-2’de verilmiştir. Bu tablolarda listelenen gazlar mükemmel seviyede veya oldukça iyi seviyede olmak üzere filtrelenebilmelerine göre listelenmişlerdir.

2.5. Kirlilik Sebepleri ve Etkileri

Nüfusun hızla artması, endüstride kullanılan kimyasal malzemelerin, atıkları ve trafiğin yoğun olduğu bölgelerde artan hava kirliliğinin 2000’li yıllarda maksimuma ulaştığı görülmektedir. Bu durum önüne geçilemez hızla gelişen sanayinin kontrolsüz büyümesinin sağlıksız ortam şartlarına sebep olması sonucunu doğurmaktadır.

Ülkemizde özellikle İstanbul, Ankara, İzmir, Adana gibi büyük şehirlerde kişi başına düşen taşıt sayısı hızla artmaktadır. İstanbul’da 1000 kişiye düşen taşıt sayısının 200 olduğu bildirilmiştir. Yurtdışında ise Amerika Birleşik Devletlerinde 700 taşıt/1000 kişi, Batı Avrupa’da 600 taşıt/1000 kişi olarak tespit edilmiştir. Taşıt sayısının artışı ile beraber yakıt tüketimi ve trafik yoğunluğundan ileri gelecek karbon monoksit, partikül, hidrokarbon ve azot gibi hava kirleticilerinin emisyonunda artış gözlemlenmektedir.

Periyodik olarak yapılan araç muayenesi bakımı, tamiratu ve egzoz ölçümü yapılmayan araçlar daha fazla hava kirliliğine neden olurken, özellikle mazotta bulunan yüksek miktardaki kükürt, motorun aşınmasına, egzozdan daha fazla kirleticinin atılmasına ve atmosferde sülfat partiküllerinin artmasına neden olmaktadır. Taşıtlardan atılan kirleticiler hem sağlık ve çevre problemlerine, bununla beraber küresel ısınmaya katkıda bulunduğu belirtilmektedir.

Her geçen gün soluduğumuz hava gerek artan taşıt miktarı ve gerekse beraberinde fosil yakıtların sanayide ve hatta diğer alanlar kullanımı ile şiddetle kirlendiği bilinmektedir. Bu kirlilik içerisindeki eser elementler; kurşun, kadmiyum, çinko, bakır ve demir insan sağlığı açısından önemli oranda tehlike teşkil etmektedir.

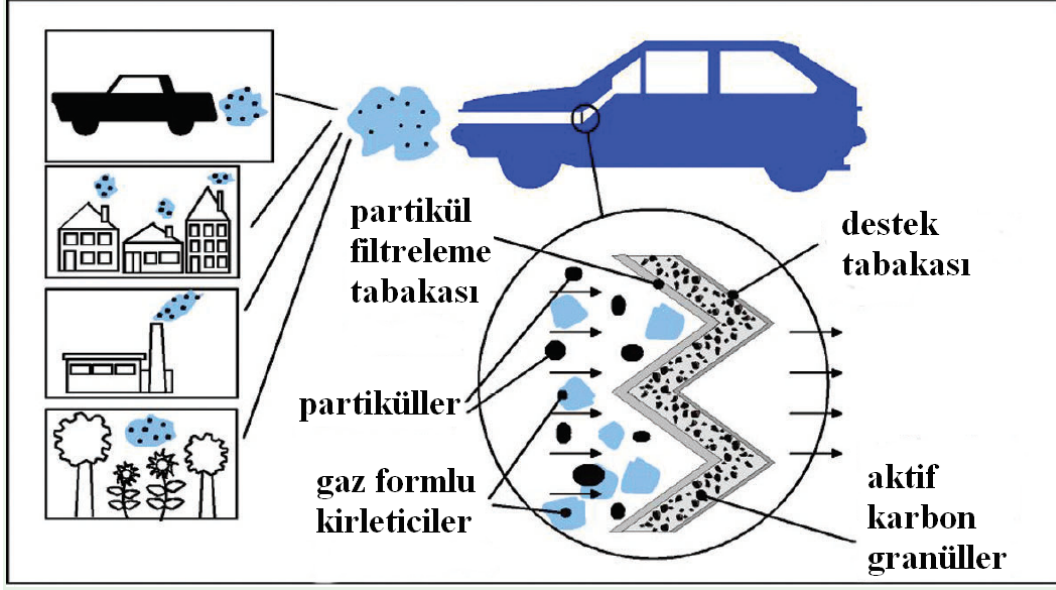
Toksik elementlerden kurşun ve kadmiyum, toksik miktarda çinko, bakır ve demir eser elementlerine maruz kalan canlılarda farklı klinik belirtiler oluşmaktadır. Bunlardan en önemlisi ise butoksik maddelerin etkileri ile zehirlenme durumunun ötesinde, maruz kalınan sürenin uzaması ile kansere kadar gidebilen sağlık sorunlarının oluşmasıdır. Yapılan çalışma genel olarak aktif karbon filtreleri ele almakla beraber özellikle araç tipi araç kabinlerine giren söz konusu toksik maddelerin filtrelenmesi üzerine yoğunlaştırılmıştır. Bu sebeple araç kabinleri ve ilgili kirleticilerin durumu daha detaylı olarak ele alınacaktır.

2.6. Araç Kabinlerini Kirleten Etkenler

Trafikte sıkışan bir araç içinde yolculara etki eden faktörler aşağıda iki ayrı kısımda ele alınmıştır. Bunlar partikül tipinde etkiler ile ortamda gaz halinde bulunan etkiler olarak gruplanabilir. Bu etki grupları ile ilgili detaylar aşağıdaki gibidir:

Partiküller: Trafik etkisi ile oluşan emisyon, mineral, toz, duman, kurum ve hidrosollerin etkisi ile oluşan kirleticiler, polen, bakteri ve mantar gibi partiküllerdir.

Gaz Halinde ve Koku Oluşumuna Yol Açan Partiküller: Trafikte ortaya çıkan benzin atıkları, enerji ve ısınma ile oluşan atıklar (benzen türevleri, hidrokarbonlar, sülfür bileşenleri ve diğer bileşenler). Çalışmalar sonucu oluşan katalitik konvertör ürünler, gübre, amonyak, metan gibi tarım atıklarının meydana getirdiği koku ise bu grupta incelenmiştir.



Şekil 2.8. Aktif karbonlu araç havalandırma filtresi

2.7. Filtre Özellikleri

Trafik yoğunluğundan birinci derecede etkilenen araç sürücülerinin sağlık problemlerinin artması ile beraber araçlardaki klima sistemlerine verilen önem şiddetle artış göstermiştir. Araçlarımızdaki en önemli konfor unsurlarından biri klima sistemidir. Klima filtreleri araçlardaki havalandırma (A/C) ünitelerini korur bununla beraber soğutucu ve kondansatörlerin sıcaklık ve nem ayarını da yaparak ortamda bakteri ve mantar oluşumunu engellemektedir. Klima filtreleri araçlarımızda klima sistemlerinin düzenleyicisi görevini gören bir çeşit filtredir. Değiştirilebilen bu filtreler yaklaşık 1 mikron (μ) boyutundaki partikülleri tutabilme özelliğine sahip katmanlı kâğıttan yapılmaktadır. Klima filtrelerinin malzemeleri ve ortamı çok yoğun olduğu için, hava akışında önemli direnç yaratabilirler. Akım direnci arttıkça klima filtrelerinde performans düşüşü de başlamaktadır. Bu performans düşmesi yoğun kirlilik yaşanan yerlerde filtrelerin daha sık bakım gerektirmesi durumunu da ortaya koymaktadır.

Klima filtreleri 1987 yılında Saab firma yetkilileri tarafından yeni model üretimi sırasında isteğe bağlı olarak üretilmiştir. 1987 yılından sonra klima filtresi seri üretimine başlanıp her araca uygun olarak hazırlanmıştır. İlk üretilen klima filtrelerinin çalışma mekanizmasının bugün araçlarımızda kullanılan filtreleme standartlarından daha basit olduğu bilinmektedir.

Klima filtreleri özel kâğıt malzemelerden yapılmaktadır. Klima filtrelerinin etkili filtrasyon yapabilmeleri için, yapısındaki kâğıt fiberleri, hava geçişine izin verecek kadar büyük, istenmeyen toz taneciklerini tutacak kadar küçük gözeneklere olanak tanıyacak ölçüde mümkün mertebe sıkıştırılmış olarak üretilmelidir. Bu konuda ise ülkemizde henüz ulusal ihtiyacı karşılayacak üretim yapan bir kuruluş bulunmamakta ve söz konusu alanda dışa bağımlılık devam etmektedir.

Klima filtrelerinin önemli bazı tasarım kısıtlamaları bulunmaktadır. Ortamdaki nem ve buhar sebebi ile filtre elemanının şişerek genişlemesine ve iri toz partiküllerinin bu deliklere yerleşerek hava geçişini kısıtlamasına, fazla tozlu ortamlarda da tıkanmaların müsaade etmemelidir. Ancak, bu teknik sorunlar belirli ölçüde çözülmüş olsa da, tamamen elimine edilememiştir.

Tipik bir klima filtresi, iki katmanlı, ince ve kaba toz partiküllerini tutan fiber yapıdan oluşmaktadır. Buradaki kağıt tabakası basınca karşı dayanıklı olmalıdır. Genellikle filtre imalarında kullanılan kağıt tabakasının birinci katmanı kaba partikülleri, ikinci katman ise mikron (μ) büyüklüğündeki çok küçük toksik partikülleri süzecek şekilde tasarlanmıştır.

Klima filtre üretiminde kullanılan kâğıt, non-woven adı ile genellenmiş, gerekirse çapraz dokunmuş gerekirse düz dokunmuş reçine, elyaf, polyester gibi malzemelerin homojen veya değişik oranlarda karışımı ile üretilmektedir. Kağıt, düz klima filtrelerin imalatında kullanılmakta olup her çeşidinin kendine has belirgin özellikleri vardır: hava geçirgenliği, içerdiği gözenek sayısı, yırtılma noktası ve mukavemeti vb. Bu özellikler klima filtresinin ömrünü belirlemede asıl rolü oynamaktadır. Önemli olan filtrelerin içinde kullanılan malzemenin kalitesidir. Örneğin; filtreler sentetik kumaş ile imal edildiğinde, hava kirliliği veya astım hastalarını koruma ile yakından uzaktan hiçbir ilişkisinin olmadığı ve aksine araçlarda kullanıldığında kötü koku verdiği tespit edilmiştir. Klima filtrelerinin görevi toz, kurum, bakteri ve polenleri süzerek aracın içerisine sızan havayla birlikte eser elementlerin girişini de engellemektir. Ancak, kâğıt filtrelerin bu konuda yetersiz kaldığı tespit edilmiş olup, bu eksikliğin aktif karbon filtrelerle tamamlanması yoluna gidilmiştir.

2.8. Klima Filtre Çeşitleri

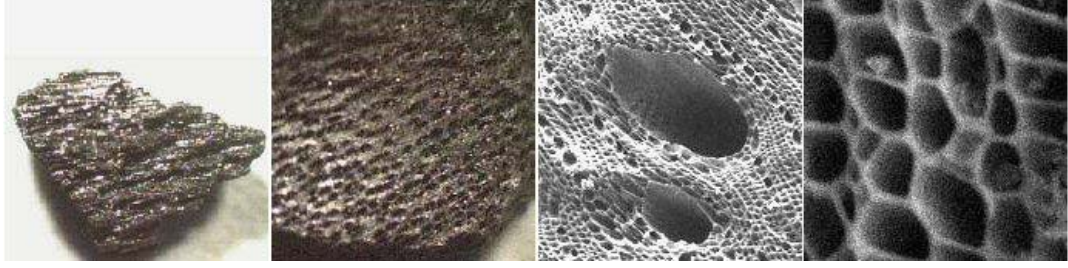
Klima filtreleri birbirlerinden işlev, verimlilik ve görev açısından belirli bir noktadan sonra ayrılmaktadır. Partiküller ve gaz halindeki kirleticiler arasındaki farklı

özelliklerden dolayı filtrelerin; partikül, gaz fazı veya kombinasyon filtreleri olmak üzere sınıflandırıldığı görülmektedir. Tanecik filtrasyonu için hazırlanan filtre tabaka özellikleri mekanik ve elektrostatik etkilere karşı dayanıklı olması buna karşın gaz taneciklerinin filtre edilerek kabindeki havanın temizlenmesi ise fiziksel ve kimyasal adsorpsiyondan yararlanarak sağlanmaktadır. Adsorban olarak kullanılan maddeler içinde en önemlileri kömür, aktif karbon, zeolit ve gözenekli karbon ile kaplanmış plastik (su distilasyonu için polisiteren, iyon değıştiriciler vb.) materyallerdir.

Düz klima filtre: Havadaki bakteri, toz, kurum, polen gibi kabin içerisine giren kirleticilerin girişini engeller. Küçük yüzeyde maksimum filtrasyon amacını taşımaktadır, kâğıdın değışik katlama şekli ile beraber filtre boyutu değıştirilmeden adsorpsiyonun gerçekleştiğı alan büyültülmektedir. Laboratuarlarda yapılan testler sonucu toz ve polenlerin %95’ni tamamen absorbe ettiğı belirlenmiştir.

Aktif karbonlu klima filtre: 1900’lü yılların başında, şu anki aktif karbon üretiminin temelini oluşturan patentler yayınlanmıştır. Bu patentler, bugün bile hala geçerli olan aktif karbon üretiminin iki temel prensibini açıklamaktadır. Bunlar kimyasal aktivasyon ve gaz aktivasyonudur. 1920 yılından sonra, ilk olarak, aktif kömür su arıtılmasında kullanılmaya başlanmış, fakat yaygın bir kullanım sağlanamamıştır. Ancak 1927 yılında Almanya’da içme suyundaki klorofenol kokusu büyük problem yarattığından, şehir suyunun hazırlanması sırasında aktif karbon kullanımı da büyük önem kazanmıştır. Aktif karbon, 1929 yılında Hamm Water Works’da granüler formda, bundan bağımsız olarak 1930’da Harrison tarafından Michigan Bay City’de, yine 1929 yılında Spalding tarafından içme suyundaki kokuların uzaklaştırılması amacıyla toz halinde kullanılmıştır. 1932 yılına gelindiğinde Amerika’da 400 fabrika, 1943 yılında ise yaklaşık 1200 fabrika istenmeyen kokuların kontrolünde aktif karbonu kullanmıştır (Ateş, 2008)

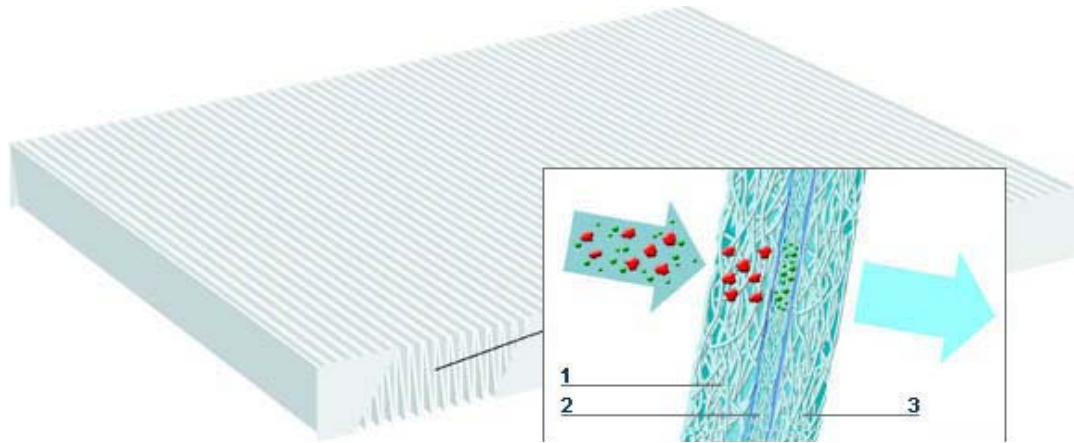
Aktif karbonlu klima filtreleri, düz klima filtrelerin yaptığı işlemleri gerçekleştirir, ilave aktif karbon tabakası ozon, benzol ve toluel gibi gaz halindeki partikülleri de absorbe ederek bu zararlı maddelerin araç içine ulaşmasını engeller. Aktif karbonlu klima filtrelerinin absorbe ettiğı partikül boyutunun mikron (μ) büyüklüğünde olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.9) (Anonymous, 2009f).



