

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Endüzi, Atı, Arıt, Ads, ve Ads,
Mad, Öze, bir Araş.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Funda Arat

1988

361
69

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2361
69

**ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITILMASINDA ADSORBSİYON
VE ADSORBAN MADDELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

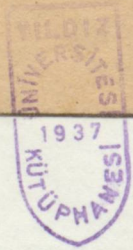
**Yüksek Lisans Tezi
KİMYA MÜH. FUNDA ARAL**

İSTANBUL, 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 361
Alındığı Yer : Fen Bil. Enst. 69
Tarih : 11.12.1990
Fatura :
Fiatı : 6500 TL
Ayniyat No : 1/28
Kayıt No : 47392
UDC : 54 378.242
Ek :

f



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ENDÜSTRİYEL ATIKSU ARITILMASINDA ADSORBSİYON
VE ADSORBAN MADDELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜH. FUNDA ARAL

TEZİ YÖNETEN: DOÇ.DR. ADEM BAŞTÜRK

İSTANBUL, 1988

İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET

YABANCI DİLDE ÖZET

GİRİŞ

I - ADSORBSİYON

I - 1.Adsorbsiyon Teorisi	I
I - 2.Adsorbsiyon İle İlgili Kavramlar	I
I - 3.Adsorbsiyona Etkiyen Faktörler	3
I - 4.Fiziko - kimyasal Arıtma Olarak Adsorbsiyon	5
I - 5.İzotermeler	7

2 - AKTİF KARBON

2 - 1.Aktif Karbonun Tarihi	16
2 - 2.Aktif Karbonun Önemi	16
2 - 3.Aktif Karbonun Arıtmadaki Yeri	17

3 - DIATOM TOPRAĞI

3 - 1.Diatom Toprağı Tarihi	26
3 - 2.Diatom Toprağı Özellikleri	27
3 - 3.Uygulamada Diatom Toprağı	27

4 - DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4 - Deney Düzenegi Hakkında Bilgi	30
4 - I.Numunenin Hazırlanması	34
4 - 2.Aktif Karbonla Yapılan Deneyler	36
4 - 3.Diatoma Toprağı İle Yapılan Deneyler	47
4 - 4.Kselgur İle Yapılan Deneyler	49

5 - DEĞERLENDİRME VE YORUM 51 |

6 - SONUÇLAR 53 |

REFERANSLAR

ÖZ GEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada; maliyetleri yüksek rakamlara ulaşan adsorbant maddelerin (aktif karbon, diatoma toprağı, kselgur (6OHF₂₅₄) gibi) adsorblama kapasitelerinin tesbiti ve adsorblama kapasitelerine göre en ekonomik adsorbantın belirlenmesi amaç edinilmiştir.

Birinci bölümde; adsorbsiyon teorisinin esasları ele alınarak; adsorbsiyon mekanizmasını açıklamada kullanılan kuvvetler, prosesin hız ve dengesini etkileyen faktörler, izotermler anlatılarak; adsorbsiyonun arıtmadaki (Fiziko-kimyasal olarak) yerinden söz edilmiştir.

İkinci ve üçüncü bölümde; aktif karbon, diatom toprağı ve kselgur gibi adsorbantların özellikleri ve arıtmadaki yeri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde; deneysel çalışmalarla adsorbsiyon olayına etki eden faktörler incelenmiş ve deney sonuçları kullanılarak birinci bölümde belirtilen Langmuir izoterm modeline ait; tek tabaka adsorbsiyon kapasitesi "a" ve sistemin termodinamiği ile ilgili bir sabit olan "b" grafikler yardımı ile tesbit edilmiştir. Ayrıca adsorbsiyon alanının ve süresinin hesaplanabilmesi için gerekli adsorbant yoğunlukları pignometre yöntemi ile hesaplanmıştır.

Besinci bölümde; bu çalışmadan elde edilen sonuçlar özet halinde verilmiştir.

SUMMARY

In this study; it was aimed to establish the different adsorbing capacities of the expensive adsorbent materials (active carbon, diatoma soil, kselgur(60 HF₂₅₄) etc.) and to determine the most economic adsorbents according to their adsorbing capacity.

In the first section; the forces used in explaining the adsorption mechanism, the factors affected the speed and balance of the process and isotherms were explained by the studies on the principles of adsorption theory. And the importance of adsorption in depuration (Physico - chemical depuration) was explained.

In the second and third sections; the importance of some adsorbents as active carbon, diatoma soil and kselgur in depuration and their peculiarities were explained.

In the fourth section; the factors affecting adsorption were examined by the help of experimental studies. By using the results of the experiments, the one layer adsorption capacity "a" which belonged to the isotherm model of Langmuir and "b" which is a constant connected with the thermodynamics of the system were established by the figurines. And also the adsorbent densities necessary for calculating the adsorption surface and adsorption period were calculated by the pignometre method.

The fifth section; summarizes the principle findings of this study.

GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte karmaşık yapıdaki pek çok kimyasal madde, atık sularla birlikte çevreye verilmekte ve geriye dönüşü olmayan önemli sorunlar yaratmaktadır. Çoğu kez klasik arıtma yöntemlerinin yetersiz kaldığı böyle durumlarda ileri arıtma yöntemlerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Adsorbsiyon; su ve atık sulardaki özellikle toksik özelliğe sahip organik kökenli pek çok kimyasal maddeyi arıtmada yaygın olarak kullanılan ileri arıtma yöntemlerinden biridir.

Adsorbsiyon sistemlerinin yüksek bir verimde çalışması ve ekonomik olması için uygun bir şekilde dizayn edilmesi gereklidir. Adsorbsiyon uygulamalarında kullanılacak adsorbantların aktif yüzey alanının genişliği önemlidir. Seçilen adsorbantın yüzey alanının genişliği sistemin verimine etki eden en önemli faktördür.

Bu çalışmada çeşitli adsorbantlara ait adsorblama kapasiteleri ve adsorbsiyon reaksiyonu veriminin tayini için; önce bulanık su numunesi oluşturulmuş, bundan sonra aktif karbon, diatoma toprağı, kselgur gibi adsorbant maddelerin sürekli akımla bir filtrasyon sisteminde adsorbsiyon verimleri tesbit edilmiştir.

I. ADSORBSİYON

I.1. ADSORBSİYON TEORİSİ

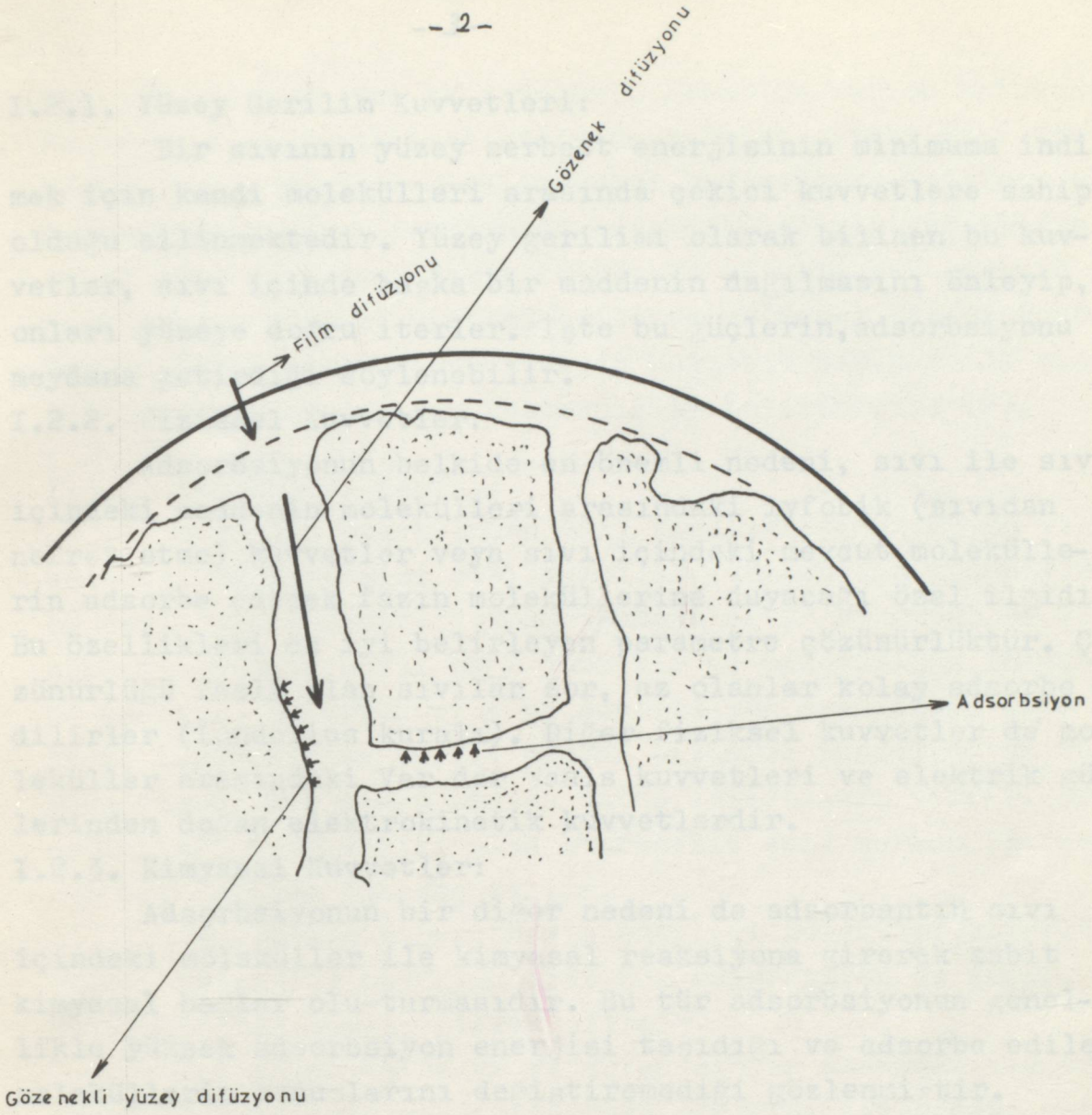
Gaz, sıvı veya buhar fazındaki moleküllerin katı bir yüzey üzerinde toplanması olayına adsorbsiyon denir. Adsorbe eden katı madde ne kadar küçük parçalara ayrılırsa yüzey alanı o kadar genişler ve dolayısıyla adsorbsiyon kabiliyeti o kadar çoğalır. Adsorbsiyon olayında adsorbe eden katı maddeye "adsorbant", adsorbe edilen maddeye "adsorbat" denir. Adsorblanma sırasında adsorbat madde molekülleri adsorbant yüzeyindeki moleküllere Van der Waals çekim kuvvetleriyle bağlanırsa bu tür adsorbsiyona "Fiziksel adsorbsiyon", Kovalent bağlarla bağlanırsa bu tür adsorbsiyona "Kimyasal adsorbsiyon" adı verilir. Adsorbat maddelerin adsorbantın türüne göre değişik siddetlerde adsorbe edilmesi yani adsorbsiyonun seçimli olması geniş bir uygulama olanakları sağlar. Genellikle polar moleküllerden oluşan zehirli gazlar aktif kömür tarafından havaya göre seçimli olarak adsorblanır. Bu yüzden aktif kömür gaz maskelerinde kullanılabilir. Yine seçimli adsorbsiyon ilkesinden yararlanarak kromatografi yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerle bir çok organik ve anorganik maddenin birbirinden ayrılması mümkün olmaktadır.

Adsorbsiyon sırasında belli bir ısı açığa çıkmaktadır. Bu ısıya adsorbsiyon ısısı adı verilir. Adsorbsiyon olayı ekzotermik bir olay olup, açığa çıkan ısı faz değişim ısısına yakınsa "Fiziksel adsorbsiyon", reaksiyon ısısı büyüklüğünde ise "Kimyasal adsorbsiyon" olarak sınıflandırılır.

I.2. ADSORBSİYON İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

Karbon aracılığı ile adsorbsiyon mekanizmasını açıklamakta üç temel kavram kullanılmaktadır.

- 1- Yüzey gerilim kuvvetleri
- 2- Fiziksel kuvvetler
- 3- Kimyasal kuvvetler



Sekil:1.3.1 Adsorbsiyon Prosesinin Şematik Görünüşü

I.2.1. Yüzey Gerilim Kuvvetleri:

Bir sıvının yüzey serbest enerjisinin minimuma indirmek için kendi molekülleri arasında çekici kuvvetlere sahip olduğu bilinmektedir. Yüzey gerilimi olarak bilinen bu kuvvetler, sıvı içinde başka bir maddenin dağılmasını önleyip, onları yüzeye doğru iterler. İşte bu güçlerin, adsorbsiyonu meydana getirdiği söylenebilir.

I.2.2. Fiziksel Kuvvetler:

Adsorbsiyonun belkide en önemli nedeni, sıvı ile sıvı içindeki maddenin molekülleri arasındaki lyfobik (sıvıdan nefret etme) kuvvetler veya sıvı içindeki mevcut moleküllerin adsorbe edecek fazın moleküllerine duyacağı özel ilgidir. Bu özellikleri en iyi belirleyen parametre çözünürlüktür. Çözünürlüğü fazla olan sıvılar zor, az olanlar kolay adsorbe edilirler (Lundelius kuralı). Diğer fiziksel kuvvetler de moleküller arasındaki Van der Waals kuvvetleri ve elektrik güçlerinden doğan elektrokinetik kuvvetlerdir.

I.2.3. Kimyasal Kuvvetler:

Adsorbsiyonun bir diğer nedeni de adsorbantın sıvı içindeki moleküller ile kimyasal reaksiyona girerek sabit kimyasal bağlar oluşturmalarıdır. Bu tür adsorbsiyonun genellikle yüksek adsorbsiyon enerjisi taşıdığı ve adsorbe edilen moleküllerin konumlarını değiştiremediği gözlenmiştir.