Şekil 2.9. Aktif karbon taneciklerin gözenek yapısı

Aktif karbonlu klima filtresini standart klima filtresinden ayıran en önemli özelliği ise, aktif karbon tabakasının hoş olmayan kokuları giderdiği gibi egzoz vb zehirli gazların (ozon, benzol ve toluel gibi) kabin içine sızmasına izin vermeden kokuyu absorbe edebilmesidir. Aktif karbonlu klima filtresinin kağıt özellikleri; iki kat süzme görevi gören bir katmanı klima filtresi kağıdı ile aynı özelliklere sahip, diğer katmanı da iki kat arasına serpiştirilmiş kömür tozunu absorbe eden katmandır. Bu özelliği kazandıran içerisindeki kömür, maden kömürü değil ham maddesi açısından tamamen farklı özelliklere sahip olan bir kömür tozudur. Kurum, toz partikülleri, polen ve bakteri gibi tüm kirleticileri %100'e kadar filtrelenir.

Yeni filtreleme sistemi tünellerde ve trafik sıkışmalarında dahi klima ve fanların karşılaşılabileceği aşırı zor koşullarda bile performansını yitirmeksizin etkili çalışabilir. Aktif karbonlu klima filtreleri özellikle yaz aylarında ve kirli havalarda hem sürücünün hem de yolcuların temiz hava inspirasyonunda büyük katkı sağlar. Şekil 2.10, Çizelge 2.1 ve Şekil 2.11, Çizelge 2.2'de düz ve aktif klima filtre özellik ve faydaları gösterilmektedir.



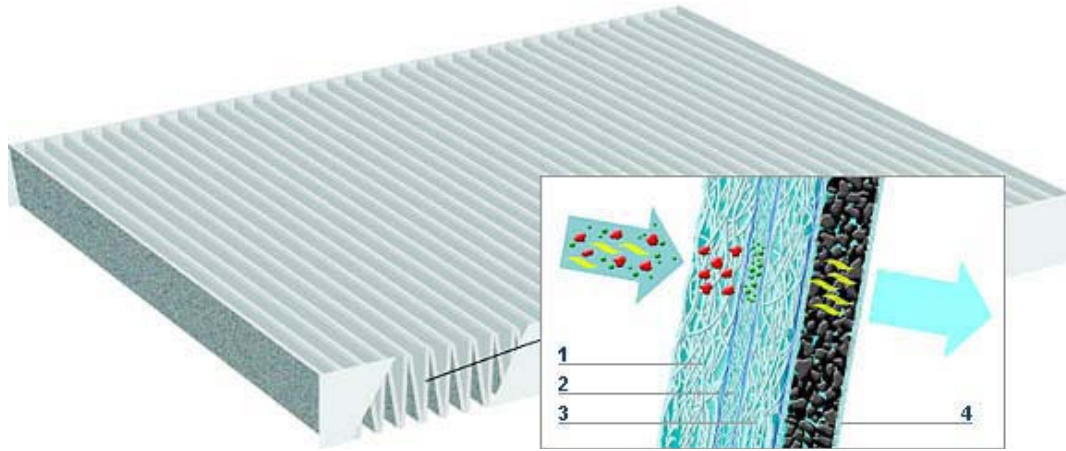
Şekil 2.10. Düz klima filtre görünümü

Şekil 2.10 da düz kâğıt filtrenin tabakaları arasında kirli havanın temizlenmesi işlemi görülmektedir. Burada, iri olan kırmızı taneler ilk tabakada, koyu yeşil olan orta büyüklükteki kirleticiler orta tabakada tutulmakta son aşamada ise gözle görülemeyecek kadar küçük partiküller tutulmaktadır. Kâğıt esaslı filtrelerin zararlı gazları ve koku veren maddeleri tutma özelliği olmadığından bu filtreler bu maddeleri aynen geçirirler.

Çizelge 2.3’de standart kağıt filtre için teknik özellikler ve bu özelliklerden kaynaklanan faydalar verilmiştir. Faydalara bakıldığında aktif karbona yakın nitelikler göze çarpmakla beraber, özellikle zehirli gazların filtrelenmesi işleminde aktif karbon filtrelerin çok avantajlı oldukları Çizelge 2.4’de verildiği üzere net biçimde anlaşılmaktadır.

Çizelge 2.3. Düz klima filtre özellikleri

Özellik	Faydaları
Dayanıklı kalıp, Multi tabaka	Maksimum performans ve dayanıklılık
1. Tabaka Pre-Filtredir. Dokuma değildir.	Geniş alanda zehirli az da olsa bir biktar tutar
2. Tabaka Elektrostatik tutuculuk özelliğine sahip mikrofiberdir.	Çok küçük partikülleri en iyi şekilde tutar. Daha büyük parçaçıkları yakalar ama bünyesinde tutmaz.
3 ve 4. Tabakalar örtü tabakadır. Dokuma değildir	Mikrofiber tabakayı korumak için sabit conta sistemine sahiptir.
Daha çok kıvrıma sahiptir. (OE’ye özgü).	Aynı alanda daha iyi filtre etme kapasitesine sahiptir.
Çevre contası köpüktendir.	Bütün zararlı partikülleri atlamadan filtre edebilir. Ama zararlı gazları tutamaz
Enjeksiyonlu bir kalıba sahiptir. (OE’ye özgü)	Performansı en üst düzeyde tutar ve uzun süre servis gerektirmez



Şekil 2.11. Aktif karbonlu klima filtre görünümü

Çizelge 2.4. Aktif karbonlu klima filtre özellikleri

Özellik	Faydaları
Dayanıklılı kalıp, Multi tabaka	Maksimum performans ve dayanıklılık
1. Tabaka Pre-Filtredir. Dokuma değildir.	Geniş alanda zehirli partikülleri tutar
2. Tabaka Elektrostatik tutuculuk özelliğine sahip mikrofiberdir.	Çok küçük partikülleri en iyi şekilde tutar. 3 μ <partikülleri % 100 1.0-3.0 μ partikülleri % 99 0.5-1.0 μ partikülleri % 93 0.3-0.5 μ partikülleri % 64 absorbe eder.
3 ve 4. Tabakalar örtü tabakadır. Dokuma değildir.	Mikrofiber tabakayı korumak için sabit conta sistemine sahiptir.
5.Tabaka odun kömürüne sahiptir.	Ozon, nitrojen oksit, sülfür dioksit vb zehirli gazları absorbe eder.
Daha çok kıvrıma sahiptir.	Aynı alanda daha yüksek filtre etme kapasitesine sahiptir
Çevre contası köpüktendir. (OE'ye özgü).	Bütün zararlı partikülleri atlamadan filtre edebilir.
Enjeksiyonlu bir kalıba sahiptir. (OE'ye özgü).	Performansı en üst düzeyde tutar ve uzun süre servis gerektirmez.

Bu avantajın en temel sebebi ise, kâğıt filtrelerden aktif karbon filtrelerin farklarının belirtildiği Şekil 2.11’de gösterilmektedir. Aktif karbon filtreler kâğıt filtrelerden farklı olarak ek katmanlara sahiptir. Bu katmanların oluşturduğu kısım Şekil 2.11’de 4 numara ile gösterilmiştir. Bu katmanlara ait numaraların karşılık geldiği tabakalara ait tanımlama ve açıklamalar ilgili çizelgelerde verilmiştir.

Aktif karbon filtrelerde parçacık ve tutma kapasite ve verimlilikleri aşağıda çizelge de verilmiştir. Bu çizelgeden de anlaşıldığı üzere, aktif karbon filtrelerde tutma kapasitesi ve çeşitliliği, kâğıt esaslı filtrelerden oldukça ileridir. Özellikle toksik gazlar ve koku yapan uçucu madde veya partiküllerin tutulması oranı oldukça yüksektir.

2.9. Filtrasyon Mekanizmaları

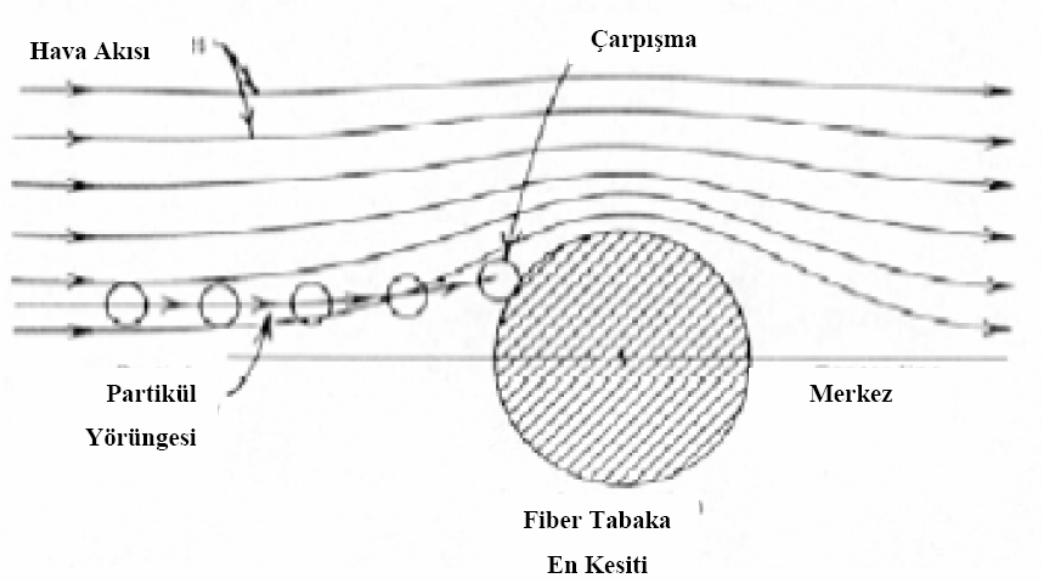
Klima filtrelerinde filtrasyon mekanizmaları ikiye ayrılır:

Tanecik Filtrasyonu: Emülsiyon veya süspansiyon gibi iki fazlı sistemleri ayırma yöntemidir.

Gaz Fazındaki Tanecik Filtrasyonu: Gaz fazındaki taneciklerin filtrasyonu ise bir ya da daha fazla bileşenden oluşan gaz karışımlarının birbirlerinden ayrılması prensibine dayandığı belirtilmektedir. Adsorban ve/veya katalizör (çözücü) ile gerçekleşir.

Multi-faz sistemleri oluşturan bileşenler aynı faz içerisinde bulunmayabilir (emülsiyon). Taşıyıcı faz sıvı ise hidrosol, gaz ise aerosol olarak tanımlanır. Hidrosol karışımlar emülsiyon ve süspansiyon sistemler içerisinde dağılmış olarak bulunabilirler. Aerosollerde ise toz, duman, sis örnek verilebilir bununla beraber klima filtrasyonu çalışma mekanizması aerosolsistemlere uygundur.

Tanecik filtrasyonunda adsorblanan solid ve likid partiküllerin ayrıştırılmasında taneciklerin kütle ve elektrostatik özellikleri göz önüne alınmaktadır. Tek katlı (single) fiber tabaka kullanılarak yapılan filtrasyon işlemine single fiber model denir ve %100 performans sağlanmaktadır.



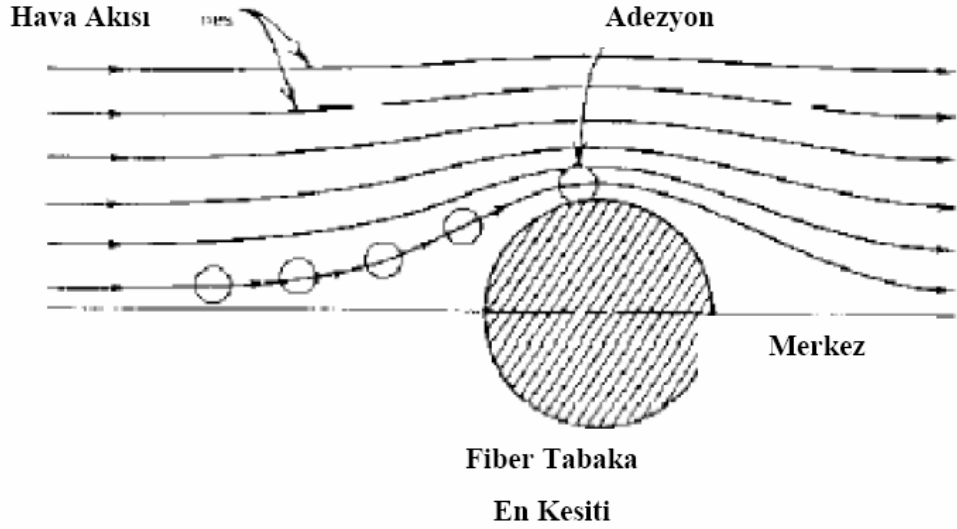
Şekil 2.12. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin çarpışması

Hava akımı etkisi ile partiküllerin fiber tabakadan adsorblanma düzeni Şekil 2.12’de gösterilmektedir. Partiküller birbirinden farklı hızlarda akan ve birbirini ince tabakalar olarak geçen Laminer akış sistemi ile fiber tabakadan geçebilir. Laminer akış sisteminde akışın birbirine yakın olduğu durumlarda ise partikülün akış hızı arttıkça uygulayacağı basınç da artış göstereceğinden (Bernoulli Yasası) çok küçük miktarda partikül geçişinin de olduğu belirtilmektedir. Tek katlı fiber modelin zayıf bir hava akımının etkisi altında olduğu da düşünüldüğünde geçişi minimum düzeye indirmek amacı ile tabakanın yapışkan özelliğe üretimi uygun görülmüştür. Belirli çapta ve kütledeki taneciklerin laminer akışın etkisiz kaldığı Şekil 2.12’de görülmektedir.

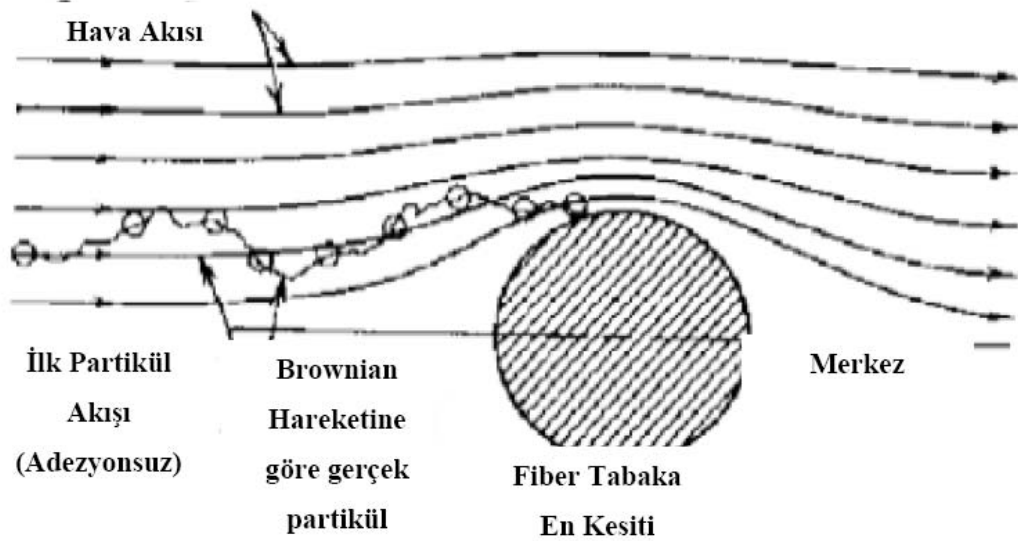
Fiber tabakadaki önemli diğer bir nokta ise belirli boyutta ve kütledeki taneciklerin birbirine belirli uzaklıktaki Laminer akış etkisi ile tabakada adsorbe edilmesidir. Tabakalar arasındaki uzaklık partikül yarıçapından daha yakın ise tabaka tarafından kesinlikle adsorbsiyon gerçekleştirilir. Fiber tabaka yüzeyinde partiküller arasında oluşan adhezyon sonucu tutunmalar olacaktır. Fakat taneciklerin özelliklerine dayanarak geçişler olabilir, bu geçişler teorik olarak yapılacak hesaplamalarda ihmal edilebilir niteliktedir. (Şekil 2.13).

Gazlar içerisinde yer alan moleküller sıcaklık, pH ve basınç değişimine bağımlı olarak sürekli hareket halinde bulunmaktadır. Belirli zaman içerisinde moleküler aynı hız ve aynı yönde hareket etmezler (Brownian Hareketi). Rasgele aynı hızda aynı yönde

de olsa hareket ederler ve farklı zamanlarda birbirleri ile çarpışarak momentum değişikliği de oluşturabilirler. Gaz moleküllerinin bir bölümü ise küçük taneciklerin yönünü değiştirebilecek ve yüzeye doğru zig-zag hareketi oluşumunu sağlayan yeterli momentuma sahiptir. (Şekil 2.14).



Şekil 2.13. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin adhezyonu

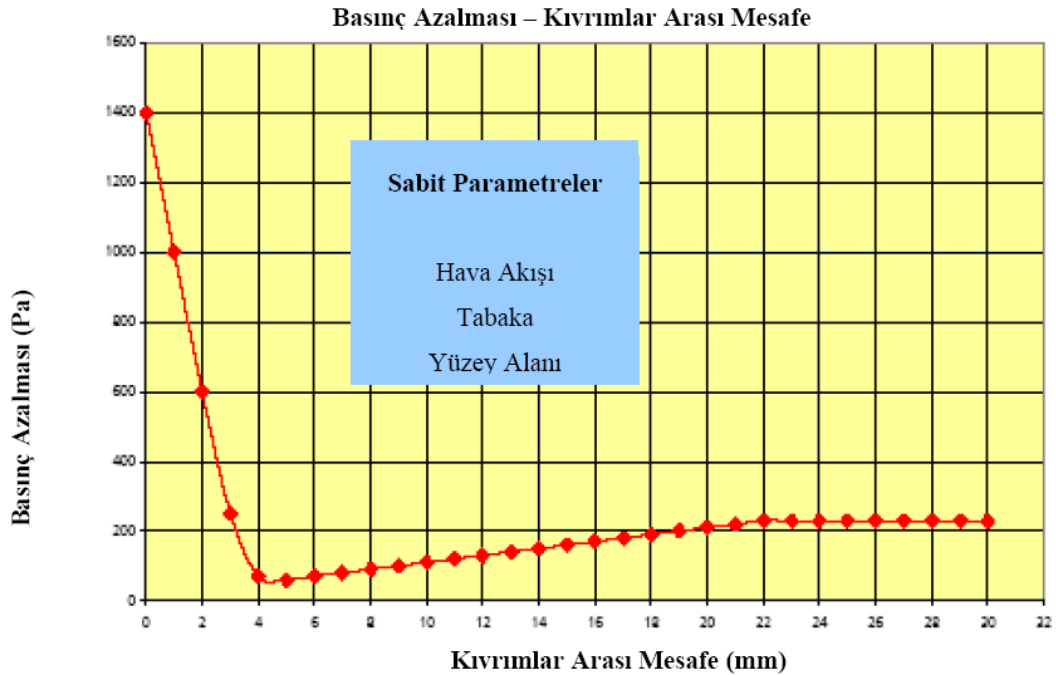


Şekil 2.14. Tek katlı fiber tabakada partiküllerin difüzyonu

Taneciklerin diğeri bir özelliği de elektrostatik yükleridir, farklı yüklerdeki partiküller birbirlerini çekerek filtrelerin yüzeyinde tutunabilirler. Belirli süreç içerisinde kullanım ile beraber (araçlarda ortalama 12.000–15.000 km) partiküller fiber tabakanın yüzeyine tutunabilir fakat taneciklerin elektrostatik yükleri bu durumda korunmaktadır. Filtrelerin kullanım süresi uzadıkça filtre tabakasının deforme olması ile beraber verimlilik oranının düşeceği belirtilmektedir.

Tek katlı fiber modelin çalışma mekanizması ile aynı özellikleri taşıyan günümüzde özellikle 2000 yılı sonrası araçlarda kullanılan klima filtreleri;

- Klima filtrelerinde belirlenmiş boyut, ağırlık ve elektrostatik yükteki taneciklerin toplanabilmesi için uygun tabaka olarak üretilmelidir,
- Filtreleme tabakasının yüzeyi ile maksimum yüzeye tutunabileceği katı (solid) partiküller arasında orantı olmalıdır. Bu oran: Tabakaya geçen hava miktarı/adsorbe edilen partiküller.



Şekil 2.15. Klima filtrelerindeki kıvrımlar arası mesafe ile basıncın değişimi

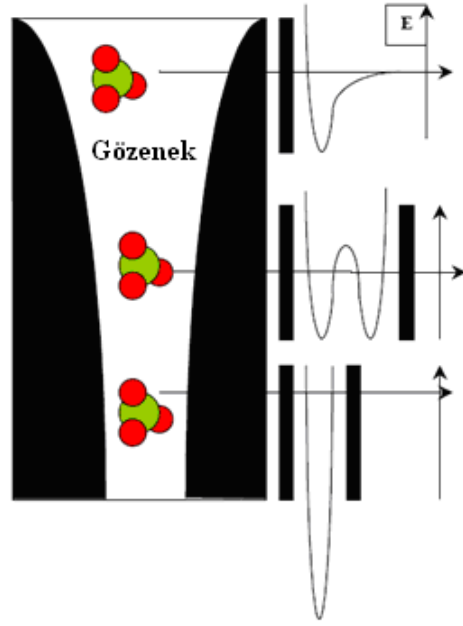
Fiber tabakanın üretiminde tabaka yüzeyi ve yüzeydeki kıvrımların arasındaki mesafe partiküllerin adsorblanmasında önem taşımaktadır. Filtrelerde maksimum adsorbsiyon için yüzey kıvrımlı olarak düzenlenmiştir. Birim uzunluktaki filtre kıvrım arası mesafenin artması sonucu basınç değişikliği gözlenebilir. Klima filtrelerindeki kıvrımlar arası mesafe-basıncın değişim grafiği Şekil 2.15’de ifade edilmektedir.

Kıvrımlar arasındaki mesafenin azaltılması tabaka içerisindeki hava akışına da etki ederek kullanılan yüzey artışına yol açar. Klima filtrelerinde basıncın azalması genellikle hava akışkanlığı ile orantılı değildir. Basıncın azalması ile hava akışı arasında aşağıdaki bağıntı vardır (Bansal ve Goyal, 2005):

$$\Delta p = C \left(\frac{dV}{dt} A^{-1} \right)^\alpha$$

V: Hava akışı, A: Filtrasyon Alanı, C: Malzeme ve element sabiti, α : 1-2 arası değişen sabit bir sayıdır. Yukarıda verilen denklemde, C ve α değerleri ortam şartlarına ve filtre tasarımına bağlı olup, bu parametrelerin her bir filtre tasarımı için tespitini gerektirmektedir. Kimyasal filtre ortamı için α değeri 2’den daha küçük değerler almaktadır. Kağıt-tipi filtrelerde ise bu değer 1’e yaklaşabilmektedir. $\frac{dV}{dt}$ zaman içindeki akan hacim olup genellikle hava akışı olarak adlandırılmaktadır. Alan (A), ortamın etkin filtrasyon alanıdır. $\left(\frac{dV}{dt} A^{-1} \right)$ filtre içinden geçen hava hızı olarak ifade edilmektedir. Bu hız, hava akışının alanın tümünden geçtiğinde teorik olarak kabul edilecek hızdır. Bu kabul, filtrasyon alanının bir kısmı katı madde ile kaplı olduğundan ve hava akışının geçişi için müsait olmadığından geçerli değildir. Filtre malzemesi mukayese edildiğinde, bu hız tüm performans verileri için kilit değerdedir.

Bu hız, testler sırasında aynı olması durumunda ise, filtreler toplama verimliliği, toz yükü gibi değerlere göre kıyaslanabilir. Aktif karbon, mineral karbon, plastik ve petrokimyasal maddeler yardımı ile üretilen en eski ve en iyi adsorban olarak tercih edildiği bilinmektedir. Aktif karbon granül yapısı ve yüzeyinden partikül geçişi ile adsorpsiyon potansiyel değişimi (Bansal ve Goyal, 2005) şematik olarak Şekil 2.16’de gösterilmektedir.



Şekil 2.16. Gözenek çapı ve adsorpsiyon potansiyel enerji (E) değişimi

Fiber tabakanın farklı bölümlerinde adsorplanma hızına göre, seçici adsorpsiyon meydana gelir. Potansiyel artışı ile adsorplanma etkisi giderek artış gösterir. Hava filtrasyonu için tercih edilen granüler yapıda aktif karbonlu tabakalarda mekanik özellikler ile beraber gözenek boyutunun da maksimum verim için önemli olduğu belirtilmektedir.

2.10. Polen Filtre Değişim Süresi ve Etkileri

Aracın akciğerleri pozisyonundaki klima filtrelerinin düzenli temizliği ve periyodik olarak değişimine dikkat etmek gerekmektedir. Eskiyen klima filtresi nedeni ile solunan havada oluşan kirlilik sürüş güvenliğini tehlikeye sokabilir. Ayrıca alerjik bünyeli sürücülerin çeşitli sağlık sorunları ile karşılaşmasına ve aracın içinin kötü kokmasına neden olduğu belirtilmektedir.

Klima filtresinin ömrü, çalıştığı dış ortama (havadaki toz ve bağıl nem yüzdesi), adsorbe etmesi gereken partikül çapına (toz, kömür, toprak vb) ve motorun istediği birim zamanda gerekli hava hacmine bağlı olarak artış ve azalma göstermektedir.

Klima filtrelerinin 12.000-15.000 km arası veya minimum yılda iki kez değiştirilmesi sağlık güvenliği açısından önerilmektedir. Aksi takdirde kabin içine giren

hava kalitesi hissedilir derecede düşebilmektedir. Olağandışı durumlarda (kirlenmiş çevre, sanayi vb) ise daha sık aralıklarla değişimi gerekmektedir.

2.11. Aktif Karbon Filtrenin Değişik Toksik Etkenler üzerine Filtreleme Etkisi

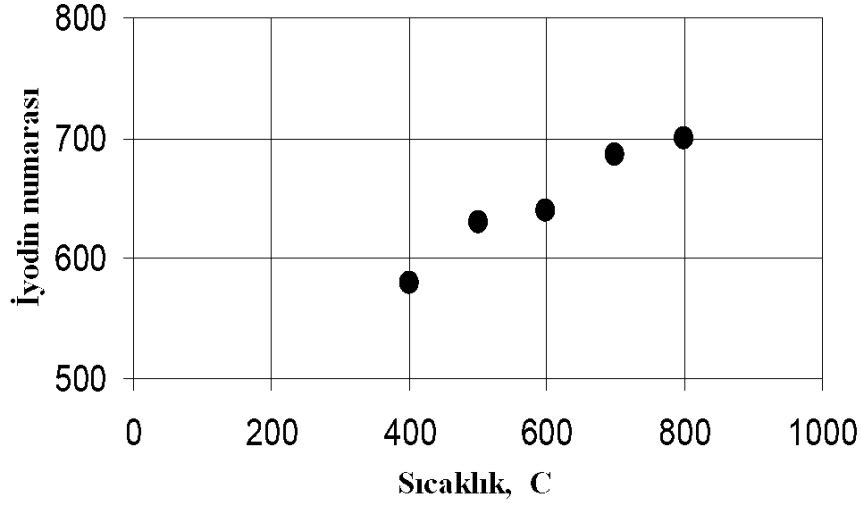
Aktif karbon filtrelerin gözenekli yapısı ve bu yapının boyutlarının molekül tutmak için gerekli ebatlara kadar varması, birim kütle için yüksek yüzey alanı, bu malzemeyi çok iyi bir filtre elemanı haline getirmektedir. Aktif Karbon filtrelerin filtreleme özelliklerinin tespitine yönelik yapılan çalışmalarda birçok kimyasal denenmiş ve bu denemelerin sonuçları yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda özellikle aktif karbon filtrelerin mükemmel derecede tutmayı başardığı kimyasallar ve çok iyi düzeyde tuttuğu kimyasallar belirlenmiştir (Anonymous, 2009e). Örneğin asetik asit ve benzen kimyasalları bu filtreler tarafından mükemmel derecede tutulabilirken, aseton ve eter için durum çok iyi seviyelerindedir.

Yapılan çalışmalarda mükemmel kimyasal tutma oranlarının tespitinde aktif karbonun kendi kütesinin üçte biri kadar miktardaki kimyasalı tutması durumu sınır şart olarak alınırken, bu durum çok iyi denilen seviyelerde aktif karbon kütesinin altıda biri seviyelerindedir.