I.3. ADSORBSİYONA ETKİYEN FAKTÖRLER

Adsorbsiyon çözülmüş madde, adsorbant ve uygulanan yöntemin karakteristikleri gibi bir çok parametreden etkilenir. Bu parametreler adsorbsiyon prosesinin hız ve dengesini etkileyebilir.

I.3.1. Adsorbantın Yapısı:

Özel yüzey alanı, gözenek hacmi dağılımı, inorganik içerik, aktif yüzey yerleri adsorbsiyon prosesi üzerinde önemli etkiye sahiptirler. Parçacık büyüklüğünün adsorbsiyon hızını önemli ölçüde etkilediği tesbit edilmiştir (Hassler, 1963). Örneğin, toplam adsorbsiyon kapasitesinin tamamına

Yakın kısmını kullanarak için 8x30 granüler karbon kolonunun bes veya daha fazla saat sistemde kalması gerektiğini gözlemiş. Bunun yanında aynı karbonun pudralanmış şeklinin aynı amaç için yarım saatten az sistemde kalması yeterlidir. Weber 1972 de ; eğer dışsal difüzyon ve parçacık çapının bazı yüksek güçleri kontrol edilirse ve içsel taşıma kontrol edilirse adsorbsiyon hızının parçacık çapının ilk gücü ile orantılı olacağını beklendiğini belirtmiştir (2).

I.3.2. Adsorbatın Yapısı:

Adsorbat molekülünün bazı özellikleri difüzyon ve adsorbsiyon prosesini etkileyebilir. Adsorbatın çözünürlüğü asıl parametredir. Çözünürlükteki artış adsorbat ve çözücü arasındaki büyük bağı yansıtır ve adsorbsiyon imkânını azaltır. Bu çözünürlük ve adsorbsiyon arasındaki ters ilişki Lundelius'un kuralı olarak bilinir. Lundelius'un kuralı genellikle doğru olduğu halde istisnaları vardır. Örneğin, çok çözülebilir olan klorasetik asid karbon üzerine iyi bir şekilde adsorbe edilir.

Adsorbatın diğer önemli özelliği moleküler büyüklüğüdür. Moleküler büyüklük arttıkça adsorbsiyon da artar. Bu Traube'nin kuralı olarak bilinir.

Moleküler büyüklük ve artan zincir uzunluğu ile organik bileşiklerin çözünürlüğünün azalması arasındaki genel ilişkilerden dolayı Traube'nin kuralının Lindelius'un kuralına benzer şekilde, Traube'nin kuralının da istisnaları olduğu belirlenmiştir. Moleküler büyüklüğünün diğer bir özelliği adsorbsiyon hızı ile olan ilgisidir. Verilen bileşikler sınıfı içinde en küçük adsorbat molekülü, çok hızlı bir şekilde adsorbsiyon reaksiyonu devam eder. Weber ve Morris 1964 de ispat ettiği gibi, kimyasal bileşikler sınıfının büyük molekülleri diğer bir sınıfın küçük moleküllerinden çok daha çabuk adsorbe edilirler (3).

I.3.3. Sıcaklık:

Genellikle sıcaklık değişimine su ve atıksu arıtma sistemlerinde karşılaşılır. Ancak sıcaklığın adsorbsiyon iş-

lemi üzerinde çok az bir etkisi vardır. Bununla beraber 4, 6⁰ ve 60 C⁰ arasındaki sıcaklık değişmeleri adsorbsiyon kapasitesini ve hızını değiştirdiği Weber ve Morris tarafından saptanmıştır (3). Adsorbsiyon işlemi ekzotermik, difüzyon işlemleri ise endotermiktir. Bundan dolayı ısı artışına paralel olarak adsorbsiyon kapasitesi düşer. Daha çok sıcaklık adsorbat moleküllerinin iyonizasyonunu ve çözünmesini etkileyecektir.

I.3.4. Hidrojen İyonu Konsantrasyonu (pH) :

Genel olarak hidrojen ve hidroksit iyonları karbon üzerinde güçlü bir şekilde adsorblanırlar. İlave olarak bir çözeltinin hidrojen iyonları konsantrasyonu iyonizasyon derecesini etkiler ve herhangi bir adsorbat-çözücü sisteminde eriyebilmeyi yaygınlaştırır. Bunun için çözeltinin pH sı adsorbsiyon işlemlerinde yeterli bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bir çok sistemler için sudan tipik organik adsorbatların adsorbsiyonu, azalan pH larla artırılmıştır. Hidrojen iyonu konsantrasyonu artırılmak yolu ile karbon yüzeyinde negatif değişmelerin nötralize edilmesine sebep olarak gösterilebilir. Bu alandaki Weber, Zagorski, Snoeyink'in çalışmaları göstermiştir ki; karbonun fonksiyonel gruplarının yüzeyi çözeltinin pH sı tarafından etkilenmiştir (3,4,5) .

I.4. FİZİKO - KİMYASAL ARITMA OLARAK ADSORBSİYON

Adsorbsiyonun uygulamadaki kullanılış alanları:

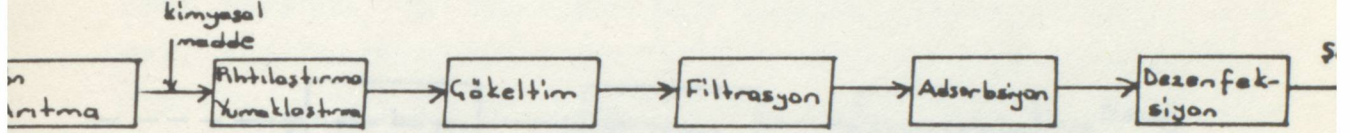
- İçme suyu arıtımında,
- Atık su arıtımında,
- Atık sularda geri kazanma olursa,
- Hava kirlenmesi kontrolünde,

İçme suyu ve atık su arıtımında adsorbsiyonun kullanılış alanları:

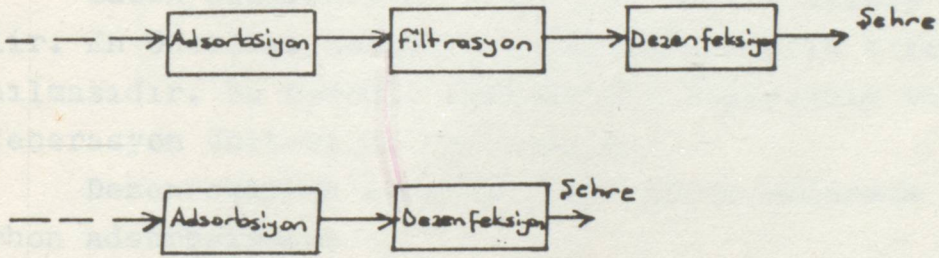
- Bulanıklık giderme,
- Renk giderme,
- Organik maddelerin giderilmesi,
- Koku giderme,

Bu islemin uygulanıp uygulanamayacağı desanj yeri ve kaliteye bağılıdır (içme suyunda, atık suda).

Adsorbsiyon; fiziko - Kimyasal arıtmada veya biyolojik arıtma arkasına olabilir.

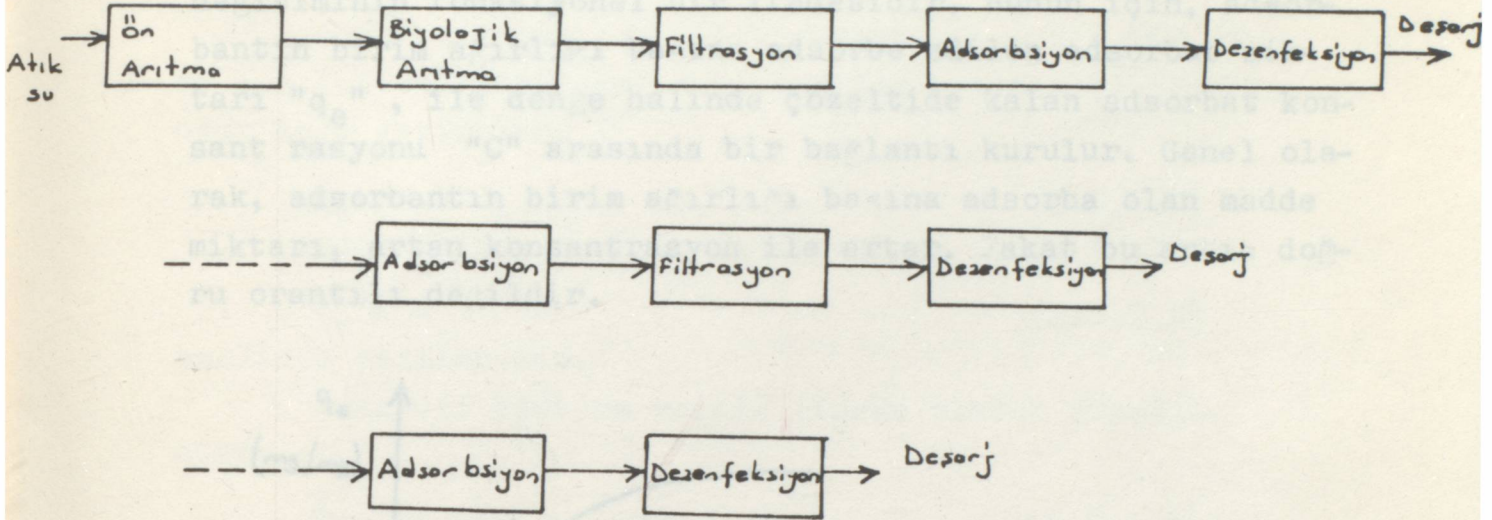


Şekil I.4.I: Fiziko - kimyasal Arıtmada Aktif karbon Kullanımı.



Şekil I.4.2 : Şekil I.4.I in uygulamadaki farklılığı.

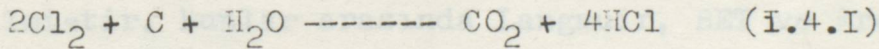
İçme suyunda dezenfeksiyon mutlak olmalıdır. Atık suda bazen yapılmaz. Fazla kloru yoketmek için dezenfeksiyonun arkasından adsorbsiyon yapılabilir.



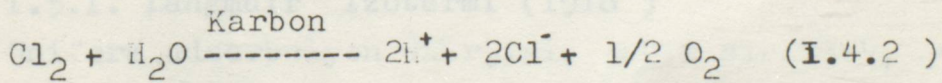
Şekil: I.4.3 : Atık suda Adsorbsiyon Kullanımı.

Bazen adsorbsiyon, biyolojik arıtma içinde yapılabilir. En önemlisi kullanılan adsorbantın tekrar kullanılmasıdır. Bu nedenle adsorbsiyon ünitesinin yanında rejenerasyon ünitesi de yapılmalıdır.

Dezenfeksiyon sonrası fazla kloru gidermek için karbon adsorbsiyonu;



şeklindedir. Gayet karbon katalizör olarak kullanılırsa;



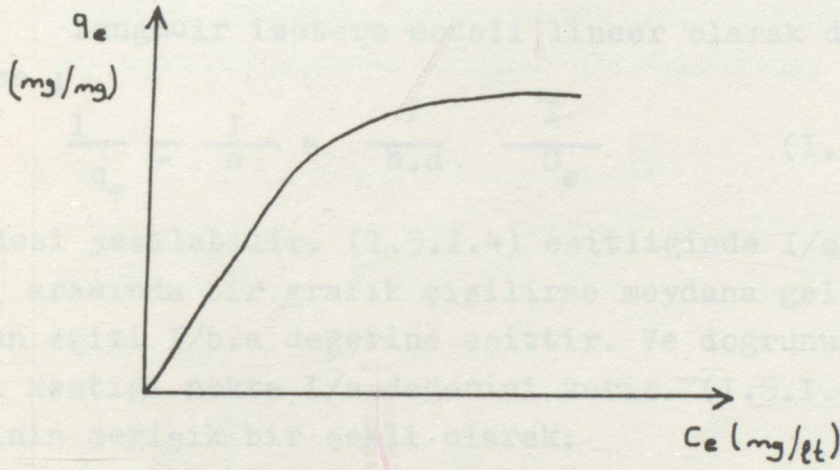
reaksiyonları meydana gelir.

I.5. İZOTERMLER

Adsorbsiyon çözülden adsorbantın giderilmesi ve adsorbant yüzeyinde birikmesi şeklinde sonuçlanır. Bu durumda çözülden kalan adsorbant ile yüzeydeki konsantrasyon dinamik bir denge halindedir.

Bu denge durumunda, katı ve sıvı fazlar arasında

adsorbantın belli bir dağılımı vardır. Bu dağılımı tanımlamak için kullanılan adsorbsiyon izotermi; sabit sıcaklıkta, çözeltideki adsorbat konsantrasyonu ile adsorbsiyon değişiminin fonksiyonel bir ifadesidir. Bunun için, adsorbantın birim ağırlığı başına adsorbe edilen adsorbat miktarı " q_e ", ile denge halinde çözeltide kalan adsorbat konsantrasyonu " C " arasında bir bağlantı kurulur. Genel olarak, adsorbantın birim ağırlığı başına adsorba olan madde miktarı, artan konsantrasyon ile artar. Fakat bu artış doğru orantılı değildir.



Sekil I.5.I : Tipik Adsorbsiyon izoterm Eğrisi.

Adsorbsiyon mekanizmasının belirlenmesinde geniş olarak kullanılmakta olan çeşitli izoterm modelleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında Langmuir, BET ve Freundlich izotermeleri en çok kullanılanlarıdır.