Yapılan geniş kapsamlı çalışmalarda aktif karbon filtrelerin mükemmel tutma oranlarının elde edildiği kimyasallar için bir liste oluşturulmuştur. Bu listenin orijinal formunda detayları Ek-1 da verilmiştir (Anonymous, 2009e). Benzer bir liste çok iyi tutma başarısı gösterilen diğer kimyasalla içinde bulunmaktadır. Bu liste de orijinal formunda Ek-2 de verilmiştir (Anonymous, 2009e).

2.12. Aktif Karbonun Hammadde İmalat Sürecinin Filtre Performansına Etkisi

Karbonlaştırılmış ara ürünlerin aktif karbona dönüştürülmesi işlemi ile ilgili olarak aşağıda bir çalışma verilmiştir (Anonymous, 2009a). Bu çalışmada karbon aktifleştirme sıcaklığının İyodin numarasına etkisi incelenmiştir. Bu incelemede kullanılan karbon hindistan cevizi kabuğundan elde edilmiştir. İşlem süresi 15 dakika ile sınırlandırılmıştır. Yapılan incelemede iyodin numarasının sıcaklıkla arttığı gözlenmektedir. Ancak, bu artış bir süre sonra birleşen gözenekler sebebi ile düşmeye başlamaktadır ve bu durumun verilen grafikte yer almadığı görülmektedir.

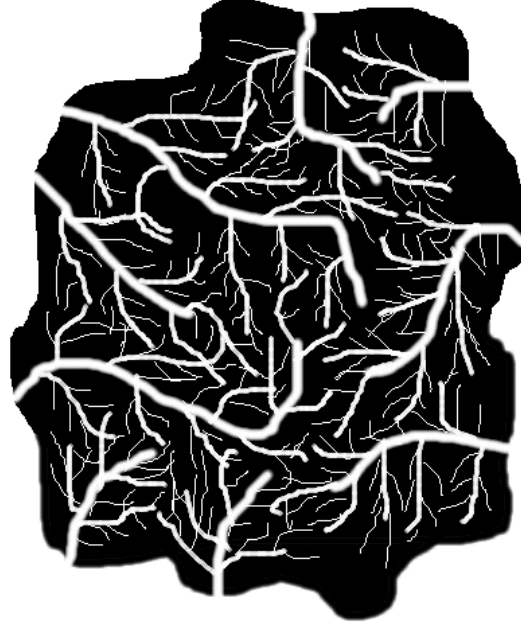


Şekil 2.17. İyodin numarasının karbon aktifleştirme sıcaklığı ile değişimi

2.13. Aktif Karbon Seçimi

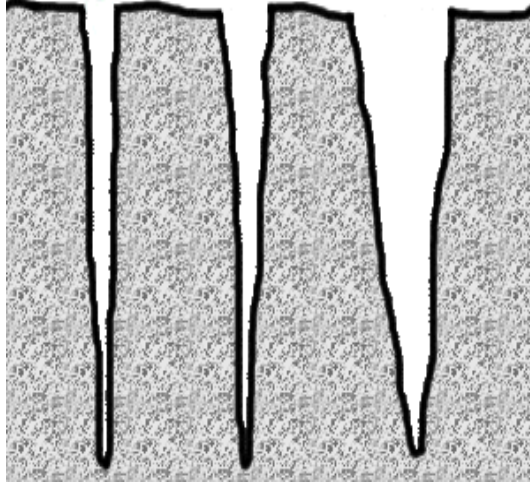
Çok çeşitli hammaddelerden aktif karbon üretilebilirse de çok farklı üretim yöntemleri ile de çok farklı aktif karbon tipleri üretilebilir. Bu farklılıklar temelde palet, granül ve toz şeklinde olmakla beraber aynı hammaddeden ve aynı fiziksel görünümde de olsa kullanım yeri olarak farklı sahalara hitap edebilir. Bu konu aktif karbon seçiminde olduğu gibi üretiminde de oldukça hassas bir konudur.

Aktif karbonlar arasında en büyük farklılaşmayı sağlayan en önemli parametre karbon granülü içindeki kanalların tanecik içinde dağılım şeklidir. Kalın çaplarla başlayan kanallar daha sonra orta büyüklükte ve daha sonra da ince kanallarla sonlanan labirent şeklinde oluşumlar bir aktif karbon zerresinin oluşumunu sağlar. Bu değişik çaplardaki kanalların oransal dağılımı ise tutulması istenilen istenmeyen elemanların özellikleri ile alakalıdır. Eğer yanlış bir karbon seçimi yapılırsa istenmeyen elemanlarla beraber yok olmasını istemediğimiz unsurları da ilgili ortamdan uzaklaştırmış olabiliriz.



Şekil 2.18. Aktif Karbon iç yapısı

Şekil 2.19’da sembolik olarak gösterilen 3 ayrı şekil farklı kanal çaplarının dağılımı göstermektedir. Rahatlıkla görülebileceği gibi en soldaki kanalda birbirine yakın çaplardaki maddeleri yakalanabilirken en sağdaki kanalda ise çok daha farklı büyüklüklerdeki maddeler yakalanabilir. Arıtılacak olan ortam içindeki istenmeyen unsurları uzaklaştırmak için seçilecek olan aktif karbon performansını etkileyen temel faktörlerin arasında üst sıralarda kanal çaplarının dağılımı gelir. Aktif karbon seçiminde her ne kadar kanal çaplarının dağılımı önemli olsa da, yerine göre hammadde olarak kullanılan materyal ve onu işleme tekniği de sonuçları oldukça etkilemektedir. Doğal kömürden elde edeceğiniz aktif karbonu tıbbi amaçla kullanmadığınız gibi kan veya serumlardan elde ettiğiniz aktif karbonu atık su arıtımında kullanmak verimli değildir. Yöntem olarak kimyasal olarak aktifleştirilmiş olan aktif karbonu içme suyu hazırlama tesislerinde kullanamayacağınız gibi sadece buharla aktifleştirilmiş odundan yapılmış granül aktif karbonu sert akışlı kolonlarda kullanmanız zorlaşacaktır.



Şekil 2.19. Aktif karbon kanal yapısı

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tezin ikinci bölümünde, aktif karbon malzeme detaylı bir şekilde ele alınmış bulunmaktadır. Tekrardan kaçınmak amacı ile bu kısımda malzemeye ait bilgiler tekrar verilmemiştir. Bu sebeple tezin bu kısmında asıl işin yapıldığı kısım olan imalat aşaması detaylandırılmış ve yapılan çalışmanın incelleme alanındaki katkısı ele alınmıştır.

Tez çalışmasında kullanılan materyal 2. bölümde detayları verilen aktif karbon malzemedir. Bu malzeme, ülkemizde henüz standartlara uygun kalitede üretilmeyen, ancak kullanımı her geçen gün artan bir hammaddedir. Hammadde olarak ülkemize Avrupa ve uzak doğudan olmak üzere ithalat ile gelmektedir. Ülkemizde ise, genel olarak yarı mamül ve ürün olarak üretimi tamamlanıp, düşük oranda iç piyasaya ancak yüksek oranda dış piyasaya ürün sunulmaktadır.

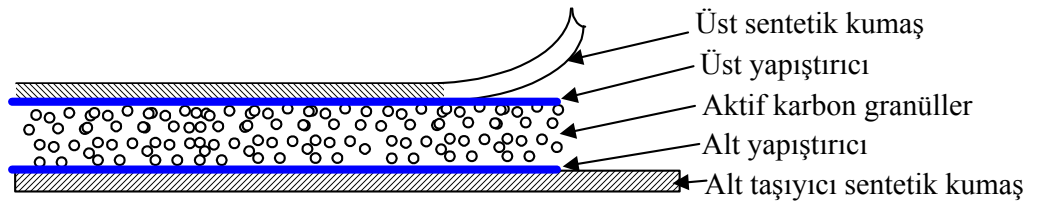
Ülkemizde aktif karbon esaslı ürünlerin kullanımı bir yana, ihraç ürünleri arasında da giderek artan ağırlıkta kalemler oluşturması, hammadde olarak dışa bağımlılık konusu bu alanda faaliyet gösteren firmaların en temel sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir başka sorun ise imalat kısmında olup, bu çalışma yakın zamana kadar aktif karbon ürünler ile ilgili temel sorun, kullanılan imalat metodunun sebep olduğu maliyet ve performans kayıplarıdır. Dolayısıyla ile tez çalışmasının 4.cü bölümü, materyalin işlenmesi ile ilgili konuları ele almaktadır.

3.2. Yöntem

Aktif karbon ürünler ve bu ürünlerin üretiminde kullanılan yarı mamul formundaki aktif karbon malzemeler daha öncede belirtildiği üzere çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada bu malzemeler genel başlıklar altında gruplanmak istenirse bu ürünler dört ana başlık altında toplanabilir.

- 1) Sadece aktif karbon granülleri ile dolu filtreler
- 2) Sıvı aktif karbon emdirilmiş sünger filtreler
- 3) Aktif karbon elyafı ile dokunmuş kumaşlar
- 4) Alt ve üst sentetik kumaş arasında lamine edilmiş (yapıştırılmış) granül halinde aktif karbon filtre malzemeleri

Bu çalışma ile ele alınan ürün tipi en yaygın olarak kullanılanlardan birisi olan dördüncü tip olup, lamine aktif karbon filtredir. Bu malzeme otomotiv sektöründe, binalar ve hastanelerin havalandırma sistemlerinde kullanılan filtrelerin ana malzemesini oluşturmaktadır. Şekil 3.1’de görüldüğü üzere, bu malzemenin çok basit bir yapısı olmasına rağmen kullanım alanı oldukça geniştir. Bu malzeme formunda, aktif karbon malzeme, alt ve üst sentetik kumaş tarafından korunmaktadır. Bu koruma görevinin yanı sıra, karbon granüllerin dağılmasına da müsaade edilmediğinden, filtrenin formu ve fonksiyonu da bu alt ve üst sentetik kumaşlar tarafından korunmaktadır. Ayrıca, bu alt ve üst sentetik kumaş tabakalar, iri boyutlarda olan toz, kir ve ayrıca rutubeti de tutma özelliğine sahiptir. Bu özellikleri ile filtre çok geniş kullanım alanlarına hitap etmektedir. Burada etkin özellik, filtrenin esas görevi olan standart filtrelerle elde edilecek filtreleme özelliğine ek olarak aktif karbon filtrenin avantajlarının sağlanmış olmasıdır.



Şekil 3.1. Lamine aktif karbon filtre yapısı

Şekil 3.1’de verilen üst kumaş filtrasyon özelliği yüksek bir malzemedir. Filtrasyon amacı ile iki tarafı ya da tek tarafı tüylü olarak tercih edilebilmektedir. Genellikle bir metre karesinin ağırlığı 50 ile 90 gram arasındadır. Yapısı örgü olmayan (non-woven) yapıdadır.

Taşıyıcı kumaş ise hava geçirgenliği yüksek ancak aktif karbon malzemeyi sızdırmayan bir malzemedir. Isı uygulaması durumunda ise verilen form ya da şekli koruma özelliğine sahiptir. Bu malzeme poli-etilen esaslı olup yine üst kumaş elemanında olduğu gibi örgü olmayan (non-woven) yapıdadır. Bu malzemenin ise metrekare ağırlığı 25 ile 35 gram civarındadır.

Filtre imalatında kullanılan aktif karbon elemanlar 35 ile 60 elek boyutundadır. Filtreleme işlemlerinde kullanılan genellikle karbon aktif karbondur. Ancak, bina havalandırma sistemlerinde istisnai bir durum olarak nötür karbon kullanılır.

Şekil 3.1 ile belirtilen konfigürasyonda olmak üzere aktif karbon filtre imalatı tamamlanır. Bu imalatı yapılan ürünün daha önceki kısımlarda kullanım ve imalat şekline bağlı olarak sınıflandırılması yapılmıştır. Ancak, bu malzeme ayrıca bir metrekareye serilen kömür miktarına bağlı olarak da sınıflandırılmaktadır. Bu durumda, metrekareye serilen kömür miktarı 200, 300, 400, 500 ve 600 gr olabilmektedir. Bu şekilde farklı miktarlarda aktif karbon içeren filtreler üretilebilmektedirler.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde aktif karbon filtrelerin genel olarak faydaları ve ekler kısmında farklı kaynaklardan alınan ve farklı detay seviyelerinde olması ve tipte özellik belirtmesi sebebi ile çalışmaya eklenen filtreleme yetenek tabloları verilmiştir. Bu çizelgelerde bazı durumlarda güvenilirlikleri birbirlerini doğrular nitelikte iken bazı durumlarda çok farklı olmasa da küçük sapmalar tespit edilmiştir. Bu sebeple, kaynaklara bu bilgilerin tamamı yanıltıcı olmamak adına eklenmiştir. Ek 1 de Aktif karbon filtrenin mükemmel oranda filtre edebildiği kimyasallar olarak litreatürde verilen liste verilmiştir. Ek 2 de ise, aynı filtrenin iyi derecede kabul edilen seviyelerde filtrelediği maddeler verilmiştir. Ayrıca Ek 3 de daha uzun ve detaylı bir liste bu kez filtreleme yeteneği 1 den 4 e kadar değişen aralıkta, 4 en iyi 1 ise orta veya altında seviyeler olmak üzere sınıflandırmalı alfabetik filtreleme yetenek listesi verilmiştir.

Aktif karbon filtrelerin sağladığı avantajlar açısından yukarıda (ve Ek 1, 2 ve 3 de) belirtildiği üzere oldukça fazla miktarda maddenin etkin biçimde filtrelenmesi

durumu söz konusudur. Ancak, buna bakteri ve virüslere karşı koruma özelliği de eklenmelidir. Bu özellikle son yıllarda aktif karbon filtrelerin özellikle ofis ve ev ortamında kullanımının yolu açmış bulunmaktadır. Genellikle küçük bir elektrikli ısıtıcı boyutlarındaki makinelerle ortamdan hava çekilmesi ve havanın partikül ve diğer maddelerden temizlendikten sonra ortama tekrar verilmesi esasına göre çalışan sistemler piyasaya sunulmuş bulunmaktadır. Bu sebeple, aktif karbon filtrelerin market alanı sadece sanayi, hastane veya otomobillerin havalandırma sistemleri değil, ev ve ofis ortamları da dâhil olmak üzere hemen hemen her alanda görülmeye başlanmaktadır.

Özellikle tez çalışmasına konu olan faaliyetlerin ve uygulamaların yapıldığı firmanın hedef alanı olan otomotiv sektöründe kullanılan filtreler havalandırma sisteminden kabine alınan havayı Ek 1, 2 ve 3 de verilen maddeler için filtrelemenin yanında, hem bakteri ve virüslerden hem de koku ve toz partiküllerinden temizleyerek, araçta yer alan kişiler için sağlıklı hale getirmektedir. Bu özellikleri ile standart filtrelerden sadece 3 ile 4 TL kadar fiyat farkı olan Aktif karbon filtreler ülkemizde çok tercih edilmemektedir. Bu fiyat farkının sağladığı avantajlar ve sağlıklı hava şartları ise maalesef bilinmemektedir. Ülkemizde bu konuda bir ilgisizlik söz konusudur.

Avrupa ülkelerinde aktif karbon filtrelerin araçlarda kullanımı %60 seviyesinde olup, oldukça yaygındır. Geriye kalan %40 ise standart filtre kullanmaktadır. Ülkemizde kullanım oranı ise Avrupa ülkelerinden çok gerilerde olup, % 5 ile % 8 seviyelerindedir (Ateş, 2008).

3.2.1. Alt Taşıyıcı Kumaş

Otomotiv sektöründe araçların klima filtrelerinde kullanılan malzemenin taşıyıcı kumaşı genellikle örgü olmayan (non-woven) kumaş tipidir. Kumaşın elyaf yapısı düzensiz ve dağınıktır. Genel olarak otomotiv sektöründe kullanılan bu kumaşların ağırlığı 0.25 ile 0.50 gr / m² civarındadır. Özel filtrasyon özellikleri yoktur. Sadece aktif karbon granülü taşıyan kabuk özelliği gösterir. Bu özelliği ile yapının bir arada kalmasını sağlayan esas destek elemanı özelliğini oluşturur. Bu malzemenin özelliği taşıdığı aktif karbon granülleri tutar ve dökülmesine, saçılmasına ya da serilme formunun bozulmasına da müsaade etmez. Diğer önemli bir özelliği ise aktif karbon lamine yapıya form verildiğinde bu formun korunmasını sağlar. Şekil verme işlemi ısı bir işlemdir. Önce mekanik olarak şekil verme işlemi gerçekleştirilir. Aynı anda ısı

verilir. Bu arada soğutularak verilen şeklin korunması sağlanır. Ayrıca oluşturduğu sert yapı lamine malzemenin kesiminde kullanılan testerelerin ağzında yırtılma parçalanma olmadan düzgün kesin oluşmasını sağlayacak niteliktedir.

3.2.2. Üst Kumaş

Üst kumaş filtrasyon özelliği yüksek bir malzemedir. Aktif karbonlu filtrede ön filtrasyon görevini yerine getirmektedir. Bu filtreleme aşamasında iri taneli partiküller toz ve benzeri standart filtreler tarafından gerçekleşen filtreleme işlemi aktif karbonlu filtrede bu eleman tarafından gerçekleştirilir. Bu filtreleme işlemi gerçekleştirilmek için iki tarafı ya da tek tarafı tüylü olarak tercih edilebilmektedir. Genellikle bir metre karesinin ağırlığı 50 ile 90 gram arasındadır. Yapısı örgü olmayan yapıdadır.

3.2.3. Yapıştırıcılar

Filtrasyon malzemelerinin (alt kumaş, granül aktif karbon ve üst kumaş) birbirlerine yapışarak tek kumaş haline gelmesini sağlar ve bu formunu korumasında yardımcı olur. Söz konusu laminar form üretim sırasında yine ısıl işleme gerçekleştirilir ve malzeme yukarıda belirtilen ve şekil değiştirme için uygulanan ısıl işleme kadar formun lamine olarak kalmasını sağlar.

Filtrenin aktif karbon orta kısmının alt ve üstünde olmak üzere iki kısmında yapıştırıcı kullanılır. Bu yapıştırma işlemi yapıştırıcı malzemenin serpiştirilmesi şeklinde gerçekleşir. Bu işlem üretimde kullanılan ürünün özelliklerine ve oluşturulması gereken malzeme özelliklerine göre değişebilir.

Aktif karbon filtre üretiminde kullanılan yapıştırıcılar ve çeşitleri aşağıda verildiği üzere:

a) Sıcak yapıştırıcı (Hot-melt): Oluşturulacak olan lamine formdaki aktif karbonlu filtre yarı mamulü için sıcak eriyik halde yapışma yüzeyi ya da tabakası oluşturmak üzere püskürtülerek uygulanır.

b) Web-kumaş yapıştırıcı: Yapıştırıcı malzeme kumaş halindedir. Bu malzemenin metrekaresinin ağırlığı 12 ile 15 gram arasındadır. Yapıştırıcıdan çok

dokunmuş kumaş görüntüsündedir. Yapıştırma işlemi için yapıştırılacak yüzeyin altına ve üstüne serilir.

c) Toz-granül halinde yapıştırıcılar: Bu tip yapıştırıcılar yapıştırma işleminin gereklerine göre yapıştırma işlemi yapan un veya şeker büyüklüğünde granüllerden oluşan bir yapıştırıcı tipidir. İmalatta bu yapıştırıcılar serpme metodu ile uygulanırlar. Kumaş üzerine bu yapıştırıcılar serpme mekanizması kullanılarak üretilcek aktif karbon filtrenin tipine göre önceden belirlenmiş olan miktarlarda olmak üzere üretim hızına da bağlı olarak serpilirler. Bu serpme işleminde dozaj ayarı önemli bir faktör olup, filtrenin hem formunun istenen mekanik özelliklerde ve istenen filtreleme yeteneğinde olmasını sağlaması açısından önemlidir. Dozajlanıp serpilten yapıştırıcı malzeme ile filtre elemanları ısı ve baskı uygulanarak birleştirilir. Verilen form yapıştırıcının soğutulması sırasında verilen form olarak sabitlenir. Bu aşamada genellikle baskı rulolama biçiminde devam ettiğinden lamine form elde edilmiş olur.

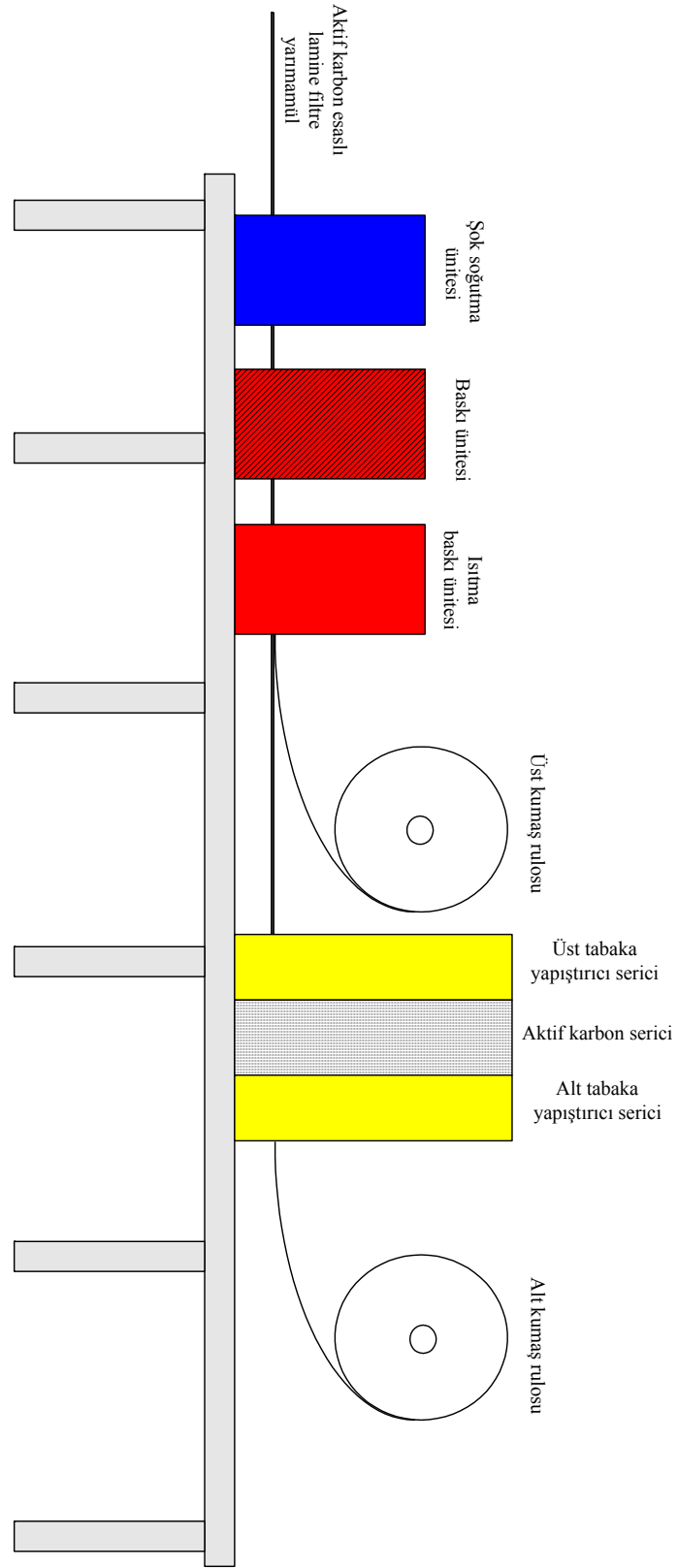
Piyasada her türlü amaca ve uygulamaya göre yapıştırıcı bulmak mümkündür. Burada, yapıştırıcının yapıştırma gücü, ısı işlem süresi, sıcaklığı, uygulanması gereken baskı süresi ve şiddeti bu yapıştırıcıları farklı kılan özelliklerdir.

Şekil 3.2 de geliştirilen imalat metodunun uygulandığı sistem gösterilmektedir. Bu sistemin basit ve anlaşılır sematik görünümünün yanı sıra EK 4’de gerçek sistem için fotoğraf da verilmiştir. Bu sematik resimde işlem aşamaları da sırası ile belirtilmiştir. İlk işlem aşaması alt tabaka kumaşın serilmesidir. Ardından yapıştırıcı serpilir. Daha sonra yapıştırıcının üzerine aktif karbon granüller serpilmektedir. Serpilten aktif karbon granüllerin üzerine ise ikinci tabaka yapıştırıcı serpilmektedir. Bu işleminde ardından üst kumaş tabakasının da serilmesi ile serme ve birleştirme işlemi tamamlanmış olmaktadır. Bu durumda son aşama olarak oluşturulan form verilmemiş malzemeye ısı işlem uygulanması ve ardında da yapıştırıcının sertleşip istenen formu alması için soğutulması gerekmektedir.

Bu işlemlerden ısı işlemler ile baskının uygulandığı kısımlar kırmızı ile soğutulan bölüm ise mavi ile verilmiştir. Yine aynı şekilde sarı kısımlar yapıştırıcının serildiği yerler iken orta kısımda gri renkte verilen bölüm ise aktif karbon granüllerinin serildiği yerdir.

Şekil 3.2’de görülen filtre malzemeleri olan alt ve üst tabaka kumaşlar örme olmayan (non-woven) tipte olmak üzere tedarikçi firmalardan istenilen ende (bu imalat işlemi için 1700 mm kullanılmaktadır) ve 500 metre boyunda rulolar halinde alınmaktadır.

Sisteme yüklenen alt kumaş rulosu taşıyıcı banda hareket verilmesi ile açılmaya ve sistemi beslemeye başlar. Burada sistemin iki farklı kısmına hızların eşit olması ve kumaşların serildiklerinde üst üste gelmesi ve aktif karbonun dışarı taşmaması gerekir. Açılan ve taşıyıcı bant üzerine alınan alt kumaşa ilk olarak yapıştırıcı granülleri serpilir, ardından da ilerleme sırasında hıza bağlı olarak önceden belirlenen miktarlarda olmak üzere granül formunda aktif karbon serpilir.



Şekil 3.2. Geliştirilen aktif filtre laminasyon sisteminin şematik görünümü

Bu işleminde ardından ikinci tabaka yapıştırıcı serilerek serme işlemi tamamlanır. Bu işlemlerden ısı işlem öncesi son aşama ise sıra üst kumaşın serilmesidir. Bu işlemde yine rulodan açılan ve daha önce de belirtildiği üzere üretim hızına bağlı olarak serilen kumaş ile tamamlanır. Bu işlemlerin ardından laminasyon işlemi başlar. Laminasyon işlemi iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalardan birincisi ısıtma ve baskı kısmı, ikincisi ise soğutma aşamasıdır. Yapıştırıcının düzgün yapışmasının ve yerleşmesinin sağlanması amacı ile yapıştırıcıya ısı uygulamasının hemen ardından baskı uygulaması yapılır. Isıtma işlemlerinin uygulanmasının ardından artan oranlarda baskı uygulanarak filtre yarı mamulün istenilen mekanik dayanımının oluşması sağlanır.

Şekil 3.2.'de verilen sistemde önemli bazı elemanlar geliştirilen sistemin sunulan imalat metodu ile üretimine olanak sağlamaktadır. Bunlardan birincisi alman patentli dozajlama üniteleridir. Bu makineler çok hassas oran ve miktarlarda malzeme serme özelliğine sahiptirler. Geliştirilen programları sayesinde farklı çalışma hızlarında aynı imalat için farklı oranlarda serme işlemini hemen hemen hatasız şekilde yapabilmektedirler. Bu özellikleri, üretimin her zaman zaten test edilmiş ve onaylanmış olan yüksek kalitede ürün elde edilmesini sağlamasıdır. Tüm serme sistemleri (2 adet yapıştırıcı ve 1 adet aktif karbon serme ünitesi olmak üzere) dijital sistemler olup, PLC kontrollü olarak çalışmaktadırlar. Kullanılan sistemin bir fotoğrafı Ek 4 de verilmiştir.

İmalat işlemlerinde geliştirilen imalat metodunu farklı kılan, maliyeti düşüren ve aynı zamanda filtrenin performansını artıran özelliklerin elde edilmesini sağlayan proses parametreleri ve bunlar yer aldığı işlem aşamaları aşağıda verildiği şekildedir.

- 1. Ön ısıtma bölümü:** Bu kısımda aktif karbon malzeme ile atta ve üstte yer alan yapıştırıcı malzemelerin erime sıcaklıkları, bu sıcaklıklarda aldıkları fiziksel form, ısıya maruz kalma süresi uygulanan ısının yapıştırıcılarda oluşturduğu sıcaklık parametreleridir.

2. Baskı silindirleri bölümü: Isıtılan ve istenilen kıvama getirilen yapıştırıcının alt ve üst kumaş ile arada yer alan granül formunda ki aktif karbonu birleştirmesi. Bu işlem gerçekleştirilirken artan oranlarda baskı uygulaması ile malzemelerin yerleşmesinin ve sıkı bir mekanik yapı oluşmasının sağlanması. Burada baskının artma oranı başlangıç ve son değerleri ile aralarda dinlenme için geçen süre prosesin kritik parametreleridir.

3. Şok Soğutma bölümü: Isınan malzemelerin esasen genişleme katsayıları malzemeler farklı olduğundan doğal olarak farklı miktarlarda gerçekleşmektedir. Bu genişlemeler sonucunda alt ve üst tabaka kumaşlar arasında ortaya çıkan farklılığın ortadan kaldırılması ve kırışma olmaması için sıcak iken malzemelerin kenarları denkleştirilmek üzere sıralanır. Ardından kayma ya da başka bir hareket oluşmadan sıcak haldeki yarı mamul hızlı bir şekilde soğutulur. Şok soğutma kısmından çıkan malzeme aynı zamanda rulolama makinesine aktarılır. Burada mekanik deformasyon olmaması için lamine malzemenin belirli bir sıcaklık değerinin altına düşmemesi de gerekir. Bu işlem aşamasında şok soğutmanın miktarı, lamine malzemenin en son alacağı sıcaklık değeri ve kenarların eşleştirilmesi işlemleri prosesin kritik parametreleri ve aşamalarıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan çalışma geliştirilen teknik kullanılarak üretimi gerçekleştirilen aktif karbonlu filtre yarı mamul Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu resimden de görüldüğü üzere elde edilen yapıda bölgesel kumaş yoğunluk farklılıkları bulunmaktadır. Bu kullanılan kumaşın örgü olmayan (non-woven) yapısından kaynaklanmakta olup, filtreleme açısından daha uygun bir form oluşturmaktadır.