I.5.I. Langmuir İzotermi (1918)

Uniform adsorbsiyon enerjisi, sabit sıcaklık, adsorbant yüzeyi üzerinde adsorbat moleküllerinin doymuş tek tabaka teşkil ettiği ve hareket etmediği kabulleri yapılmıştır. Molekülün matematik ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$q_e = \frac{a \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \quad (I.5.I.I)$$

Burada q_e katı fazda adsorbat konsantrasyonu, C_e

çözeltideki adsorbant konsantrasyonunu, a. tek tabaka hali için adsorbsiyon kapasitesini, b sistemin termodinamiği ile ilgili bir sabiti göstermektedir.

Adsorbsiyonun çok küçük değerlerinde $b.C_e \ll I$ olur, ve I.5.I.I eşitliği aşağıdaki şekilde basitleştirilip lineer hale getirilir.

$$q_e = a.b.C_e \quad (I.5.I.2)$$

Adsorbsiyonun büyük değerlerinde $b.C_e \gg I$ olursa

$$q_e = a \quad (I.5.I.3)$$

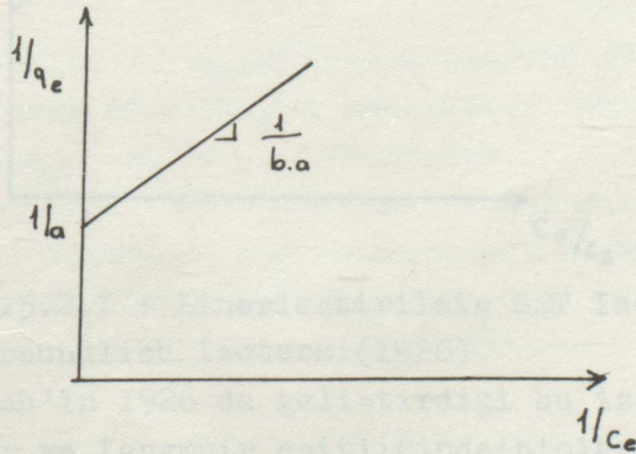
şeklinde yazılabilir,

Langmuir izoterm modeli lineer olarak düzenlenirse ;

$$\frac{I}{q_e} = \frac{I}{a} + \frac{I}{b.a} \frac{I}{C_e} \quad (I.5.I.4)$$

İfadesi yazılabilir. (I.5.I.4) eşitliğinde I/q_e ve I/C_e arasında bir grafik çizilirse meydana gelen doğrunun eğimi $I/b.a$ değerine esittir. Ve doğrunun ordinatı kestiği nokta I/a değerini verir. (I.5.I.4) denkleminin değişik bir şekli olarak;

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{I}{ab} + \frac{I}{a} C_e \quad (I.5.I.5)$$



Şekil I.5.I.I : Lineerleştirilmiş Langmuir İzotermi

I.5.2. BET İzotermi (I960)

Herbir tabakaya Langmuir eşitliğinin uygulandığı bu izoterm modelinde tabakalardan tümünün tamamlanmış olması şartı aranmaz. Bir tabaka doymadan diğeri başlayabilir.

İlk oluşan tabaka sonraki tabakaların eşit enerjiye sahip olması varsayımı ile BET izotermi şöyle ifade edilebilir.

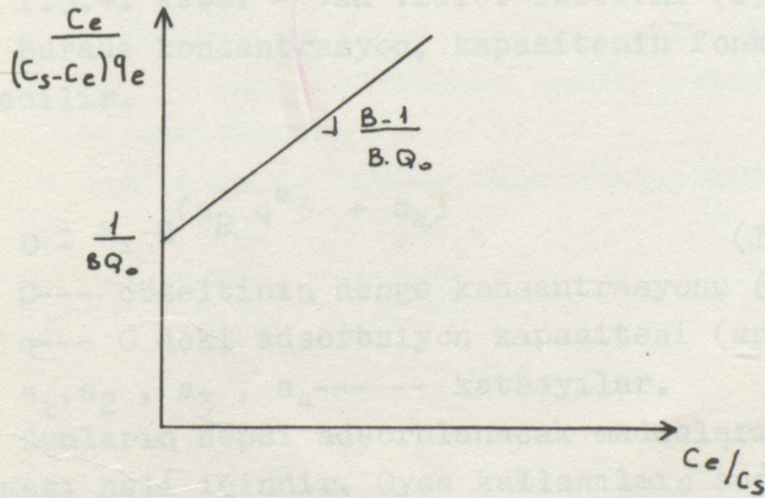
$$q_e = \frac{B \cdot C_e \cdot Q_0}{(C_s - C_e) (1 + (B-1)(C_e/C_s))} \quad (I.5.2.I)$$

Burada C_s adsorbatın doymuluk konsantrasyonu olup diğeri Langmuir izoterminde belirlendiği gibidir.

Bu eşitlik lineer biçimde düzenlenirse;

$$\frac{C_e}{q_e (C_s - C_e)} = \frac{1}{B \cdot Q_0} + \frac{(B-1) (C_e)}{(B \cdot Q_0) (C_s)} \quad (I.5.2.2)$$

ifadesi bulunur.



Şekil I.5.2.I : Linerleştirilmiş BET İzotermi.

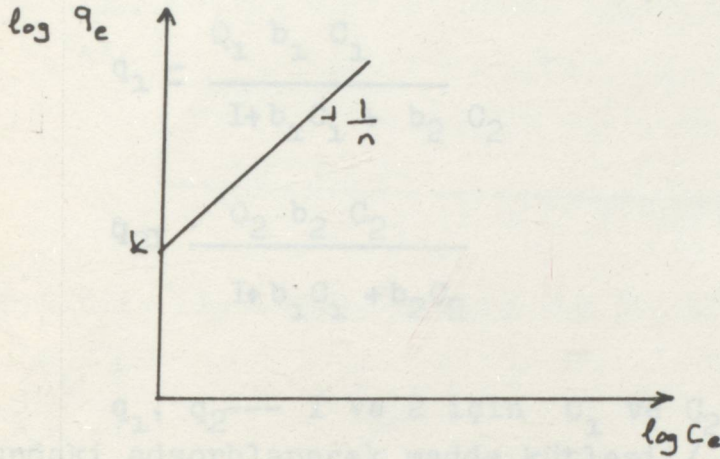
I.5.3. Freundlich İzotermi (I926)

Freundlich'in I926 da geliştirdiği bu izoterm modeli, ampiriktir ve Langmuir eşitliğinde 'b' olarak ifade edilen enerji teriminin heterojen yüzey enerjisi için özel bir durumdur. Freundlich eşitliği aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$q_e = K C_e^{1/n} \quad (I.5.3.1)$$

Burada 'K' ve 'n' adsorbsiyon sabitleridir. Bu eşitlik lineer biçimde düzenlenirse;

$$\log q_e = \log K + \frac{1}{n} \log C_e \quad (I.5.3.2)$$



Şekil I.5.3.1 : Lineerleştirilmiş Freundlich İzotermi.

I.5.4. Weber - Van Viliet İzotermi (1979)

Burada konsantrasyon, kapasitenin fonksiyonu olarak ifade edilir.

$$C = a_1 q (a_2 q^{a_3} + a_4) \quad (I.5.4.1)$$

C--- çözeltilinin denge konsantrasyonu (mg/lt)

q--- C deki adsorbsiyon kapasitesi (mg/gr)

a_1, a_2, a_3, a_4 ----- katsayılar.

Bunların hepsi adsorblanacak maddelerin tek tür olması hali içindir. Oysa kullanılmış suda birden fazla madde olmaktadır. Bunu açıklamak için geliştirilmiş modeller vardır, en yaygın olanı Langmuir rekabetli modelidir.

I.5.5. Langmuir Rekabetli Modeli (Butleir- Ockient) (1930)

Buradaki kabuller Langmuir'deki kabullerdir.

n--- Ortamdaki adsorblanacak madde türü (n tane)

i--- tek tür varsa

$$q_i = \frac{Q_i b_i C_i}{1 + \sum_{i=1}^n b_i C_i} \quad (I.5.5.1)$$

n = 2 olması hali için ifade ;

$$q_1 = \frac{Q_1 b_1 C_1}{1 + b_1 C_1 + b_2 C_2} \quad (I.5.5.2)$$

$$q_2 = \frac{Q_2 b_2 C_2}{1 + b_1 C_1 + b_2 C_2}$$

q_1, q_2 --- I ve 2 için C_1 ve C_2 denge konsantrasyonundaki adsorblanacak madde kütlesi / adsorban kütlesi.

Q_1, Q_2 --- q_1 'in tek adsorblanan madde sistemindeki maksimum değeri .

q_1 --- tek adsorb./madde sistemi maksimum Q_1 .

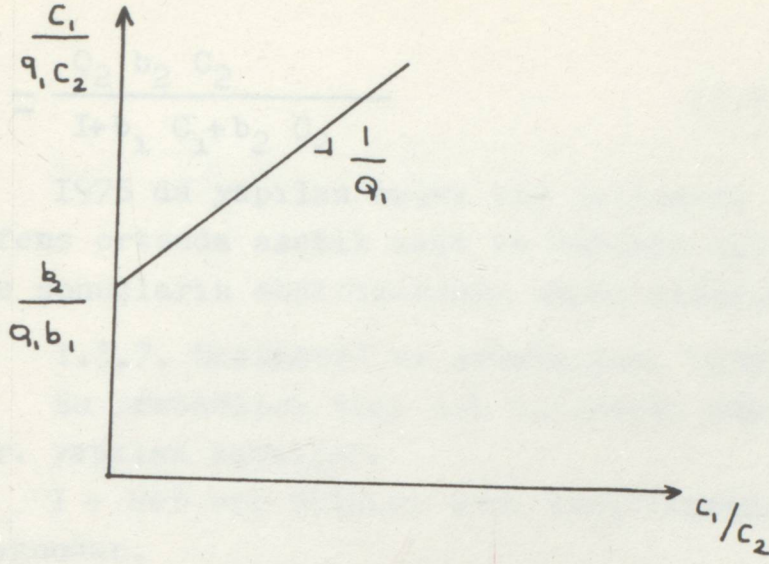
q_2 --- tek adsorb./madde sistemi maksimum Q_2 .

b_1, b_2 --- tek adsorblanan madde sisteminde I ve 2 için bulunan sabitlerdir.

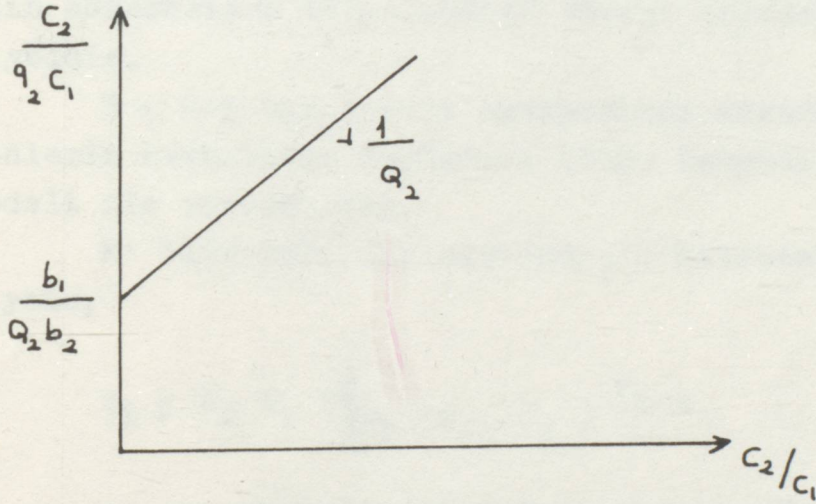
Bu denklemlerde lineer hale dönüştürülürse ;

$$\frac{C_1}{q_1 C_2} = \frac{b_2}{q_1 b_1} + \frac{C_1}{q_1 C_2} \quad (I.5.5.3)$$

$$\frac{C_2}{q_2 C_1} = \frac{b_1}{Q_2 b_2} + \frac{C_2}{Q_2 C_1} \quad (I.5.5.4)$$



Şekil I.5.5.1: (I.5.5.3) Denklemnin Grafiği



Şekil I.5.5.2: (I.5.5.4) Denklemnin Grafiği

I.5.6. Jain - Snoeyink (1973)

Bu model 1973 yılında Jain- Snoeyink tarafından geliştirilmiştir. Bunun için şu kabulleri yapmıştır.

1. $Q_1 = Q_2$ adsorbsiyonu rekabetsizdir.
2. Rekabetsiz bölge sayısı " $(Q_1 - Q_2)$ "'e ittir.
3. $Q_1 > Q_2$

$$q_1 = \frac{(Q_1 - Q_2) b_1 C_1}{1 + b_1 C_1} + \frac{Q_2 b_1 C_1}{1 + b_1 C_1 + b_2 C_2} \quad (I.5.6.I)$$

$$q_2 = \frac{Q_2 b_2 C_2}{1 + b_1 C_1 + b_2 C_2} \quad (I.5.6.2)$$

1976 da yapılan başka bir çalışmada da Huang ve Steffens ortamda asetik asit ve butirik asit olması halinde sonuçların modifikasyona uygun olduğunu görmüşlerdir.

I.5.7. Sheindorf ve Arkadaşları (1981)

Bu Freundlich tipi çok bileşenli adsorbsiyon modelidir. yapılan kabuller;

1 - Her bir bileşen ayrı ayrı Freundlich denklemine uygundur.

2 - Çok bileşenli adsorbsiyonda her bir bileşen için adsorbsiyon bölgelerinin enerji dağılımı exponansiyeldir.

3 - Her bir enerji seviyesinde adsorblanan bileşenlerin herbirinin kapladığı bölge Langmuir Rekabetli Modeli ile verilmiştir.

K' bileşenli bir sistemde; 'i' bileşeninin adsorbsiyonu;

$$q_i = K_i C_i \left(\sum_{j=1}^k a_{ij} C_j \right)^{n_i-1} \quad (I.5.7.1)$$

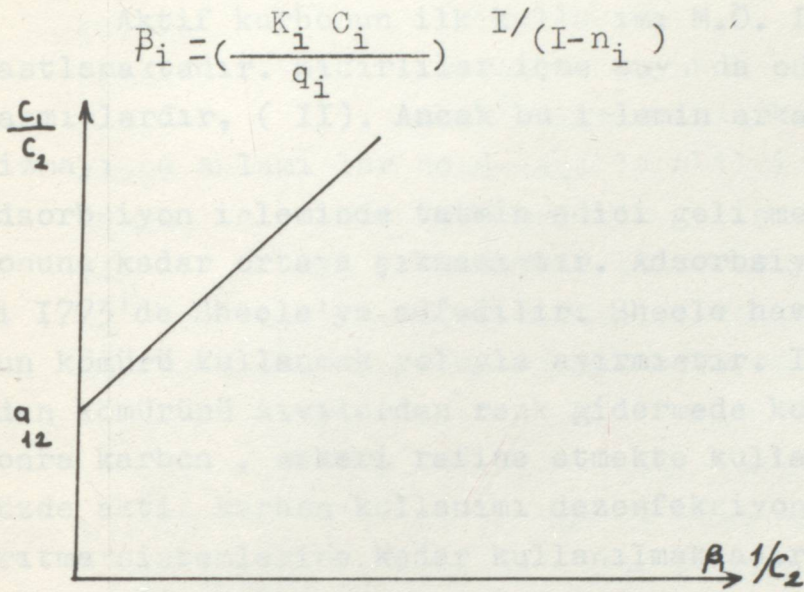
a_{ij} --- rekabet kat sayısı 'i' nin adsorblanmasına 'j' nin inhibasyonunu tanımlar.

K_i ve n_i --- sabit (Freundlich'deki)

Bunu iki bileşenli sistem haline getirirsek;

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{I}{\beta_1} - a_{12} \quad (I.5.7.2)$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{I}{\beta_2} - a_{21} \quad (I.5.7.3)$$



Şekil I.5.7,I : (I.5.7.2) Denkleminin Grafiği.

2. AKTİF KARBON

2.1. AKTİF KARBONUN TARİHİ

Aktif karbonun ilk kullanımı M.Ö. 1550 yıllarına rastlamaktadır. Mısırlılar içme suyunda odun kömürü kullanmışlardır, (II). Ancak bu işlemin arkasındaki mekanizmayı ve anlamları ne de açığa çıkabilmiştir. Karbon adsorbsiyon işleminde tatmin edici gelişmeler, 1700' lerin sonuna kadar ortaya çıkmamıştır. Adsorbsiyon olayının keşfi 1773'de Sheele'ye atfedilir. Sheele havadan gazları odun kömürü kullanmak yoluyla ayırmıştır. 1785'te Lowitz odun kömürünü sıvılardan renk gidermede kullanmıştır. Daha sonra karbon , sekere rafine etmekte kullanılmıştır. Günümüzde aktif karbon kullanımı dezenfeksiyondan, klasik aktif arıtma sistemlerine kadar kullanılmaktadır.

2.2. AKTİF KARBONUN ÖZELİ

İlk kullanımı M.Ö. 16'yy'a kadar uzanan aktif karbon- dan bugün ileri arıtmada yararlanılmaktadır. Aktif karbon sularda bulunan organik kökenli maddelerin pek çoğunu büyük verimlerde giderebilmektedir. Bu nedenle diğer arıtma sistemlerine üstünlük sağlamaktadır. Özellikle günümüzde, kullanımı yaygınlaşan pesticides, herbicides gibi zehirli maddelerin, nehir ve göllere karışarak yarattığı kirliliğin önlenmesi için aktif karbon gelecek vaadeden bir malzemedir.

Aktif karbon sadece organik maddelerin uzaklaştırılmasında değil, bir çok inorganik maddenin uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır.

Tablo 2.2.I: Aktif Karbon ile İnorganik Maddelerin Arıtılabilmeleri.

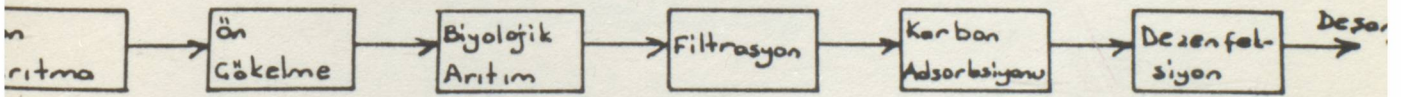
<u>Madde</u>	<u>Arıtılabilme</u>
Antimon	Çok iyi adsorblanabilir.
Arsenik	Yüksek oksidasyon düzeylerinde daha iyi
Bizmut	Çok iyi.
Krom	İyi .
Kalay	Çok iyi.
Gümür	Karbon yüzeyinde redükte olur.
Civa	Cu_2HgCl_2 olarak iyi.

<u>Kobalt</u>	<u>Düşük konsantrasyonda iyi.</u>
Zirkonyum	Düşük pH da iyi.
Kurşun	İyi.
Nikel	Orta.
Demir	Fe^{+3} olarak iyi. Fe^{+2} olarak zayıf.
Bakır	Çok az.
Çinko	Çok az.
Cl_2	Kuvvetle adsorblanır ve stabildir.
I_2	Çok kuvvetle adsorblanır ve stabildir.
Cl^- , Br^- , I^-	Önemli miktarda adsorblanmaz.

2.3. AKTİF KARBON ARITMADAKİ YERİ

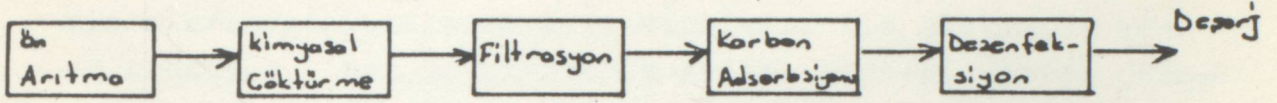
Aktif karbonun arıtma sistemlerine uygulanmasında, esas olarak 3 ayrı aktif karbon sistemi görülmektedir. Bunlar:

I. Arıtma Sisteminde İleri Arıtma Olarak: Çıkış suyu kalitesinin yüksek olmasının istenildiği hallerde ikinci kademe arıtımının arkasına aktif karbon ilave edilerek suyun kalitesi yükseltilebilir. Bu sistemle bilhassa biyolojik olarak ayrımayan bazı zararlı organik maddeler ve ağır metallerin bazıları giderilebilmektedir. Aktif karbon kolonlarının önüne bir filtrasyon düzeni kurularak katı maddeler giderilebilir. Böylece aktif karbonun servis süresi uzatılabilir.



Şekil 2.3.1: Tipik Bir Karbon Adsorbsiyonunun İleri Arıtmada Uygulanış Proses Şeması.

2. Fiziksel- Kimyasal Arıtma Sistemi İçinde: Biyolojik arıtmanın sakıncalı olduğu hallerde, sadece fiziksel ve kimyasal yöntemlerle pis sular arıtılmaktadır. Koagülasyon ve filtrasyon ile temizlenen atıksular, organik madde içeriği yönünden, ikinci kademe arıtmanın sağladığı değerlere ulaşmamaktadır. Bu nedenle, bilhassa çözünmüş organik maddelerin aktif karbon kolonlarıyla tutulmaları ile atıksu arıtma işlemi tamamlanmış olmaktadır.

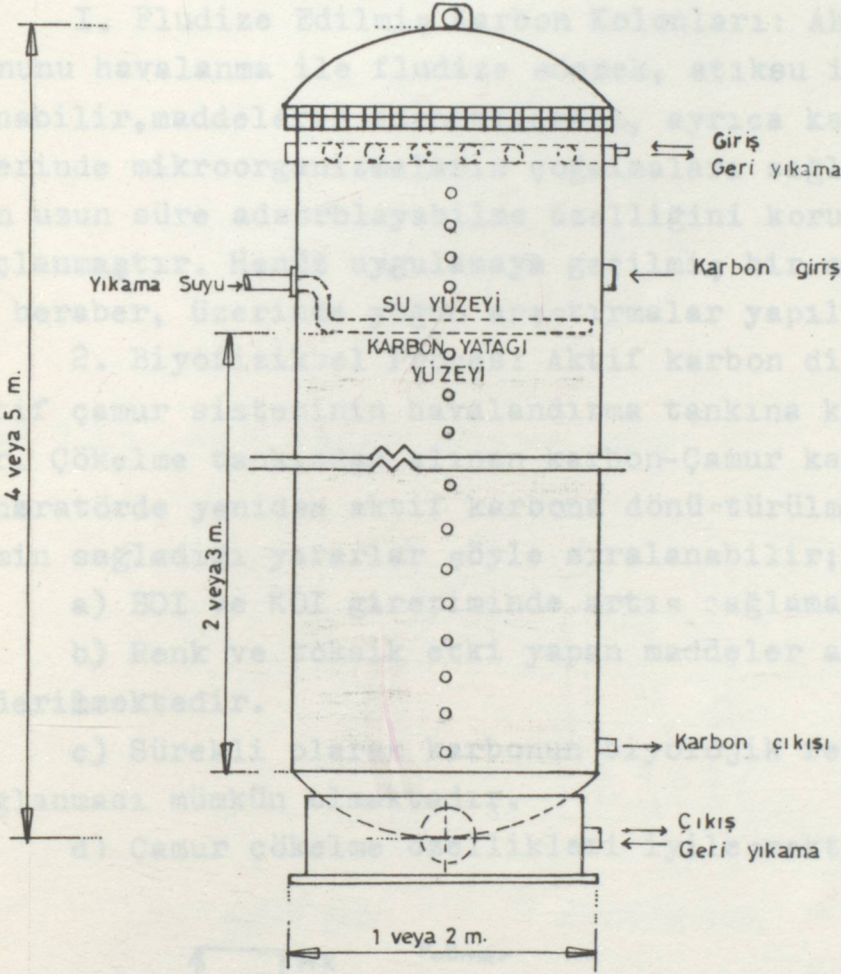


Şekil 2.3.2: Fiziksel- Kimyasal Arıtma Sisteminin Proses Şeması.

3. Tek Başına Aktif Karbon Kullanılması: Debisi düşük olan bazı endüstriyel atıklar içindeki biyolojik olarak zor ayrışabilen organik maddeler veya bazı ağır metaller, aktif karbon kolonlarıyla kolayca uzaklaştırılabilmektedirler. Bu tür atıksuların içinde A.K.M'lerin çok olması halinde, aktif karbon kolonlarının önünde filtrasyon veya çöktürme uygulanmalıdır.

Şekil 2.3.3. Aktifkarbonlu karbon kolonu (fiziksel ortamda)

Bu kullanma alanlarının dışında aktif karbon üzerine de adsorbe edilen biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalarca ayrıştırılması ile sistemin, hem adsorbsiyon, hem de biyolojik arıtma yöntemi olarak çalışması düşünülmüştür. Bunlardan bazıları;



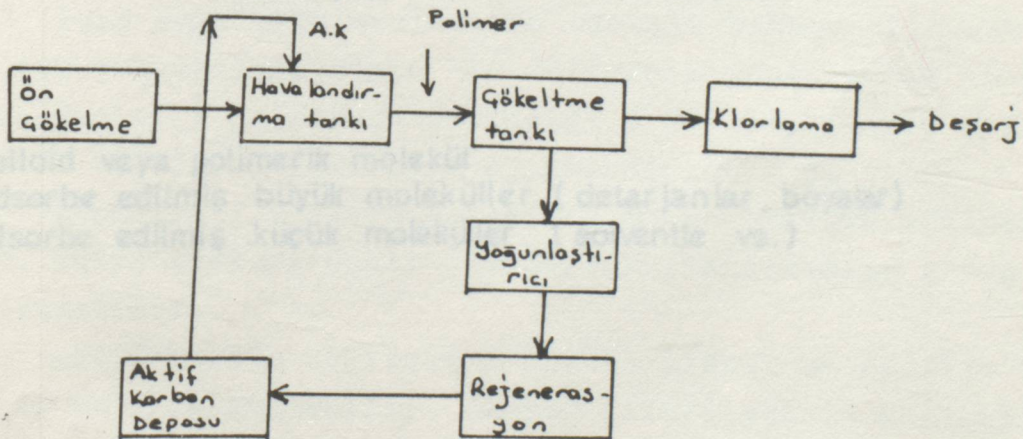
Şekil 2.3.3: Akışkanlaştırılmış karbon kolonu (Basınç altında)

Bu kullanma alanlarının dışında aktif karbon üzerinde adsorbe edilen biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalarca ayrıştırılması ile sistemin, hem adsorbsiyon, hem de biyolojik arıtma yöntemi olarak çalışması gözlenmiştir. Bunlardan bazıları;

1. Fludize Edilmiş Karbon Kolonları: Aktif karbon kolonunu havalandırma ile fludize ederek, atıksu içindeki adsorblanabilir, maddelerin adsorblanması, ayrıca karbon daneleri üzerinde mikroorganizmaların çoğalmaları sağlanarak, karbonun uzun süre adsorblayabilme özelliğini koruyabilmesi amaçlanmıştır. Henüz uygulamaya geçilmiş bir sistem olmamakla beraber, üzerinde yoğun araştırmalar yapılmaktadır.