Şekil 4.1’de verilen örneğe ait resimde elde edilen ürün laminasyon işleminin tamamlanmasından sonra rulolanmaktadır. Rulolama işlemi ile yarımamülün üretimi tamamlanmaktadır. Geliştirilen teknikle üretilen lamine yarı mamül bu hali ile hali hazırda ulusal ve uluslar arası pazarda Pazar pazı için potansiyeli bulunan bir üründür. Elde edilen yarımamül halindeki lamine aktif karbon filtreler uluslar arası laboratuarlarda test edilmiş ve standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu aynı zamanda geliştirilen imalat metodunun başarılı olduğunun tespiti anlamına gelmektedir. Bu testlerde filtrenin aşağıda listelenen özellikleri test edilmiştir.

1) Tutma kapasitesi: Filtrelerin gözeneklerinin belirli bir kapasitesi vardır. Bu kapasite aşıldığında filtre görevini yerine getiremez hale gelmektedir. Bu sebeple, kirlilik miktarı bilinen bir kirletici ile filtre yoğun bir filtreleme işlemine tabi tutulur. Bu işlemle filtreden geçen ve filtrede kalan kirletici miktarı ile geçen akışkanın (havanın veya sıvı) debisindeki değişimler incelenir. Bu incelemelerden sonra filtrenin performansı aktif karbon filtre standartları ile karşılaştırılır. Elde edilen sonuçlara göre filtrenin standartlara uyup uymadığı tespit edilmektedir.

2) Geçirgenlik: Filtrelerin belirli alan ölçüleri için geçirmeleri gereken miktarda hava veya sıvı miktarı söz konusudur. Filtre bu debi değerlerini sağlamak zorundadır. Üstelik filtrenin sağladığı bu debinin filtre ömrü ve kapasitesi ile de uyumlu olması ve beklenen değişim değerlerini verebilmesi gerekmektedir. Burada değişimden kasıt, filtrenin belirli bir ömür süresi içinde

filtreleme fonksiyonunun belirli standart değerler altına düşmeden sürdürebilmesine dayanmaktadır.



Şekil 4.1. Lamine levha formu verilmiş aktif karbon yarı mamul

3) Filtreleme performansı: Aktif karbon filtreler için Çizelge 4.1'de kısa bir liste halinde verilen bazı kimyasal maddeler ile organik ya da inorganik bazı kimyasalları geçirmeme veya filtre bünyesinde tutma özelliği göstermeleri beklenir. Bu teze konu olan çalışma ile üretimi yapılan ve test edilen aktif karbonlu ürünlerin farklı kimyasalları filtreleme yeteneklerini gösteren liste Çizelge 4.1'de verilmiştir. Her ne kadar bu maddelerin hepsi için imal edilen ürünlerde test yapılmamış ise de, genel durumu gösteren bir liste ise daha detaylı bir liste Ek 3 de verilmiştir. Ek 3 incelendiğinde aktif karbon filtrelerin testlerinin de ne kadar teknolojik bir işlem olduğu listenin uzunluğundan anlaşılacaktır. Bunun sebebi ise listede verilen maddelerin her birinin testinin ayrı ayrı yapılması gerekmesi ve bu işlem için bilinen oranlarda taşıyıcı maddeye (hava veya sıvıya) bu maddenin eklenmesi ve filtrelemeden sonra tutulan miktarına bakılması gerekmektedir. Bu incelemelerden sonra filtrenin performansı aktif karbon filtre standartları ile karşılaştırılabilmektedir ve söz konusu liste oluşturulmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre filtrenin standartlara uyup uymadığı tespit edilmektedir. Bu testler aynı zamanda oldukça pahalı testlerdir.

4) Filtrenin mekanik özellikleri: Aktif karbon filtreler için aynı zamanda diğer filtrelerde de olduğu üzere mekanik dayanım incelemesi yapılmaktadır. Bu inceleme ise elde edilen filtrenin dayanım sınırlarının tespiti amacıyla taşımaktadır. Bu testlerde filtreler darbe şeklinde ani yükleme, sürekli yüksek sınırlarda basınçlara maruz kalma gibi zorlama şartlarına dayanmalıdır. Ayrıca ortamdaki kaynaklanabilecek ekstra durumlar da dikkate alınarak delinme, yırtılma ve benzeri testler de uygulanmaktadır. Yine diğer testlerde olduğu üzere, bu

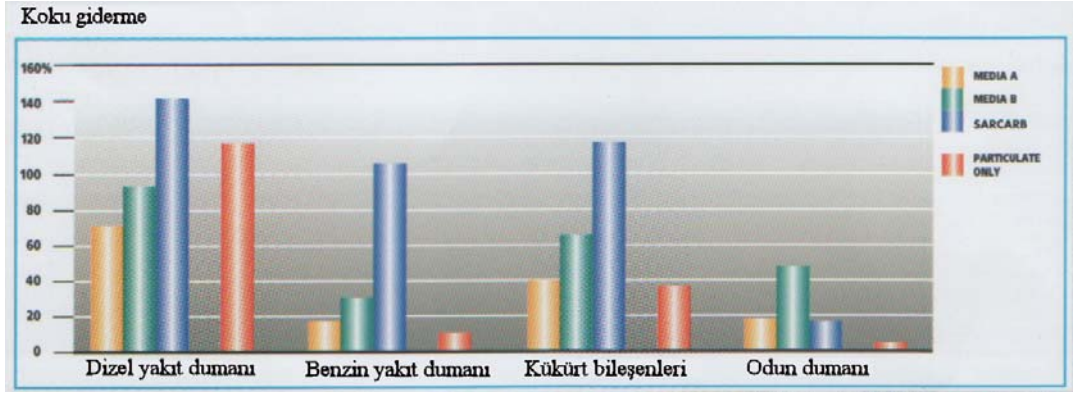
incelemelerden sonra filtrenin performansı aktif karbon filtre standartları ile karşılaştırılır. Elde edilen sonuçlara göre filtrenin standartlara uyup uymadığı tespit edilmektedir.

Çizelge 4.1. Üretilen aktif karbon filtrenin bazı kimyasalları filtreleme etkisi

Madde	Molekül ağırlığı	Filtreleme yeteneği	Madde	Molekül ağırlığı	Filtreleme yeteneği	Madde	Molekül ağırlığı	Filtreleme yeteneği
Methane Series			Cresol	108.13	4	Chloroform	119.39	4
Methane	167.04	1	Menthol	156.26	4	Carbon Tet.	153.84	4
Ethane	30.07	1	Formaldehyde	30.03	1	Iodoform	393.78	4
Propane	44.09	2	Acetaldehyde	44.05	2	Phosgene	98.92	4
Butane	58.12	2	Propionaldehyde	58.09	3	Pyridine	79.10	4
Pentane	72.15	3	Acrylaldehyde	56.06	3	Indole	117.14	4
Hexane	86.17	3	Butyraldehyde	72.10	4	Skatole	131.17	4
Heptane	86.17	3	Valericaldehyde	86.13	4	Nicotine	162.23	4
Heptane	100.20	4	Crotonaldehyde	70.09	4	Nitrobenzene	123.11	4
Octane	114.23	4	Formic Acid	46.03	2	Urea	60.06	3
Nonane	128.25	4	Lactic Acid	90.08	3	Uric Acid	168.11	4
Decane	142.28	4	Acetic Acid	60.05	4	Putrescine	88.15	4
Acetylene Series			Propionic Acid	74.08	4	Chlorine	70.91	3
Acetylene	26.04	1	Butyric Acid	88.10	4	Bromine	159.83	4
Propyne	40.06	2	Valeric Acid	102.13	4	Iodine	253.84	4
Butyne	54.09	2	Acrylic Acid	76.06	4	Hydrogen Fluoride	20.01	1
Pentyne	68.11	3	Caprylic Acid	144.21	4	Hydrogen Chloride	36.47	2
Hexyne	82.14	3	Pamitic Acid	256.42	4	Hydrogen Bromide	80.92	2
Ethylene Series			Methyl Acetate	74.08	3	Hydrogen Iodide	127.93	2
Ethylene	28.05	1	Ethyl Acetate	88.10	3	Nitrogen Dioxide	46.01	2
Propylene	42.08	2	Propyl Acetate	102.13	4	Nitric Acid	63.02	2
Butylene	56.10	2	Butyl Acetate	116.16	4	Sulfur Dioxide	64.08	2
Pentylene	70.13	3	Amyl Acetate	130.18	4	Sulfur Trioxide	80.06	3
Hexylene	84.16	3	Acetone	58.08	3	Sulfuric Acid	98.08	4
Heptylene	98.18	4	M.E.K.	72.10	4	Adhesives		4
Octylene	112.21	4	Diethyl Ketone	86.13	4	Ammonia		2
Benzene Series			Dipropyl Ketone	114.18	4	Asphalt fumes		4
Benzene	78.11	4	Methyl Ether	46.07	3	Auto Exhaust		3
Toluene	92.13	4	Ethyl Ether	74.12	3	Bathroom smells		4
Xylene	106.16	4	Propyl Ether	102.17	3	Bleaching Solutions		3
Other substances			Butyl Ether	130.23	4	Cleaning Compounds 4		4
Isoprene	68.11	3	Amyl Ether	158.28	4	Cooking Odors		4
Turpentine	136.23	4	Methyl Acrylate	86.09	4	Hospital Odors		4
Naphthalene	128.16	4	Ethyl Acrylate	100.11	4	Household Smells		4
Phenol	94.11	4	Methyl Mercaptan	48.10	4	Jet Fuel Fumes		4
Methyl Alcohol	32.04	3	Ethyl Mercaptan	63.13	4	Kitchen Odors		4
Ethyl Alcohol	46.07	4	Propyl Mercaptan	76.15	4	Mildew		3
Propyl Alcohol	60.09	4	Eucalyptol	154.25	4	Mold		3
Butyl Alcohol	74.12	4	Camphor	155.23	4	Ozone		4
Amyl Alcohol	88.15	4	Methyl Chloride	50.49	3	Paint & Redecorating Odors		4
			Ethyl Chloride	64.52	4	Smog		4
			Propyl Chloride	78.54	4	Stale Odors		4
			Butyl Chloride	92.57	4			
			Methylene Chloride	84.94	4			

5) Filtrenin Koku giderme özellikleri: Aktif karbon filtreler için diğer filtrelerde olmayan bir test daha uygulanmaktadır. Bu test filtrenin koku giderme etkisi üzerine incelenmesi amacıyla taşımaktadır. Bu inceleme ise elde edilen filtrenin kokuya sebep olan maddeleri tutma kapasitesi ve sonuçta oluşan koku giderme etkisidir. Bu testler için akışkana (hava veya sıvıya) koku veren maddeler eklenir ve filtreleme işleminin ardından bu maddelerin kalıntılarının miktarına bakılarak filtreleme

etkisi tespit edilir. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda firmanın ürettiği ürünler için elde edilen test sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir. Burada ismi belirtilmek istenmeyen 2 farklı firmaya ait ürün (Medium A, Medium B) ile geliştirilen imalat metodu ile üretilen ürünün performansı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştıma uluslararası standartlara uygunluk tescil belgesi veren bir firma tarafından yapılmış olup, sonuçlar sertifikalıdır. Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü üzere geliştirilen imalat metodu ile üretilen ürün (SARCARB) diğerlerine göre yüksek performans göstermiş olup, standartları fazlasıyla karşılar nitelikte performans göstermiştir.



Şekil 4.2. Aktif karbon filtrenin koku ve egzost atıkları ile duman filtreleme etkisi

Firmanın geliştirilen teknikle ürettiği SARCARB adı verilen aktif karbon esaslı filtreye ait ürün kataloğu Ek 5, 6 ve 7 de verilmiştir. Bu ürün hali hazırda ticari bir ürün olup, hem yurt için hem de yurt dışına satışı söz konusudur.

Aktif karbonlu filtre kumaşı Avrupa ve Amerika da sayılı firmalar tarafından ileri teknoloji ve çok yüksek maliyetli imalat hatları ile üretilmemektedir. Bu çalışmada ulaşılmış olduğumuz sonuç ise aynı teknik özellik ve kalitedeki malzemeyi çok daha ekonomik şartlarda imal edebilmemizdir. Bunun için öncelikle yaygın olarak kullanılan ve maliyet ve performans konularında sorunlar yaşanan klasik imalat şeklini incelememiz gerekir.

Klasik imalatın en önemli farkı alt kumaş, karbon ve üst kumaşın laminasyonu esnasında yapıştırıcı olarak ısı ile eriyen tipte (hot melt) bir malzeme kullanılmasıdır. Bu malzeme ya da yapıştırıcı 180 °C'ta eriyerek sıvı vaziyete geçen güçlü bir yapıştırıcıdır. Malzeme, sıcaklığı ayarlı bir kazana granül şeklinde konularak erimesi sağlanır ardından dişli pompa vasıtasıyla yine etrafında özel rezistanslı kumaşla kaplı ısıtmalı hortum ve memelerden basınçla püskürtülür. Burada kazan, hortumlar ve memelerin sıcaklık değerlerinin kontrolü ve ayarı mevcuttur. Klasik aktif karbonlu malzeme imalatında ısı ile eriyen tipte (hot melt) dökme düzeneğinin çok gelişmiş ve yüksek kapasiteli olması gerekmektedir. Alt süzme görevini yapacak malzemeye karbon dökülmesinin ardından malzemeye enine göre yeteri sayıdaki enjektörden ısı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcı püskürtülür ve üst taşıyıcı kumaşla beraber laminasyona girer. Bu tip imalatın en büyük dezavantajları, devamlı bir imalat olduğu için sürekli, kesintisiz ve eksiksiz yüksek hacimlerde ısı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcıya ihtiyaç vardır. Bunu temin edecek düzeneğin maliyeti çok yüksek ve bakımı zordur. Eriyik ısı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcının enjektörlerinin donma sebebi ile tıkanma, enjektörlere pislik kaçma, yüksek sıcaklıkta çalışan pompa ve valflerin arıza yapması gibi sorunları mevcuttur. Bu yüzden bakım ve temizlik için uzun süreli duruşlar gerekmekte, parçalar yüksek sıcaklık ve basınçtan dolayı oldukça sık bozulmaktadır. Bu durumda, bakım onarım maliyeti yükselmekte ve bu süreçte geçen zaman ise imalatın durması sebebi ile ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Üstelik sık bakım ve arıza üretimde ciddi oranlarda fireye sebep olmakta ve firenin hiçbir şekilde geri dönüşümü de yapılamamaktadır.

Geliştirilen yeni imalat metodu ile klasik imalat şeklinin karşılaştırılması durumunda Çizelge 4.2 de verilen durumla karşılaşılmaktadır. Bu çizelgede klasik metot ile geliştirilen metodun avantaj ve dezavantajları sunulmuştur. Avantajlar normal font tipinde dezavantajlar ise italik olarak yazılmıştır. Bu şekilde karşılaştırmanın kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, geliştirilen metodun klasik yöntemle göre ciddi maliyet avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi ilk yatırım maliyetidir. En az onun kadar ciddi ikinci avantaj ise çalıştırma maliyetidir. Bu durum daha önce de belirtildiği üzere imalat şekillerinin dayandığı prensiplerden kaynaklanmaktadır.

Geliştirilen metodun bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar özellikle kullanılan toz yapıştırıcının davranışından kayınlanmakta olup, söz konusu alanda yapıştırıcının teknik ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi çalışmaları halen devam etmektedir. Bu geliştirme çalışmalarının iyi sonuç vermesi durumunda geliştirilen imalat metodu rakipsiz hale gelecektir.

Çizelge 4.2. Klasik imalat metodunun geliştirilen imalat metodu ile karşılaştırılması

Klasik Tip İmalat	Yeni Tip İmalat
<i>Yapıştırıcı olarak ısı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcı kullanılır.</i>	Toz yapıştırıcı kullanılır.
<i>Yatırım maliyeti çok yüksektir.</i>	Klasik tipe kıyasla yatırım maliyeti 1/3 tür.
<i>Bakım ve temizlik için rutin ve uzun süreli duruşlar gereklidir ve bakım maliyeti yüksektir.</i>	Bakım süreleri çok kısadır ve duruş gerektirmez. İmalat süre kaybından kaynaklanan maliyet artışlarına uğramaz.
<i>Yapıştırıcının alt ve üst kumaşa nüfusu daha fazladır. Bu filtreleme performansını olumsuz etkileyebilmektedir.</i>	İyi bir yapışma sağlamak için daha fazla yapıştırıcı kullanılır. Ancak performansla etki ısı ile eriyen tipteki yapıştırıcı kadar değildir.
Isı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcı granül ortam sıcaklığında sert bir malzeme olması sebebiyle çıkan kumaş daha serttir ve pliselenmesi daha kolay olur.	<i>Toz yapıştırıcı kullanıldığından malzeme de sertleşme olmaz. Bunu sağlamak için üst taşıyıcı malzeme önceden sertleştirilir. Bu ciddi bir maliyet artışına sebep olmaz.</i>
Isı ile eriyen tipte (hot melt) yapıştırıcının hızlı soğuyup katılaşması sağlanarak yapıştırıcı hareketi sınırlanabilir.	<i>Toz yapıştırıcı, toz süzme görevini yapacak alt kumaşın, gözenekleri tıkalabilir, dışına çıkabilir ve geçirgenlik miktarını azaltabilir.</i>

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma ile ülkemizde kullanımını yeni ancak uluslararası alanda yaygın olan ülkemiz açısından yeni bir ürün olan aktif karbon filtrelerin tanıtımı yapılmış ve aktif karbon malzemeler ile bu malzemelerin kullanım alanları, sağladıkları yararlar detaylı bir şekilde sunulmuştur. Aktif karbonlu filtrelerin hali hazırda geniş bir kullanım alanına ulaştığı görülmektedir. Sunulan bilgiler söz konusu filtre sistemlerinin gelecekte daha da artacak olan uygulama alanlarına işaret etmektedir. Bu durumda çalışmanın materyal metot kısmında ve araştırma bulguları ve tartışma kısımlarında verilen detaylar ışığında, tanıtılan ve üretimde kullanımına başlanılan imalat metodunun avantajları açıktır. Bu avantajlar yapılan imalatı yapılan ürünün hem performansının artırılmasını, hemde maliyetinin düşürülmesini sağlaması açısından önemlidir. Bu durum, özellikle ürünlerin uluslararası piyasada rekabet gücünü artırması açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışması ile hem Türkçe literatürde aktif karbon malzeme ve filtre sistemleri ile ilgili görülen bir eksikliğin giderilmesine, hemde yeni bir üretim tekniğinin tanıtımı ve imalatta kullanımına yönelik detaylar verilerek bu konuda bir bilgi paketi hazırlanması da sağlanmış olmaktadır.

Daha öncede belirtildiği üzere, ülkemizde aktif karbon üretimi yapılmamakta olup, bu ürün için Avrupa ya da Asya pazarlarına bağımlılık söz konusudur. Bu alanda meydana gelen gelişmeler ve her geçen gün artan kullanım alanları ülkemizde bu konuda çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir. Yapılacak çalışmalarda farklı uygulamalara yönelik farklı aktif karbon tiplerinin üretimini sağlanabilmesi gerekecektir. Özellikle, insanlığın çevreye verdiği zararın azaltılması ve hatta yok denecek seviyelere indirilebilmesi aktif karbon filtreleme sistemleri ile mümkün olabilecektir. Ayrıca, insan sağlığını olumsuz etkileyen birçok etken yine aktif karbon filtreler ile ortadan kaldırılabilir.

Bir başka önemli araştırma ve geliştirme çalışması yönü ise yeni ve çeşitli ürünler ile ulusal ve uluslararası pazarda yer almaktır. Bu amaçla, yeni uygulamaların yanı sıra, var olan ve hali hazırda kullanılan ürünlerinde üretilebilmesi ve hatta mümkün ise geliştirilebilmesi gerekmektedir.

Bu iki hedefe ulaşılabilmesi durumunda, geleceğin önemli ürünlerinden olan aktif karbonlu ürünlere ait pazarda söz sahibi olunulabilmesi mümkün olacaktır. Bu sebeple, ileri dönemlerde bu alanda yapılacak çalışmalarda iki önemli hedef ortaya çıkmaktadır. Bunların birincisi aktif karbon hammaddesini üretmektir. İkincisi ise, yeni ürünleri geliştirme çalışması yapılacak alanları belirlemek ve söz konusu ürünleri geliştirmek ve bu alanda pazarda olan ürünlerde dâhil olmak üzere geniş bir yelpazede üretim yapmaktır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2009a. Value Added Products From Gasification - Activated Carbon. [http://en.wikipedia.org/wiki/Activated_carbon Value Added Products From Gasification - Activated Carbon.pdf](http://en.wikipedia.org/wiki/Activated_carbon_Value_Added_Products_From_Gasification_-_Activated_Carbon.pdf).
- Anonymous, 2009b. Activated-carbon. <http://www.activated-carbon.com/1-2.html>
- Anonymous, 2009c. What is activated carbon. <http://www.chemvironcarbon.com/en/activated-carbon/what-is-activated-carbon.html>
- Anonymous, 2009d. Activated-carbon. <http://www.activated-carbon.com/1-3.html>
- Anonymous, 2009e. Activated carbon filter. <http://www.sentryair.com/activated-carbon-filter.htm>
- Anonymous, 2009f. Activated Carbon by Favio Rodriguez. http://www.engineer.tamuk.edu/departments/ieen/faculty/DrLPeel/Courses/Meen3344/Student_presentations/Activated%20Carbon_Favio%20Rodriguez.ppt
- Ateş, F., 2008. Bazı araç klima filtreleri yardımıyla istanbul havasındaki eser element kirliliğinin araştırılması. **İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Bandosz, T.J., 2006. Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation, , **Elsevier**, The Netherlands.
- Bansal, R. C. ve Goyal, M., 2005. Activated Carbon Adsorption, **Taylor & Francis**, New York, USA.
- Choromanski, J., 2004. Activated Carbon. 1st Aquality Symposium, April 2-9, Oceanario de Lisboa, Portugal
- Lartey, R.B. ve Acquah, F., 1999. Developing national capability for manufacture of activated carbon from agricultural wastes. **The Ghana Engineer**, May 1999.
- Loftis, R., 2001. Wood-based vs. Coal-based GACa LCA comparison. <http://www.ees.ufl.edu/homepp/lindner/presentations/2001-fall/LCA-presentation.ppt>

TEŐEKKÖR

Tez alıŐmamn baŐından son anına kadar gÖstermiş olduğu sabır ve sınırsız yardımlarından dolayı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hakan YAVUZ'a teŐekkÖrü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

İskenderun'da 16/03/1976 yılında doğdum. İlk ve Orta öğrenimimi İskenderun'da lise eğitimini ise İstanbul'da tamamladım. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine mühendisliği bölümünde üniversite tahsilime başladım. 1996 senesinde makine mühendisi olarak iş hayatına atıldım. Araçların yağ, yakıt, hava ve polen filtrelerini imal edip yurt içi ve yurt dışına pazarlamasını yapan, Sardes Otomotiv Ltd. Şti.'ni 2001 senesinde kurdum. Halen bu şirketin Genel Müdürlüğünü yapmaktayım. Evli 1 çocuk babasıyım.

EKLER

EK 1: Aktif Karbon Filtrenin Mükemmel Oranda Filtre Edebildiği Kimyasallar

Acetic Acid	Chlorobenzene	Ethyl acrylate	Mercaptans	Palmitic Acid	Toilet odors
Acetic anhydride	Chlorobutadiene	Ethyl alcohol	Menthyl acrylate	Paradichlorbenzine	Toluene
Acrylic Acid	Chloroform	Ethyl benzene	Methyl butyl ketone	Pentanone	Toluidine
Acrylonitrile	Chloronitropropane	Ethyl bromide	Methyl cellosolve	Perchloroethylene	Trichloroethylene
Alcoholic Beverages	Chloropicrin	Ethyl silicate	Methyl cellosolve acetate	Perfumes, cosmetics	Trichloroethane
Ameyl acetate	Citrus and other fruits	Ethylene chlorhydrin	Methyl chloroform	Phenol	Turpentine
Amyl alcohol	Cleaning compounds	Ethylene dichloride	Methyl isobutyl ketone	Pitch	Uric acid
Amyl ether	Creosote	Essential oils	Methyl mercaptan	Popcorn and candy	Valeric acid
Aniline	Cresol	Eucalyptole	Methylcyclohexane	Poultry odors	Valericaldehyde
Asphalt fumes	Crotonaldehyde	Fertilizer	Methylcyclohexanol	Propionic acid	Varnish fumes
Benzene	Cyclohexane	Fish odors	Methylcyclohexanone	Propyl acetate	Xylene
Body odors	Cyclohexanol	Floral scents	Methylene chloride	Propyl alcohol	
Bromine	Cyclohexanol	Gangrene	Monofluorotrichloromethane	Propyl chloride	
Burned Flesh	Cyclohexene	Garlic	Naphtha	Propyl ether	
Burned Food	Decane	Menthol	Paint & redecorating odors	Tobacco smoke odor	

EK 2: Aktif Karbon Filtrenin İyi Oranda Filtre Edebildiği Kimyasallar

Acetone	Diethylamine	Formic acid	Methyl alcohol	Pollen
Acrolem	Ether	Hexane	Methyl bromide	Propionaldehyde
Automobile Exhaust	Ethyl amine	Hexylene	Methyl chloride	Putrefying substances
Borane	Ethyl chloride	Hexyne	Methyl ether	Slughtering odors
Butyraldehyde	Ethyl ether	Hydrogen bromide	Methyl formate	Sulfur trioxide
Chorine	Ethyl formate	Hydrogen cyanide	Pantane	
Coal smoke	Ethyl mercaptan	Hydrogen iodide	Pentylene	
Butadiene	Ethylene oxide	Hydrogen sulfide	Pentyne	
Dichlorodifluoromethane	Film processing odors	Isoprene	Phosgene	
Dichloromonofluormethane	Fluorotrichloromethane	Methyl acetate	Poison gases	

EK 3 - AKTİF KARBONUN FİLTRELEME ÖZELLİKLERİ

Aşağıda Aktif karbon filtrenin farklı maddeler üzerinde filtreleme etkisi (en iyi olan 4 rakamından zayıf olan 1) listelenmiştir (Anonymous, 2009e).

No	Madde	Filtreleme yeteneği
1	Acetic acid	4
2	Acetic anhydride	4
3	Acetone	3
4	Acetylene	1
5	Acrolein	3
6	Acrylic acid	4
7	Acrylonitrile	4
8	Adhesives	4
9	Air-Wick	4
10	Alcoholic beverages	4
11	Amines	2
12	Ammonia	2
13	Amyl acetate	4
14	Amyl alcohol	4
15	Amyl ether	4
16	Animal odors	3
17	Anesthetics	3
18	Aniline	4
19	Antiseptics	4
20	Asphalt fumes	4
21	Automobile exhaust	3
22	Bathroom smells	4
23	Benzene	4
24	Bleaching solutions	3
25	Body odors	4
26	Borane	3
27	Bromine	4
28	Burned flesh	4
29	Burned food	4
30	Burning fat	4
31	Butadiene	3
32	Butane	2
33	Butanone	4
34	Butyl acetate	4
35	Butyl cellosolve	4
36	Butyl chloride	4
37	Butyl ether	4
38	Butylene	2
39	Butyne	2
40	Butyraldehyde	3

No	Madde	Filtreleme yeteneği
41	Butyric acid	4
42	Cadaverine	3
43	Camphor	4
44	Cancer odor	4
45	Caprylic acid	4
46	Carbolic acid	4
47	Carbon disulfide	4
48	Carbon dioxide	1
49	Carbon monoxide	1
50	Carbon tetrachloride	4
51	Cellosolve	4
52	Cellosolve acetate	4
53	Charred materials	4
54	Cheese	4
55	Chlorine	3
56	Chlorobenzene	4
57	Chlorbutadiene	4
58	Chloroform	4
59	Chloronitropropane	4
60	Chloropicrin	4
61	Cigarette smoke odor	4
62	Citrus and other fruits	4
63	Cleaning compounds	4
64	Combustion odors	3
65	Corrosive gases	3
66	Cooking odors	4
67	Creosote	4
68	Creosol	4
69	Crotonaldehyde	4
70	Dichloroethylene	4
71	Dichloroethyl ether	4
72	Dichloromonofluomethane	3
73	Dichloromonofluomethane	3
74	Dichloropropane	4
75	Dichlorotetrafluroethane	4
76	Diesel fumes fumeador	4
77	Diethylamine	3
78	Doethyl ketone	4
79	Dimethylaniline	4
80	Dimethylsulfate	4

No	Madde	Filtreleme yeteneği
81	Dioxane	4
82	Dipropyl ketone	4
83	Disinfectants	4
84	Embalming odors	4
85	Ethane	1
86	Ether	3
87	Ethyl acetate	4
88	Ethyl acrylic	4
89	Ethyl alcohol	4
90	Ethylamine	3
91	Ethyl benzene	4
92	Ethyl bromide	4
93	Ethyl chloride	3
94	Ethyl ether	3
95	Ethyl formate	3
96	Ethyl mercaptan	3
97	Ethyl silicate	4
98	Ethylene	1
99	Ethylene chlorhydrin	1
100	Ethylene dichloride	4
101	Ethylene oxide	4
102	Essential oils	3
103	Eucalyptole	4
104	Exhaust fumes	4
105	Fertilizer	3
106	Film processing odors	4
107	Fish odors	3
108	Floral scents	4
109	Flurotrichloromethane	4
110	Food aromas	3
111	Formaldehyde	4
112	Formic acid	2
113	Fuel gases	3
114	Fumes	2
115	Gangrene	3
116	Garlic	4
117	Gasoline	4
118	Heptane	4
119	Heptylene	4
120	Hexane	4