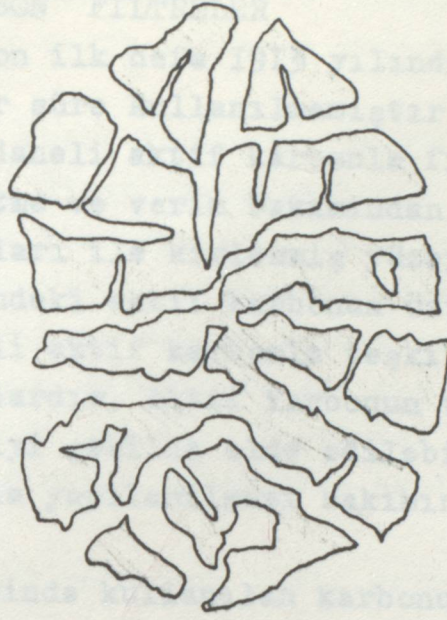
2. Biyofiziksel Proses: Aktif karbon direk olarak bir aktif çamur sisteminin havalandırma tankına karıştırılmaktadır. Çökeltme tankından alınan karbon-Çamur karışımını bir rejeneratörde yeniden aktif karbona dönüştürülmektedir. Bu sistemin sağladığı yararlar şöyle sıralanabilir;

- a) BOI ve KOI gireriminde artış sağlamaktadır.
- b) Renk ve toksik etki yapan maddeler adsorblanarak giderilmektedir.
- c) Sürekli olarak karbonun biyolojik rejenerasyonun sağlanması mümkün olmaktadır.
- d) Çamur çökeltme özellikleri iyileşmektedir.

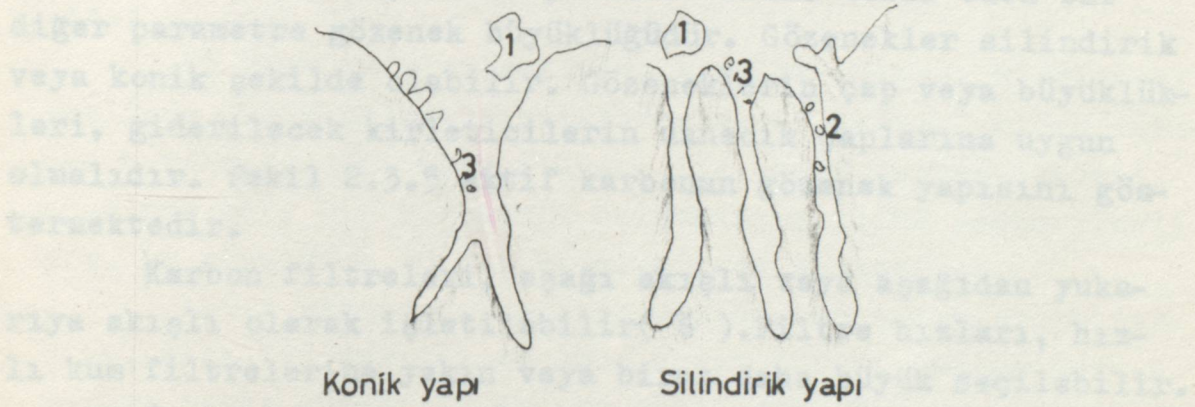


Sekil 2.3.4: Biyofiziksel Karbon Adsorbsiyonu Proses Şeması.

2.3.1. AKTIF KARBON FİLTRELERİ
Aktif karbon ilk kez ABD'de piyasaya sürüldüğü fakat bir süre sonra 1930 yılında ilk defa Michigan'de deneysel olarak filtre yapılmıştır. Bu filtreler işleme için çok iyi bulunmuş, fakat zamanla etkisiz hale gelen suların tasfiyesinde toz çekiminde başarılı olan ve sebebiyle deneysel olarak geliştirilmiş filtreler tercih edilir olmuştur. Bu filtreler, istenilen dozajın daha fazla temizliği ve tasfiyenin daha kolaylıkla yapılabilmesi ve tasfiyenin üstünlüğüne sahiptir.



Şekil 2.3.5 : Aktif Karbon Gözenek Yapısı



- 1-Kolloid veya polimerik molekül
- 2-Adsorbe edilmiş büyük moleküller (detarjanlar , boyalar)
- 3-Adsorbe edilmiş küçük moleküller (solventle vs.)

2.3.1. AKTİF KARBON FİLTRELER

Aktif karbon ilk defa 1913 yılında ABD' de piyasaya sürülmüş fakat bir süre kullanılmamıştır. 1930 yılında ilk defa Michigan'da daneli aktif karbonla filtre yapılmıştır. Bu filtreler işletme ve verim bakımından çok iyi bulunmuş, fakat sanayi atıkları ile kirlenmiş yüzey sularının tasfiyesinde toz şeklindeki aktif karbonun üstünlüğe haiz olması sebebiyle daneli aktif karbonla teşkil edilmiş filtreler terk edilir olmuşlardır. Aktif karbonun toz şekli, istenilen dozajın daha iyi şekilde elde edilebilmesi ve tasfiyenin daha kolaylıkla yapılabilmesi bakımından üstünlüğe sahiptir.

Su tasfiyesinde kullanılan karbonun yüzey alanı 500 ila 1500 m²/g arasında değişir. Suyu kirleten maddeler yüzey alanında tutulacağından, yüzey alanı giderme verimine tesir eder. Yüzey alanı yanında verime tesir eden bir diğer parametre gözenek büyüklüğüdür. Gözenekler silindirik veya konik şekilde olabilir. Gözeneklerin çap veya büyüklükleri, giderilecek kirleticilerin danecik çaplarına uygun olmalıdır. Şekil 2.3.5 aktif karbonun gözenek yapısını göstermektedir.

Karbon filtreleri, aşağı akışlı veya aşağıdan yukarıya akışlı olarak işletilebilir(6). Filtre hızları, hızlı kum filtrelerine yakın veya biraz daha büyük seçilebilir.

İçme suyu uygulamalarında basıçlı karbon filtreleri daha çok kullanılır. Böyle bir filtrenin çapları(3,6 -5)m civarındadır(7). Karbon derinliği (2-3)m, filtre hızı ise (20 -25)m/st civarında alınmaktadır(7).

Ekseriya 1 m³ karbon ile 10⁵ m³ su tasfiye edilmektedir. Aktif karbon, belli bir süre kullanıldıktan sonra yenilenmelidir.

Aktif karbon filtreleri normal olarak su tasfiye tesisinin sonunda kullanılır. Karbon filtrelerinin kullanılmasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

a) Suda demir ve mangan konsantrasyonu çok düşük olmalıdır(<0,1mg/lt). Aksi halde filtre yatağında çökecek

demir ve mangan yumakları filtre yatağının kirlenmesine sebep olacaktır. Bu çeşit kirlenme geri yıkama ile giderilemez.

b) Daneli aktif karbondan teşkil edilen filtre yatağında, bakteri ve diğer organizmaların çoğalması mümkündür. Çünkü suda çok az miktarda olan besin maddeleri aktif karbon yüzeyinde tutunarak, mikroorganizmaların çoğalmasına uygun ortam oluşturur. Bundan dolayı aktif karbon filtresinden geçmiş suyun dezenfekte edilmesi gereklidir.

c) Filtrenin çelikten yapılması halinde korrozyon durumu dikkate alınarak, plastikte kaplama gibi tedbirler alınmalıdır.

d) Düşük pH değerleri aktif karbon için daha uygundur.

e) Bazı kimyevi maddeler, bilhassa yumaklaştırıcılar tarafından aktif yüzeyin kapatılmasına karşı tedbir alınmalıdır.

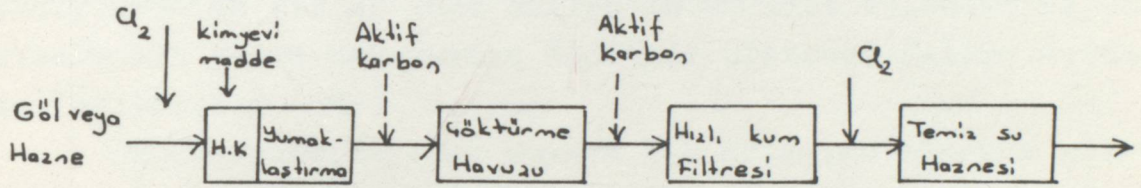
f) Eğer ön klorlama veya kırılma noktası klorlaması şeklinde bir klorlama yapılıyorsa; aktif karbon, kloru etkisiz bıraktığından, klor ilavesi ile aktif karbon ilavesi arasında kafi bir süresinin bulunmasına itina gösterilmelidir. Bu süre 20 - 30 dakika civarında alınabilir.

Aktif karbonun, su alma yapısından hemen sonra tatbiki, daha iyi dağılma ve uzun temas süresi sağlar. Esasen asgari temas süresi 15 dakika olmalıdır(7). Bu sürenin daha büyük olması (Mesela 1 saata kadar) ilave faydalar sağlar. Aktif karbon esas itibariyle koku ve tat kontrolünde kullanılmasına rağmen, yumaklaştırma işleminde yumaklar için bir çekirdek vazifesi görmesi bakımından yumaklaştırmaya yardımcı madde olarakta kullanılmaktadır.

Pek çok hallerde aktif karbon, karıştırma odasından suya verilir. Ancak bu durumda aktif karbonun adsorbama kabiliyeti tam olarak kullanılamaz. Çünkü yumaklaştırıcı olarak kullanılan kimyevi maddelerin aktif karbonun yüzeyini kaplaması olayı ortaya çıkar. Keza yumaklaştırma veya yumuşatma işlemi için kireç kullanılıyorsa pH yükselir. Bu ise aktif karbonun verimi üzerine ters

tesir yapar. Eğer ön klorlamada karışım odasından yapılıyorsa, yani klor ile aktif karbon yan yana tatbik ediliyorsa, bir miktar klor kaybı olur.

Bulanıklığın giderilmesi sırasında yumaklaştırma ile tad ve kokuların giderilmesi faydalıdır. Şekilde gösterilen tesislerde çöktürme havuzu çıkışında, durulanmış suya ikinci defa karbon verilir. Bulanıklığı giderilmiş suya verilen aktif karbonun yüzeyinin kapanması tehlikesi olmadığından, bu noktadan verilen aktif karbondan verimli bir şekilde istifade edilmiş olur.



Şekil 2.3.6 : Bir su tasfiye tesisinde Aktif Karbonun Uygulama yerleri.

Aktif karbonun bir diğer uygulama yeri de çöktürme havuzundan çıkan suyun hızlı kum filtresine giriş yeridir. Bazı hallerde filtre üstünden de verilebilir. Ancak bu tatbik tarzı seri bağlı filtreler için uygundur. Netice olarak toz şeklindeki aktif karbonun verimli bir şekilde kullanılması için bunun iki veya daha fazla kademede tatbikinin uygun olduğu ifade edilebilir. Su tasfiyesi çeşidine göre tatbik yerleri de iyi seçilmelidir. Meselâ karbonun bir kısmı ham suya, geri kalan kısmı çöktürme havuzu çıkışına tatbik edilebilir.

Projelendirmede içme suyu için (göl veya haznedeki) tavsiye edilen dozlar aşağıda verilmiştir (7).

Sürekli işlerde; (2 - 8)mg/lt

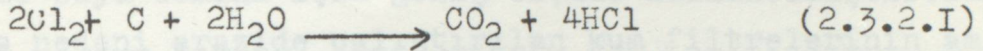
Ara sıra uygulaması gereken mühim problemde : (5,-20)
mg/lt

Acil ihtiyaç gösteren tasfiye için yani tehlikeli durumlarda : (20-100)mg/lt

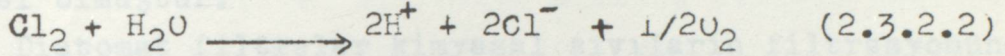
Dozlamanın sınırı değişik aralıklarda verildiğinde; aktif karbon besleyicilerinin biraz büyük kapasitede seçilmesi faydalıdır.

2.3.2. AKTİF KARBONUN KLOR GİDERMEDE KULLANILMASI

Aktif karbon sudaki klorun giderilmesinde kullanılır.



şeklinde. Reaksiyonda karbon katalizör olarak kullanılırsa;



olur. Bu filtrelerde filtre yatak derinliği 2m'dir.

filtre hızı (25 - 35) m/st arasında alınabilir (7).

3. DIATOM TOPRAĞI

3.1. DIATOM TOPRAĞI TARİHİ

Diatom toprağı filtre malzemesi olarak ikinci dünya savaşı sırasında Amerika Birleşik Devletleri ordusu tarafından içme suyu temini için geniş ölçüde kullanılmıştır. Bunun başlıca nedeni arazide çalıştırılan kum filtrelerinin amipli dizanteri sistlerini ve kan fluklerini etkili şekilde tutamaması olmuştur.

Diatomat filtreler kimyasal sıvıların filtrasyonunda ve bilhassa yüzme havuzu sularının süzülmesinde kullanılmaktadır. 1958'de ABD'de inşa edilen 10000 adet belediye ve kişilere ait yüzme havuzundan %53'ünde diatomat filtre tesisi kullanılmıştır (9).

Winterport, Me, içme suyunu bir göletten almakta gölet de bir dere tarafından beslenmektedir. Bu su vakum tipi diatomat filtresinden süzülmeaktadır. Filtrelere giren ham suyun bulanıklığı bazan 100birimi geçmektedir(9).

Jamestown, R.I. , içme suyu içinde deneysel özellikte açık tip bir diatomat filtre tesisi kurulmuştur. Ham su koagülasyon ve sedimantasyon işlemlerinden sonra filtre edilmektedir. Senenin önemli kısmında koagülasyon yapmadan da iyi evsafıta su elde edildiği görülmüştür. Rengin fazla arttığı ve bulanıklığın 100 birimi geçtiği hallerde ancak koagülasyona baş vurulmuştur. 12,5 l/sn kapasitede olan bu deneysel tesis bir yıllık çalışma sonunda gayet tatminkar sonuç vermiş ve senelik masraflarında aynı belediyeye ait klasik kum filtre tesisinin ki kadar olduğu görülmüştür(9).

1959 yılında Güney Amerikada, Amerika Alüminyum Şirketi için kurulan başka bir içme suyu tesisi de suyunun nehirden almakta ve bu ham suyun bir mililitresinde 200 ila 4000 koli bulunmaktadır. Diatomat filtrelerin bakterileri tutmaktaki yeterliliği göz önüne alınarak vakum tipi açık bir diatomat filtre tesisi kurulmuş ve koagülasyon, çökeltme gibi ön arıtma ve klorlama kullanılmadığı halde yalnız filtrasyon sonucu bakteri miktarının kabul edilebilecek limitlere düştüğü görülmüştür.

3.2. DIATOM TOPRAĞI ÖZELLİKLERİ

Diatomat; tarihin eski çağlarında ölmüş diatom fosilleridir. Diatomlar hayvan değildir; alg'ler sınıfından, tek hücreli mikroskopik deniz bitkileridir. Bunların, yaşadıkları sulardan silika çekerek kendi iskeletlerini kurma özellikleri vardır. İşte bugünkü diatomat veya diatomat toprağı yahut ta kieselguhr denilen şey bu silika yataklarıdır.

Bu küçük fosiller mikroskop altında çeşitli şekillerde görünürler: disk şeklinde, kayık şeklinde, iğne ve dantel şeklinde olanları vardır; ve dokuları gayet geçirgendir. Bilinen 15000 kadar türü varsa da filtrasyon için kullanılanları bunlardan sadece birkaç belirli türdür. Bunlarında filtrede kullanılabilmesi için özel şekilde hazırlanmaları gerekir. Görünüş itibarıyla beyaz tebeşir tozuna benzeyen diatomat tanelerinin büyüklüğü 0,5-12 mikron kadardır.

Ufacık bir diatomat tozuna mikroskopla bakıldığı zaman hacminin %90 nını süngerimsi boşluk ve kanalcıkların teşkil ettiği görülecektir. Bu delikler o kadar küçüktürki büyük bakteriler içinden geçemez.

Diatomat toprağı çeşitli büyüklükte olmak üzere diatom yatakları öğütülmek suretiyle imal edilmektedir. İçerisine maksada göre asbest veya başka maddeler de bazan ilave edilmektedir.

Diatomat toprağı kumdan çok daha incedir; dolayısıyla çok daha ince askı maddeleri tutabilir. Bu sebeple de bulanıklığı az olan sularda bazen koagülasyon ve çökeltme gibi ön arıtmaya lüzum göstermez.

Son zamanlarda diatomat toprağı ferrik koagülantlar veya alüm koagülantlar ile az bir miktar kapılarak bunların bulanıklığı fazla olan suları süzme yetenekleri artırılmıştır.

3.3. UYGULAMADA DIATOM TOPRAĞI

3.3.1. DIATOM FİLTRELER

Diatomat filtrelerde elemanlar evvela yoğun bir diatomat toprağı tabakası ile kaplanır. Buna

"

"ana tabaka" denir.Su; çok az bulanıklık ise olduğu gibi bu ana tabakadan geçirelerek süzülür; biraz fazla bulanık ise içine devamlı olarak diatomat ilave etmek suretiyle teşekküledecek çamur tabakasının porozitesinin artırılması sağlanır ve filtrenin çalışma süresi uzatılır.Filtrenin çalışma süresince ilave edilen bu diatomat miktarına da "porozite teşkil dozu" denir.

Porozite teşkil dozu suda bulanıklık yapan maddelerin cinsine bağlıdır.Eğer bu maddeler organik olmayan mil çeşidinden şeyler ise porozite teşkil dozunun ppm cinsinden bulanıklık derecesine eşit olması uygundur;yok bulanıklık teşkil eden maddeler algler ve yapışkan çamur teşkil eden organizmalardan ileri geliyorsa porozite teşkili için verilen diatomat toprağı dozu,tutulmuş yosun ve çamurlu organizma ağırlığının iki veya üç katı olmalıdır.

Bu porozite dozu pratikte kesin olarak hesaplanmaz, osebeple işletmeden edilen tecrübeye göre tayin edilir.Başlangıç olarak (60 -90) g/m²/s lık bir doz seçip filtreli suyun kalitesine göre bu dozu daha artırılıp eksilterek en iyi doz tesbit etmek uygundur.

Ana tabakanın meydana gelmesi için,yıkamadan sonra , verilen diatomat toprağı dozu(0,5, 2,5) kg/m² olup genellikle 0,75 kg/m² dir (9).

Diatomat filtrelerin;

-Açık tip,

-Kapalı tip,

olarak iki çeşidi vardır.

3.3.2. FİLTRASYON HIZLARI

Diatomat filtreler 56 cm² ile 180000 cm² arasında kalmak üzere çeşitli büyüklüklerde ve bir çok kazanı bir araya getirerek batarya teşkil etmek suretiyle imal ve tertip edilmektedir (9).

Diatomat filtreler özellikle az bulanık sular için uygundur,kimyasal madde ilavesi ile pıhtılaştırılmış olan suların diatomat filtrelerle süzülmesi biraz daha masraflı

olur. **TEKNEK ÇALIŞMALAR**

Kapalı filtrelerde en çok 2,5 ila 5 ve 7,5 m/st'lık hızlar uygulanmaktadır. Açık filtrelerde süzme hızı 1,0 ila 2,5 m³/m²/st arasında kalır. Diatomat filtreleri yıkama için filtreli temiz su ters yönden filtreye basılır. Yeterli bir yıkama için yıkama suyu debisi 15 - 25 m³/m²/st olmalıdır (9).

3.3.3. DIATOMAT FİLTRELERİN AVANTAJLARI

a) Küçük olan dış ölçülerine kıyasla süzme alanı çok büyüktür.

b) Bulanıklığı 30 birimden az olan sular, herhangi bir koagülasyona tabi tutulmaksızın iyi şekilde süzülebilir.

c) Bakterilerin ve bilhassa amipli dizanteriye sebep olan sistlerin tutulmasında şap flokları ile kapalı kum filtreleri kadar tesirlidir.

d) Filtreli suyun berraklık derecesi daha yüksektir.

e) Askı halindeki maddeleri koagülant kullanarak veya kullanmadan tutabilir.

f) Alg yosunlarını iyi şekilde tutabilir.

Memleketimizin diatomat toprağı rezervleri henüz gerektiği gibi tanınmış ve özellikleri tayin edilmiş değildir. Eskişehir'de, bilhassa Kayseri'de iyi evsafli, zengin rezervlerin bulunduğu sanılmaktadır. Midyat'ta da diatomat olması muhtemel formasyonlar mevcuttur. Memleketimizde ki diatomat yatakları işlenip değerlendirildiğitakdirde bu tip filtrelerin memleketimizde de imali ve kullanılması mümkün ve faydalı olacaktır (9).

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

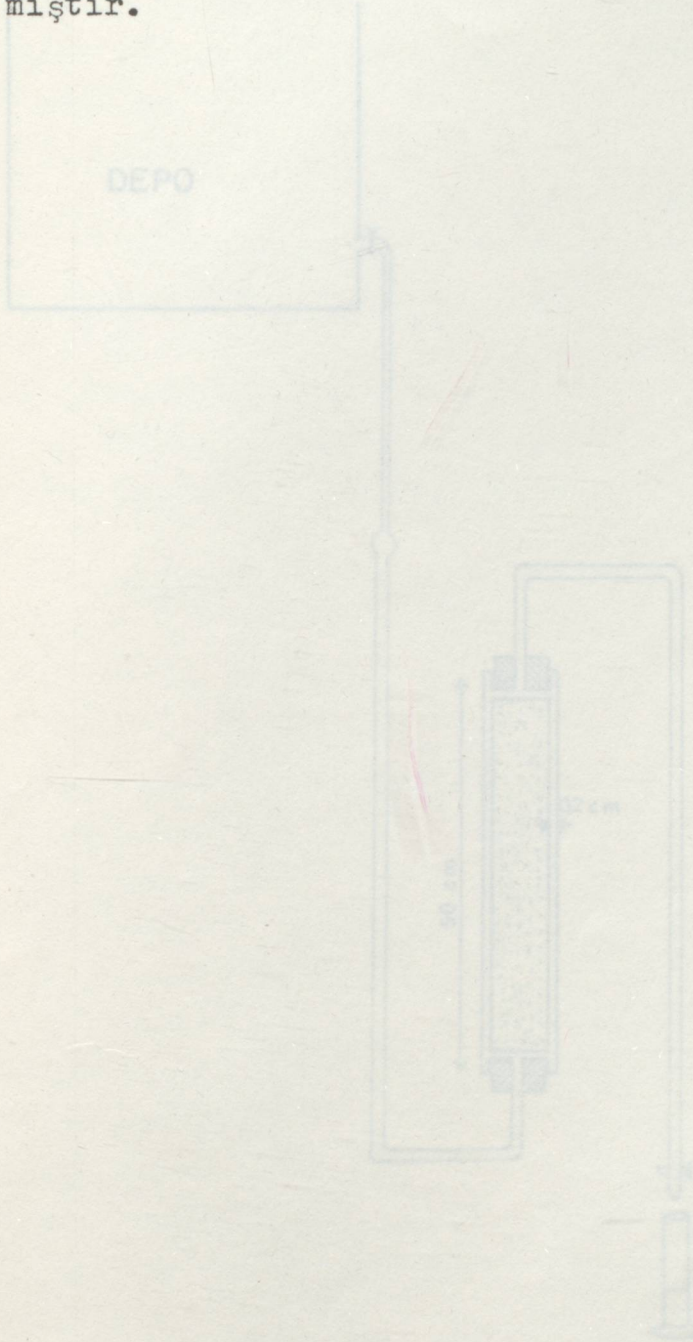
Şekil 4.1'de görülen sistem; 2 mm et kalınlığı, 157,08 ml hacmi olan cam malzemedan yapılmış sürekli akımlı bir filtrasyon modelidir. Sistemin boyutları şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Sistem su 50lt hacmindeki bir depodan sağlanmaktadır. Deponun filtre kolonundan yüksekliği (40 - 75)ml/dk arası akışı sağlamaya yeterli olacak kadardır. Depo musluğu ile filtrasyon borusunun bağlantısı plastik bir hortumdur. Giriş ucunda akışın piston akış olması ve adsorbant maddelerin alt kısımdan kaçmalarını engellemek için süzgeç kağıdı kullanılmıştır. Kolonun üst çıkışında siyah bant süzgeç kağıdı ve tıpa bağlantılıdır.

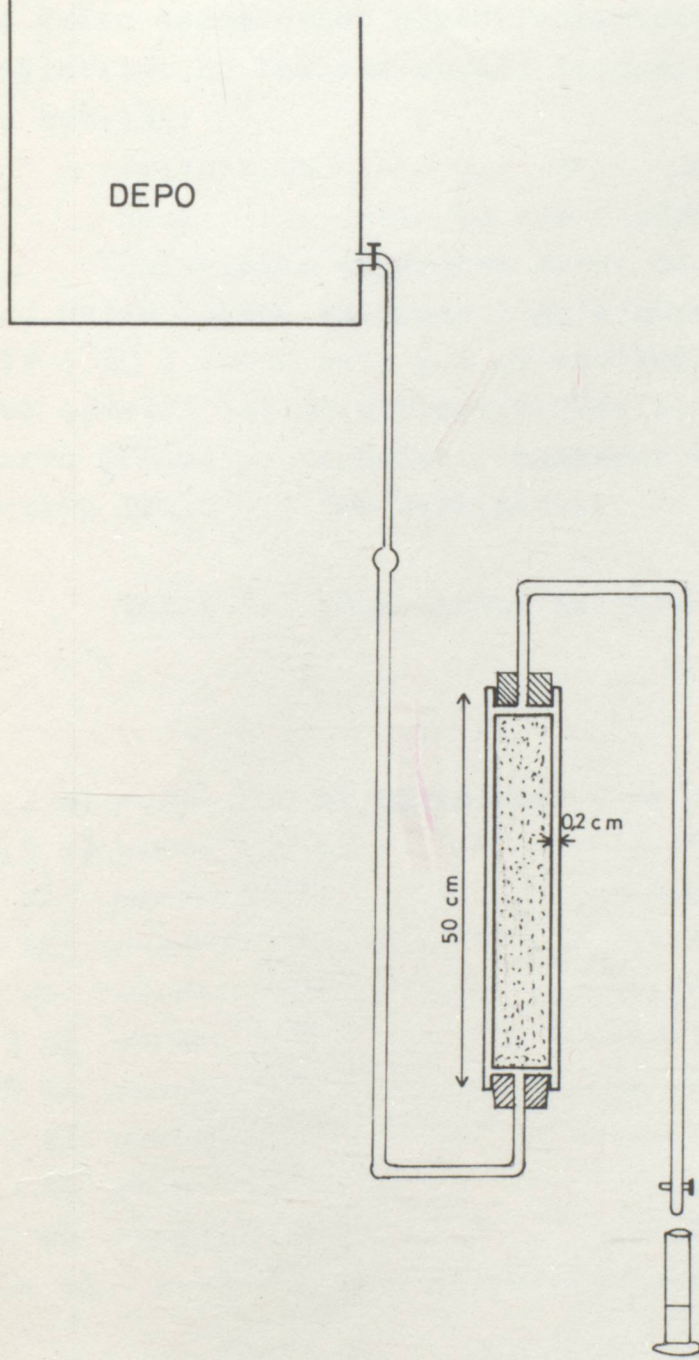
Deney esnasında; filtrasyon kolonuna koyacağımız adsorbant maddelerin; tüpün hacmini ne denli küçülteceği ve suyun akışını nasıl azaltacağını tesbiti için adsorbant maddelerin yoğunlukları tayin edilmiştir. Yoğunlukları ve adsorblama kapasiteleri tesbit edilen 8 gr ağırlığındaki adsorbantlar boyu 50 cm olan filtrasyon kolonunda hızı 42 ml/dk olmak üzere su ile temas ettirilmiştir.