No	Madde	Filtreleme yeteneği
121	Hexylene	3
122	Hexyne	3
123	Hospital odors	3
124	Household smells	4
125	Hydrogen	4
126	Hydrogen bromide	1
127	Hydrogen chloride	2
128	Hydrogen cyanide	2
129	Hydrogen sulfide	3
130	Incense	4
131	Indole	4
132	Industrial wastes	3
133	Iodine	4
134	Iodoform	4
135	Irritants	4
136	Isophorone	4
137	Isoprene	3
138	Isopropyl acetate	4
139	Isopropyl alcohol	4
140	Masking agents	4
141	Medicinal odors	4
142	Melons	4
143	Menthol	4
144	Mercaptans	4
145	Methane	1
146	Methyl acetate	3
147	Methyl acrylic	4
148	Methyl alcohol	3
149	Methyl bromide	3
150	Methyl butyl ketone	4
151	Methyl cellosolve	4
152	Methyl cellosolve acetate	4
153	Methyl chloride	3
154	Methyl chloroform	4
155	Methyl ether	3
156	Methyl ether ketone	4
157	Methyl formate	3
158	Methyl isobutyl ketone	4
159	Methyl mercaptan	4
160	Methylcyclohexane	4

No	Madde	Filtreleme yeteneği
161	Methylcyclohexanol	4
162	Methylcyclohexanone	4
163	Methyl oxide	4
164	Methylene chloride	1
165	Methylmethacrylate	4
166	Mildew	3
167	Mixed odors	4
168	Mold	3
169	Monochlorobenzene	4
170	Monoflurotrichloromethane	4
171	Mothballs	4
172	Naptha (coal tar)	4
173	Naptha (petroleum)	4
174	Napthalene	4
175	Nicotine	4
176	Nitric acid	3
177	Nitro benzenes	4
178	Nitroethane	4
179	Nitrogen dioxide	2
180	Nitroglycerine	4
181	Nitromethane	4
182	Nitropropane	4
183	Nonane	4
184	Octalene	4
185	Octane	4
186	Odorants	4
187	Onions	4
188	Organic chemicals	4
189	Ozone	4
190	Packing house odors	4
191	Paint odor	4
192	Paste and glue	4
193	Pentane	3
194	Pentanone	4
195	Pentylene	3
196	Pentyne	3
197	Perchloroethylene	4
198	Perfumes, costmetics	4
199	Perspirations	4
200	Pet odors	4

No	Madde	Filtreleme yeteneği
201	Phenol	4
202	Phoagne	3
203	Popcorn and candy	4
204	Poultry odors	4
205	Propane	2
206	Propionaldehyde	3
207	Propionic acid	4
208	Propyl chloride	4
209	Propyl ether	4
210	Propyl mercaptan	4
211	Propyne	2
212	Putrefying substances	3
213	Putrescine	3
214	Radiation products	2
215	Rancid oil	4
216	Resins	4
217	Reodorants	4
218	Ripening fruits	4
219	Rubber	4
220	Sauerkraut	4
221	Sewer odors	4
222	Skatole	4
223	Slaughtering odors	3
224	Smog	4
225	Smoke	4
226	Soaps	4
227	Solvents	3
228	Sour milk	4
229	Spilled beverages	4
230	Spoiled foodstuffs	4
231	Stoddard solvent	4
232	Stuffiness	4
233	Styrene monomer	4
234	Sulfur dioxide	2
235	Sulfur trioxide	3
236	Sulfuric acid	4
237	Tar	4
238	Tarnishing gases	3
239	Tetrachlorethylene	4
240	Tetrachloroethane	4

No	Madde	Filtreleme yeteneği
241	Toilet odors	4
242	Toulene	4
243	Toluidine	4
244	Trichlorethylene	4
245	Trichloroethane	4
246	Urea	4
247	Uric acid	4
248	Valeric acid	4
249	Valeraldehyde	4
250	Varnish fumes	4
251	Vinegar	4
252	Vinyl chloride	3
253	Waste products	3
254	Wood Alcohol	3
255	Xylene	4

EK 4. Geliştirilen İmalat Metodunu Gerçekştiren Üretim Sistemi



EK 5-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU -I



SARDES
automotive

SARCARB®

Filtration Solutions



SARCARB®
SARCARB® HEGA
SARCARB® PLUS
SARCARB® CU



SARDES ACTIVATED CARBON MEDIA "SARCARB®" is an efficient, carbon filled filter media laminated between non-woven polyester and spunbond scrims that provides low air resistance and a high capacity.

Its gas phase, coconut based 60% & 85% CTC activity granular activated carbon has nearly one million square meter of surface area per kilogram and is designed to remove particulates, odours, toxic gaseous pollutions, and VOC's by adsorption from air streams.

Offered in a variety of basis weights with low and high carbon loadings, SARCARB® media can be used to create your own filter design.



SARCARB® media gives excellent pleatability for panel filter production and it is especially effective for solving or preventing on-site emergency air quality problems and improving IAQ (Indoor Air Quality) conditions. Whatever the application, the use of SARCARB® results in fresher, more odor-free indoor air in buildings as well as in vehicle passenger cabins.

SARDES AUTOMOTIVE LTD
 Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazı Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazı / Antakya / TURKEY
export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com

EK 5-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU - II



SARCARB®
Filtration Solutions

SARCARB® media is available in different forms:

- **SARCARB®:** Pleatable Gas Phase Carbon Media. Carbon Type: Standard Coconut based Activated Carbon – 60% CTC activity – 20*50 mesh. Used in HVAC and automotive cabin filter applications.
- **SARCARB® HEGA:** Pleatable Gas Phase Carbon Media with high contamination removal efficiency. Carbon Type: Coconut based Activated Carbon – 85% CTC activity – 20*50 mesh– Impregnated with Potassium Carbonate (K_2CO_3) – Used for diesel fumes, hydrogen sulphide, sulphur dioxide, mercaptans, and acid gas removals.
- **SARCARB® PLUS:** Pleatable Gas Phase Carbon Media. 50/50 blend of 60% CTC Activated Carbon and Potassium Permanganate – Used for sulphur aldehydes, hydrogen sulphide from non-oxidizing gases and VOC's removals.
- **SARCARB® CU:** Pleatable Gas Phase Carbon Media. Carbon Type: Coconut based Activated Carbon – 85% CTC activity – 20*50 mesh – Copper impregnated – Used for hydrogen cyanide and sulphur compounds removals.



SARDES AUTOMOTIVE LTD

Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazı Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazı / Antakya / TURKEY
export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com

EK 6-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU - III



SARCARB®
Filtration Solutions

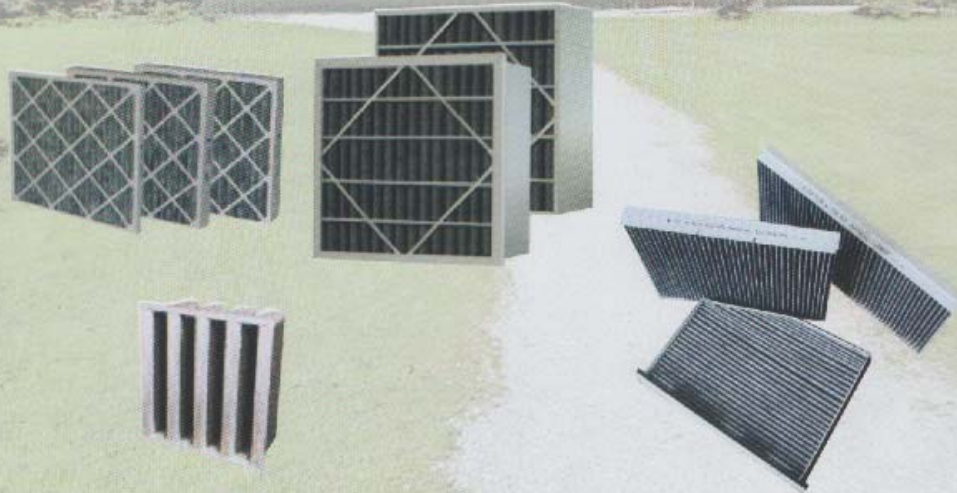
SARCARB®
SARCARB® HEGA
SARCARB® PLUS
SARCARB® CU

SARCARB® Impregnated activated carbon media improves air purification.

With SARCARB® impregnated carbon medias; the action of activated carbon for air purification is further improved.

The benefits of chemically impregnated activated carbon have been proven for:

- * Purification of waste odours, removal of chemicals...;
- * desulphurization of natural gas;
- * removal of mercury during the production of hydrogen gas;
- * fume purification in laboratory fume cabinets;
- * water treatment in bacteriostatic water filters;




SARCARB® is an excellent low air resistant media for light, medium and heavy duty applications.

SARDES AUTOMOTIVE LTD


Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazı Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazı / Antakya / TURKEY
export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com

EK 6-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU -IV



SARCARB®
Filtration Solutions

Adsorption test of SARCARB® products have been conducted by Europe's highly reputed independent institutes and the test results can be disclosed to interested parties.



Cross Section of SARCARB®

- Filters manufactured with SARCARB® are effective on a wide variety of odors found in:
 - Commercial buildings
 - Shopping centers
 - Hospitals
 - Restaurants
 - Health clubs
 - Airports
 - Schools
 - Hotels/motels
 - Manufacturing operations
 - Automotive
 - Toxic gaseous areas

SARDES AUTOMOTIVE LTD

Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazi Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazi / Antakya / TURKEY
export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com

EK 7-A - SARCARB FİLTRE KATALOĞU - V



SARDES
automotive

SARCARB®

Filtration Solutions

SARCARB®
SARCARB® HEGA
SARCARB® PLUS
SARCARB® CU




ODOR REMOVAL



Odor Type	Media A	Media B	SARCARB	Particulate Only
DIESEL EXHAUST	~70	~90	~140	~115
GASOLINE FUMES	~15	~30	~105	~10
SULPHUR COMPOUNDS	~40	~65	~115	~35
WOOD SMOKE	~15	~45	~15	~5




SARDES AUTOMOTIVE LTD
 Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazı Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazı / Antakya / TURKEY
 export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com

EK 7-B - SARCARB FİLTRE KATALOĞU - VI



SARCARB®
Filtration Solutions

SARCARB®
SARCARB® HEGA
SARCARB® PLUS
SARCARB® CU

Effective Levels of Activated Carbon Adsorption

Substance	Molecular Weight	Approx Activity	Substance	Molecular Weight	Approx Activity	Substance	Molecular Weight	Approx Activity
Methane Series			Cresol	108.13	4	Chloroform	119.39	4
Methane	167.04	1	Menthol	156.26	4	Carbon Tet.	153.84	4
Ethane	30.07	1	Formaldehyde	30.03	1	Iodoform	383.78	4
Propane	44.09	2	Acetaldehyde	44.05	2	Phosgene	98.92	4
Butane	58.12	2	Propionaldehyde	58.08	3	Pyridine	79.10	4
Pentane	72.15	3	Acrylaldehyde	56.06	3	Indole	117.14	4
Hexane	86.17	3	Butyraldehyde	72.10	4	Skatole	131.17	4
Heptane	88.17	3	Valeraldehyde	86.13	4	Nicotine	162.23	4
Heptane	100.20	4	Crotonaldehyde	70.09	4	Nitrobenzene	123.11	4
Octane	114.23	4	Formic Acid	46.03	2	Urea	60.06	3
Nonane	128.25	4	Lactic Acid	90.08	3	Uric Acid	188.11	4
Decane	142.28	4	Acetic Acid	60.05	4	Putrescine	88.15	4
			Propionic Acid	74.08	4	Chlorine	70.91	3
Acetylene Series			Butyric Acid	88.10	4	Bromine	159.83	4
Acetylene	26.04	1	Valeric Acid	102.13	4	Iodine	253.84	4
Propyne	40.06	2	Acrylic Acid	76.06	4	Hydrogen Fluoride	20.01	1
Butyne	54.09	2	Caprylic Acid	144.21	4	Hydrogen Chloride	36.47	2
Pentyne	68.11	3	Pamitic Acid	256.42	4	Hydrogen Bromide	80.92	2
Hexyne	82.14	3	Methyl Acetate	74.08	3	Hydrogen Iodide	127.93	2
			Ethyl Acetate	88.10	3	Nitrogen Dioxide	46.01	2
Ethylene Series			Propyl Acetate	102.13	4	Nitric Acid	63.02	2
Ethylene	28.05	1	Butyl Acetate	116.16	4	Sulfur Dioxide	64.08	2
Propylene	42.08	2	Amyl Acetate	130.18	4	Sulfur Trioxide	80.06	3
Butylene	56.10	2	Acetone	58.08	3	Sulfuric Acid	98.08	4
Pentylene	70.13	3	M.E.K.	72.10	4			
Hexylene	84.16	3	Diethyl Ketone	86.13	4	Adhesives		4
Heptylene	98.18	4	Dipropyl Ketone	114.18	4	Ammonia		2
Octylene	112.21	4	Methyl Ether	46.07	3	Asphalt fumes		4
			Ethyl Ether	74.12	3	Auto Exhaust		3
Benzene Series			Propyl Ether	102.17	3	Bathroom smells		4
Benzene	78.11	4	Butyl Ether	130.23	4	Bleaching Solutions		3
Toluene	92.13	4	Amyl Ether	158.28	4	Cleaning Compounds 4		4
Xylene	106.16	4	Methyl Acrylate	86.09	4	Cooking Odors		4
			Ethyl Acrylate	100.11	4	Hospital Odors		4
Other substances			Methyl Mercaptan	48.10	4	Household Smells		4
Isoprene	68.11	3	Ethyl Mercaptan	63.13	4	Jet Fuel Fumes		4
Turpentine	136.23	4	Propyl Mercaptan	76.15	4	Kitchen Odors		4
Naphthalene	128.16	4	Eucalyptol	154.25	4	Mildew		3
Phenol	94.11	4	Camphor	155.23	4	Mold		3
Methyl Alcohol	32.04	3	Methyl Chloride	50.49	3	Ozone		4
Ethyl Alcohol	46.07	4	Ethyl Chloride	64.52	4	Paint & Redecorating Odors		4
Propyl Alcohol	60.09	4	Propyl Chloride	78.54	4	Smog		4
Butyl Alcohol	74.12	4	Butyl Chloride	92.57	4	Stale Odors		4
Amyl Alcohol	88.15	4	Methylene Chloride	84.94	4			

4: High adsorptive capacity with the substance listed.
Activity of activated carbon typically will run 20% or more of the activated carbon's weight.
3: Satisfactory adsorptive capacity with substance listed.
Activity of activated carbon typically will run 10% or more of the activated carbon's weight.
2: Borderline adsorptive capacity with substance listed.
Activity of activated carbon typically will run 5% or more of the activated carbon's weight.
1: Low adsorptive capacity with substance listed.
Activity of activated carbon will typically run less than 5% of the activated carbon's weight.

SARDES AUTOMOTIVE LTD

Antakya Organize Sanayi Bölgesi Topboğazı Mevkii PK: 31354 - 26 Topboğazı / Antakya / TURKEY
export@sardesautomotive.com www.sardesautomotive.com