Alttan giren başlangıç numunesi tüpü tamamen doldurunca kolon içersindeki adsorbant madde ile askıda kalır. Alt kısımdan giren su yukarı doğru yükselirken adsorbant taneciklerle temasta bulunur. Bu temas sırasında (bulanıklık, koku, renk, vs) meydana getiren kirlilikler aktif yüzeyler tarafından bünyeye çekilirler. Paragraf I.3.1'de belirtildiği gibi tanecik büyüklüğü de adsorbsiyon hızını önemli ölçüde etkiler. Bu husus göz önünde bulundurularak kullanılan adsorbantların tanecik büyüklüklerinin aynı çap aralığına denk getirilmesine çalışılmıştır. Su 50 cm yükseltildikten sonra lastik tıpaya ulaşır. Buradaki süzgeç kağıdı nedeni ile adsorbant maddeler burada tutularak, su numunesi buradan dışarı çıkar. Bu işlem 15 - 20 dk devam ettikten sonra çıkış suyunun spektrofotometrede bulanıklık değerine bakılması için bir miktar su numunesi mezüre alınır. Adsorbsiyon işleminde mukayese parametresi olarak bulanıklık kullanılmıştır.

Sistemden çıkan suyun bulanıklık değeri spektrofotometrenin 420 dalga boyundaki değerinde tesbit edilmiştir. Adsorbantlarla muamele edilen çıkış suyunun pH, sıcaklık değerleri ölçülüp temasta kaldıkları süreler hesaplanmıştır.



Şekil: 4.1 Deneysel düzenekinin sematik görünümü



Şekil: 4.1 Deney düzeneginin şematik görünümü

4.1. NUMUNENİN HAZIRLANMASI

Hacmi 30 lt olan bir kap içine 5 gr ... renk verici madde ilave ederek bu ... için yaklaşık 20 dk hızlı karıştırıldı. ... da kalen maddelerden çökeltilen ... bekletildi. Bu bekleme sonucu ... ne bakıldı;

Bulanıklık -----

Renk -----

Bulanıklık değeri ...

480 dalga boyunu kullanarak ... (10). Bunun için ... renk gözelti halinde ... olarak ... 100 ml'ye ... edilip Tablo 4.1 'de ...

Tablo 4.1 ...

		Spektrofotometre
		Değer
0,1 ml	100 ml	0,000
0,5 ml	100 ml	0,013
1,0 ml	100 ml	0,025
2 ml	100 ml	0,050
3 ml	100 ml	0,075
5 ml	100 ml	0,125
10 ml	100 ml	0,250
25 ml	100 ml	0,625
50 ml	100 ml	1,250
100 ml	100 ml	2,500

Spektrofotometre ... değeri ... birde ... 4.3 çizilir. Spektrofotometre ... değeri ... bir dik indirilirse bu değer ... bulanıklık değeridir.

4.I. NUMUNENİN HAZIRLANMASI

Hacmi 30 lt olan bir kap içine 8 gr kaolen ve 8 gr renk verici madde ilave ederek bu maddelerin çözünmeleri için yaklaşık 20 dk hızlı karıştırıldı. Çözünmeyen ve askıda kalan maddelerden çökebilenenlerinin çökmesi için 24 saat bekletildi. Bu bekleme sonucu numunenin bulanıklık ve rengine bakıldı;

Bulanıklık ----- 0,3 ----- 408 birim (grafikten)

Renk ----- 90 apa (türbidimetre)

Bulanıklık değerinin spektrofotometrede tesbiti için 420 dalga boyunu kaolenin I gr'a göre kalibre edilmesi gerekir (IO). Bunun için ; I gr kaolenin IOOO ml suda çözülerek çözelti haline getirilir. Çözeltiden belirli ml'ler alınarak IOO ml'ye tamamlanıp spektrofotometre değerleri tespit edilip Tablo 4.I 'de verilmiştir.

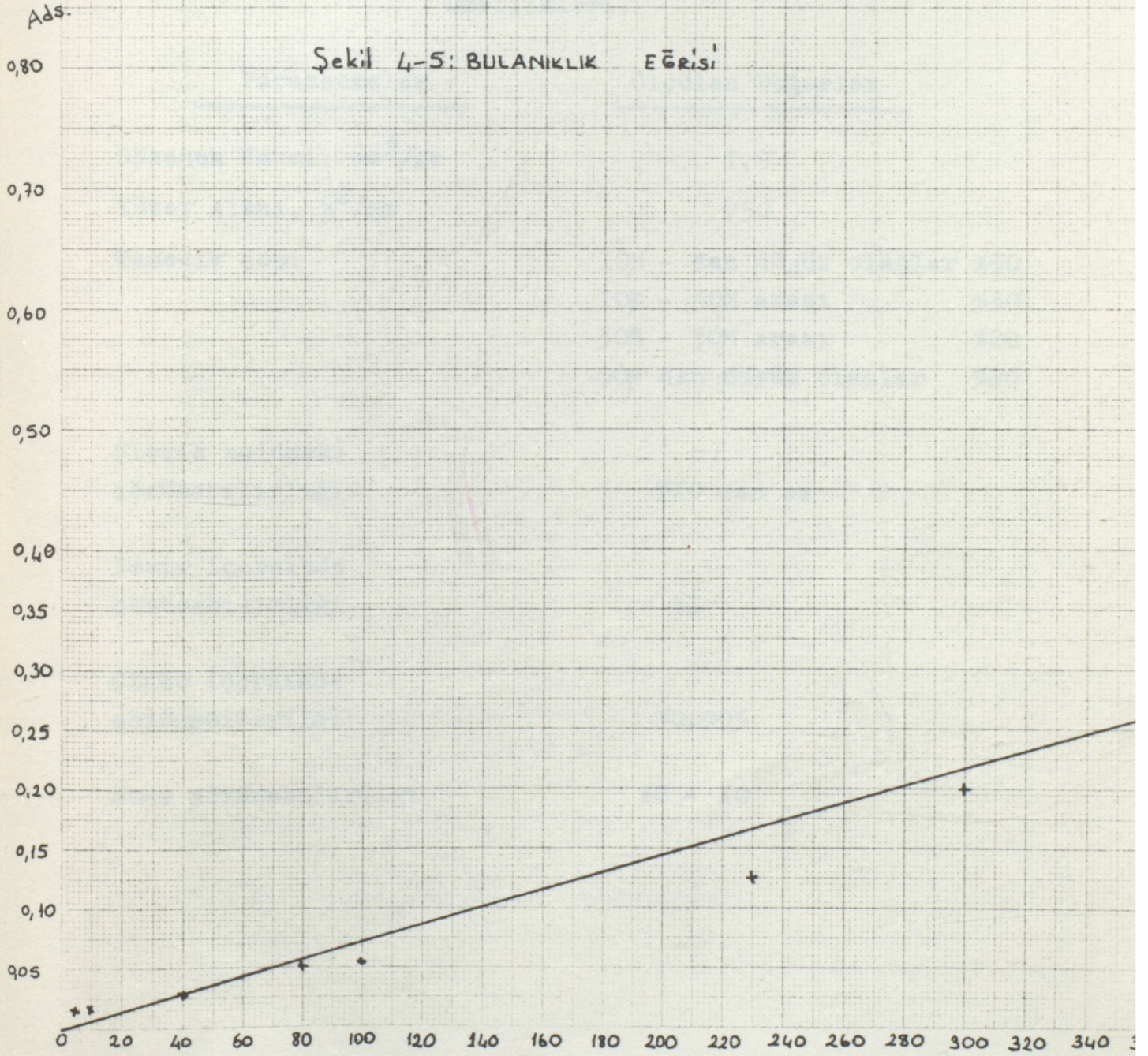
Tablo 4.I :Bulanıklık Kalibrasyon Değerleri.

				Spektrofotometredeki
				Değer
0,1 ml	-----	IOO ml tamamlanır	-----I birim	-----0,000
0,5 ml	-----	IOO ml	-----5 birim	-----0,0015
I ml	-----	"	-----IO "	-----0,015
4 ml	-----	"	-----40 "	-----0,0285
8 ml	-----	"	-----80 "	-----0,050
IO ml	-----	"	-----IOO "	-----0,052
25 ml	-----	"	-----250 "	-----0,125
30 ml	-----	"	-----300 "	-----0,200
50 ml	-----	"	-----500 "	-----0,360
80 ml	-----	"	-----800 "	-----0,582
IOO ml	-----			-----0,733

Spektrofotometre verilerine göre okunan değerler ordinatta, birim olarak bulanıklık apsisde olmak üzere Grafik 4.5 çizilir. Spektrofotometre de okunan adsorbsiyon değerinden eğri kestirilip; kesim noktasından apsisde bir dik indirilirse bu değer su numunesinin bulanıklık değeridir.

4.2. AKTİF KARBONLA YAPILAN DENEYLER

Deney sonucunda 2185 Granüler Çalgın Aktif Karbon



4.2. AKTİF KARBONLA YAPILAN DENEYLER

Deney esnasında 2I83 Granüler Calgon Aktif Karbon kullanılmıştır. Aktif karbonun I987 Kasım ayında I kg'ının fiyatı 24,60 mark'dır.

Tablo 4.2.I : 2I83 Granüler Calgon Aktif Karbonun Özellikleri.

<u>Parametreler</u>	<u>Ölçülen Değerler</u>
Gözenek Hacmi, cm^3/gr	I,9
Yüzey Alanı, m^2/gr	750
Tanecik çapı	I0M - dan düşük olanlar %30 I0M - 30M arası %30 30M - 50M arası %20 50M dan büyük olanlar %20
Nitrik asiddeki çözünübilirliği	%I0 dan az
Demir içersinde çözünübilirliği	%I
Çinko içersinde çözünübilirliği	%0,005
Suda çözünübilirliği	%8 - I0

4.2.I.Pignometre İle Aktif Karbonun Yoğunluk Tayini

100 C° lik etüvde sabit tartıma getirilmiş olan pignometrenin ağırlığı tesbit edilir.Tamamen su dolu olarak tartılıp etüvde tekrar sabit tartım ağırlığına kadar bekletilir.Pignometre içine miktarı tesbit edilmiş Aktif karbon ile tartımı tekrar alınır ve pignometrenin seviye borusuna kadar saf su ile doldurulup tekrar tartılır.

Yoğunluk Hesabı :

Pignometre sabit tartımı : 15,4659 gr
Su - pignometre : 40,1826 gr
Aktif karbon - pignometre: 17,2722 gr
Aktif karbon - pig - su : 40,0900 gr

25 ml su ağırlığı : 40,1826 - 15,4659 = 24,7167 gr

$$\gamma_{su} = \frac{24,7167 \text{ gr}}{25 \text{ ml}} = 0,9887 \text{ gr/ml}$$

Aktif karbon ağırlığı = 17,2722 - 15,4659 = 1,8063 gr
Su ağırlığı = 40,0900 - 17,2722 = 22,8178 gr

24,7167 gr su	25 ml
22,8 gr su	V _x

$$V_x = 23,0793 \text{ ml}$$

Aktif karbon hacmi = 25 - 23,0793 = 1,9207 ml

$$\gamma_{\text{aktif karbon}} = \frac{1,8063 \text{ gr}}{1,9207 \text{ ml}} = 0,9404 \text{ gr/ml}$$

4.2.2. Aktif Karbonun Adsorblama Kapasitesi Tayini.

Bölüm I - 5'de izah edildiği gibi adsorbsiyon olayı belli bir dengeye kadar devam eder. Bu dağılımı tanımlamak için izoterm eğrilerinden faydalanılır. Adsorbantın birim ağırlığı başına adsorbe edilen adsorbat miktarı " q_e " ve denge halinde çözültide kalan adsorbat konsantrasyonu " C_e " arasındaki değişim; eğrilerden hangisine uygunsa (Bölüm I-5) adsorbsiyonun tek tabaka veya çok tabaka adsorbsiyonu olduğuna karar verilip; Şekiller yardımı ile a (Adsorblama kapasitesi) ve b (Adsorbsiyon enerjisi sabiti) değerleri bulunur.

q_e ve C_e değerlerinin tesbiti için şöyle bir deney yapılır;

A. Optimum Adsorbsiyon Süresinin Tesbiti.

1 mgr ağırlığının temiz aktif karbon 5 tane erlene konulur; üzerine bulanıklığı tesbit edilmiş su numunesinden 100 ml ilave edilir. Her bir erlen karıştırıcıda sırayla 10 dak , 20 dak , 30 dak , 40 dak , 50 dak max çalkalama şiddetinde bekletilir. Süreler sonunda erlendeki numuneler mavi bant süzgeç kağıdından süzülür. Süzüntülerin 420 dalga boyundaki spektrofotometre'deki değerleri ve bunların bulanıklık birimi cinsinden değerleri Tablo 4.2.2'de verilmiştir.

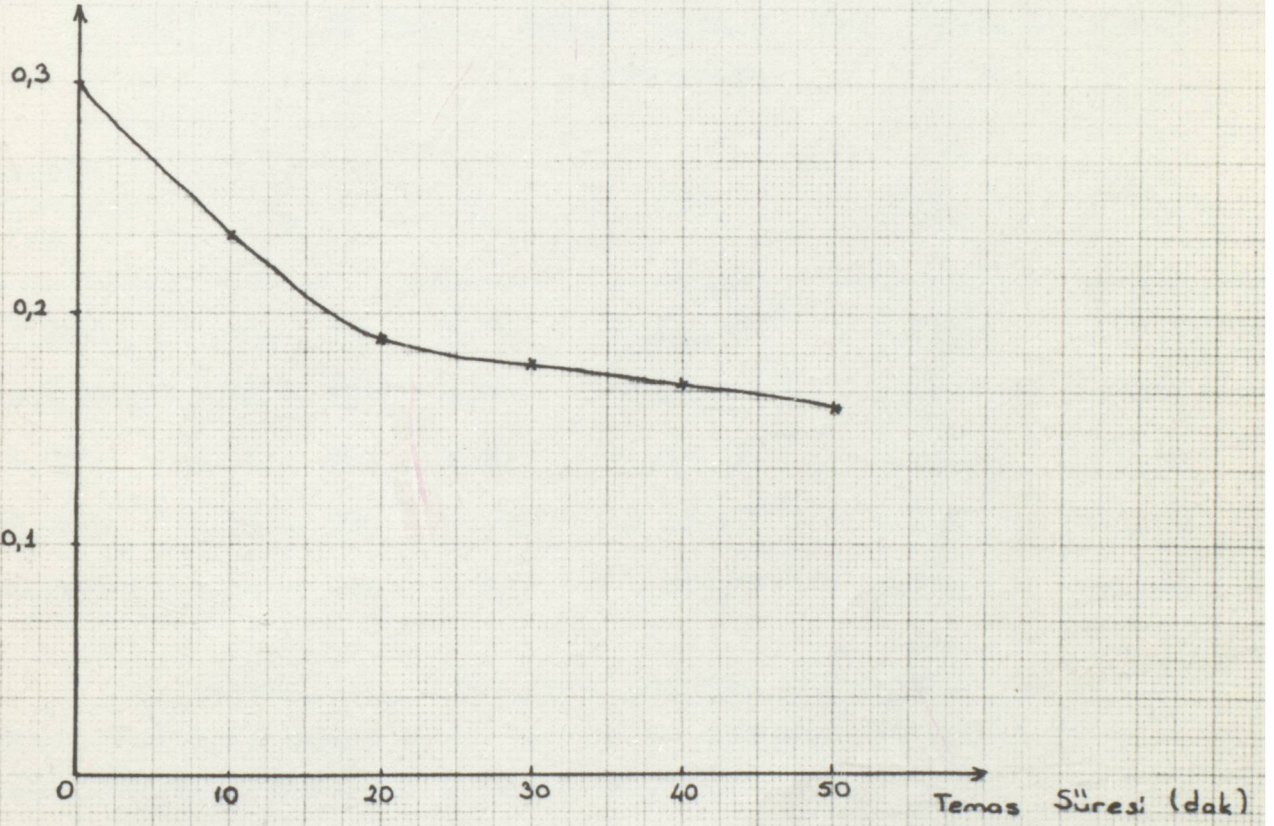
Tablo 4.2.2 :Optimum Süre tesbiti için Yapılan Deneyde süzüntülerin Spektrofotometredeki D değerleri.

Süre	Spektrofotometredeki Değer	Şekil I'den Okunan değer
10 dak	0,23	316
20 dak	0,19	256
30 dak	0,18	244
40 dak	0,17	230
50 dak	0,16	218

Tablo 4.2.2'den 20 dakikalık sürede sonraki değerlerin çok az değiştiği görülmüştür. Bu deney sonunda max bakla süresi 20 dakika olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.2.2'deki değerler grafikte gösterildiği gibi Şekil 4-I: TEMAS SÜRESİ TESBİTİ 20 dakikalık sürede çok az değiştiği görülmüştür.

Bulbunluk
(mg/lt SiO₂)



Tablo 4.2.2'den 20 dakikalık süreden sonraki değerlerinin çok az değiştiği gözlenmiştir. Bu deney sonucunda max bekleme süresi 20 dakika olarak tesbit edilmiştir.

Tablo 4.2.2'deki değerler grafiğe geçirilirse 20 dakikaya kadar bir doğru şeklinde azaldığı, 20 dak. sonra çok az değiştiği Şekil 4 - I'dende görülebilir.

giddetinde bekletilmektedir. 20 dak. (maksimum süre) sonunda her vi bant süzgeç kağıdından süzgeç kağıdında bulunan süzgeçlerin bulanıklık değerlerini spektrofotometride tahkiki ve bu değerler Tablo 4.2.3'de verilmiştir.

Tablo 4.2.3: Temiz Aktif Karbon ile Yapılan Deney Sonuçları

Karbon miktarı (mg)	Q_1	Q_2	$1/Q_1$	$1/Q_2$	Q_1/Q_2
5,000	0,09 - 120	3,32	$1,11 \cdot 10^{-2}$	0,302	20,98
4,000	0,10 - 134	6,80	$7,46 \cdot 10^{-2}$	0,147	19,91
3,000	0,16 - 201	6,85	$1,49 \cdot 10^{-1}$	0,146	20,47
2,000	0,19 - 256	7,50	$2,63 \cdot 10^{-1}$	0,133	19,80
1,000	0,24 - 325	7,80	$3,70 \cdot 10^{-1}$	0,128	19,05

Q_1 ve kalbi Q_2 değerleri grafiğe geçirildiğinde Şekil 4.2'deki doğru elde edilmiştir. Doğruya denklemi şu küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır:

$$y = 10,32x + 0,1034$$

Şekil 4.2 yardımı ile tahmin edilen aktif karbon için adsorpsiyon kapasitesi,

$$Q_2 = \frac{1}{\frac{1}{Q_1} - 10,32} - 0,1034$$

B. Adsorbsiyon kapasitesi Tesbiti.

Optimum sürenin tesbitinde sonra; bu sürede aktif karbonun adsorbsiyon kapasitesini belirlemek için adsorbat miktarlarını değiştirerek deney yapılmıştır. Erlenler içersine 1 mg , 2 mg , 3 mg , 4 mg , 5 mg aktif karbon, üzerine 100ml numune ilave ederek 20 dak temas süresi ve max çalkalama şiddetinde bekletilmiştir. 20 dak (optimum süre) sonunda mavi bant süzgeç kağıdından süzgeç kağıdından süzülen süzüntülerin bulanıklık değerlerine spektrofotometrede bakılmış ve bu değerler Tablo 4.2.3'de verilmiştir.

Tablo 4.2.3: Temiz Aktif Karbon İle İzoterm Deney Sonuçları

Karbon miktarı (mg)	C_e	q_e	I/C_e	I/q_e	C_e/q_e
5,000	0,09 - 120	5,72	$8,33 \cdot 10^{-3}$	0,175	20,98
4,000	0,10 - 134	6,80	$7,46 \cdot 10^{-3}$	0,147	19,71
3,000	0,16 - 201	6,83	$4,63 \cdot 10^{-3}$	0,146	29,43
2,000	0,19 - 256	7,50	$3,91 \cdot 10^{-3}$	0,133	34,10
1,000	0,24 - 328	7,80	$3,05 \cdot 10^{-3}$	0,128	42,05

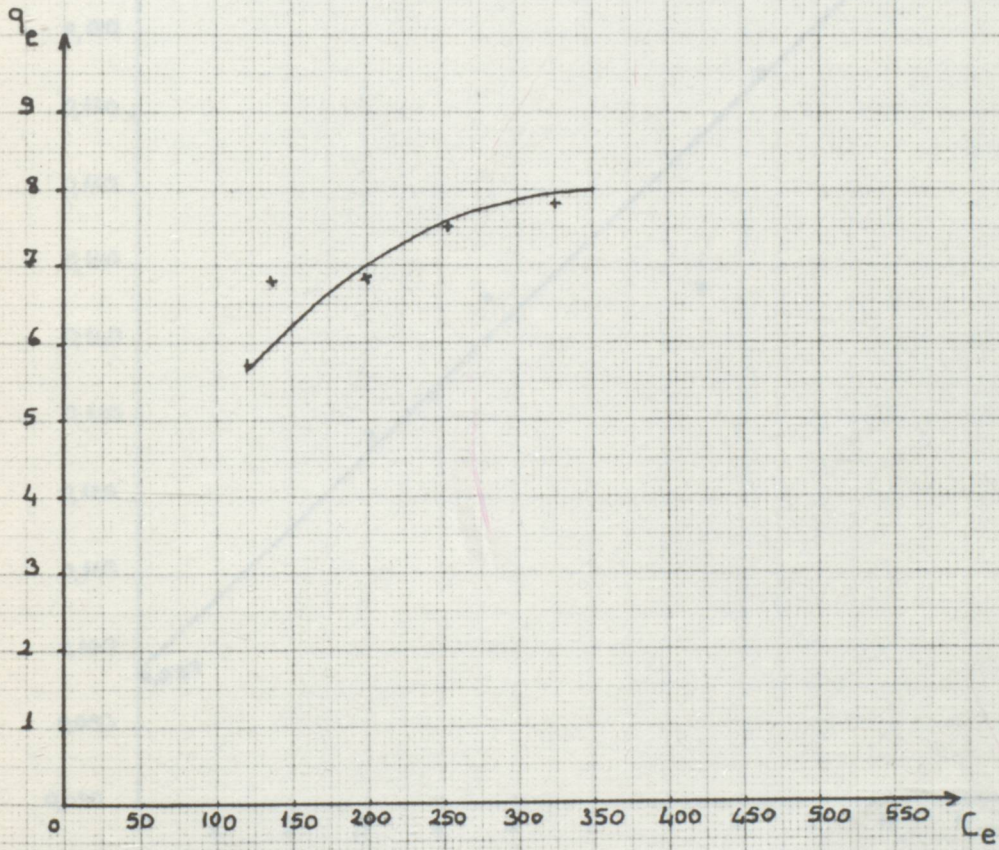
q_e ye karşı C_e değerleri grafiğe geçirdiğimizde Şekil 4.2 deki doğru elde edilir. Bu doğrunun denklemi En Küçük Kareler metodu ile hesaplanırsa;

$$y = 10,32x + 0,1004$$

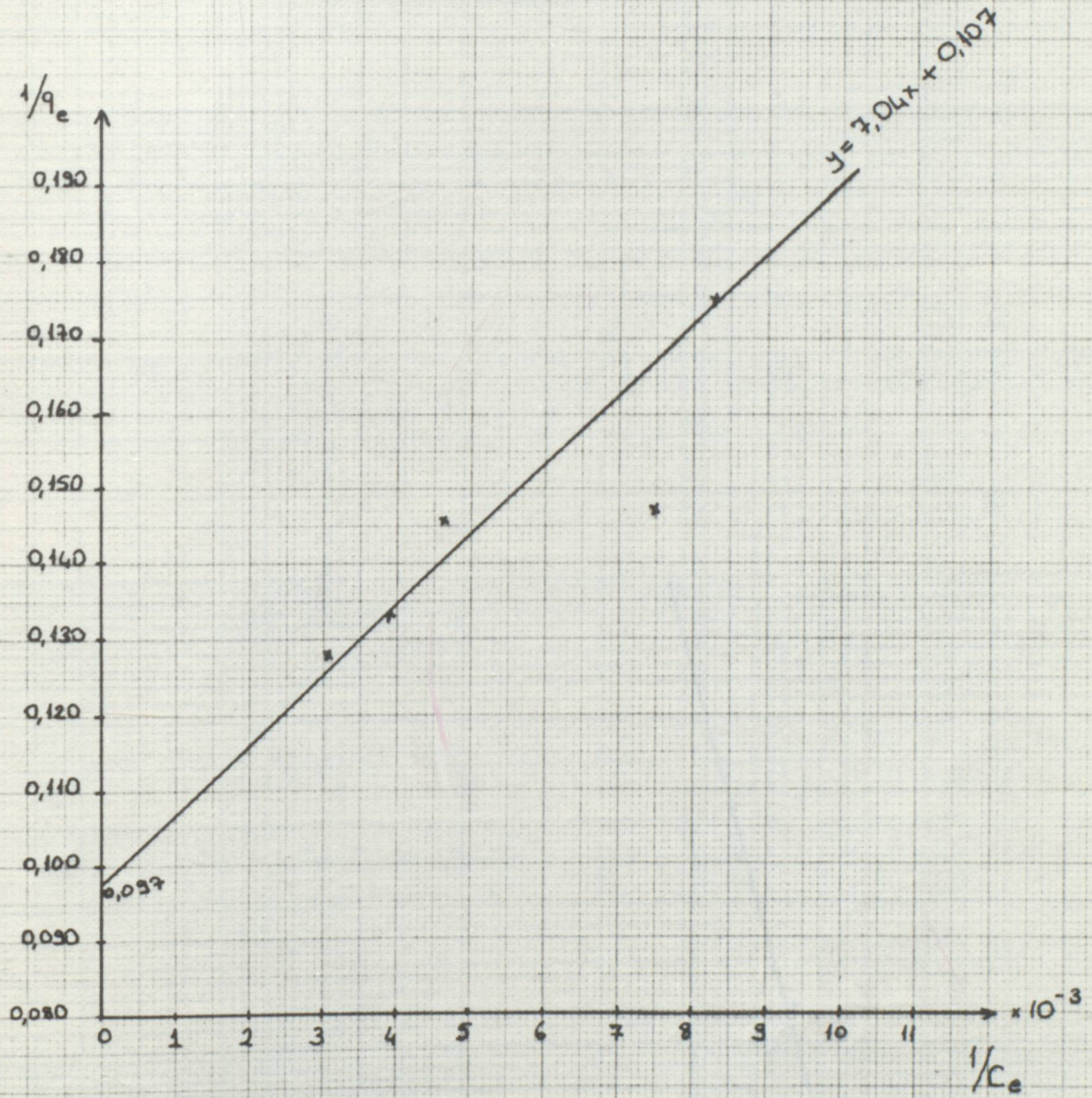
Şekil 4.3 yardımı ile kullanılan aktif karbon için adsorbsiyon kapasitesi;

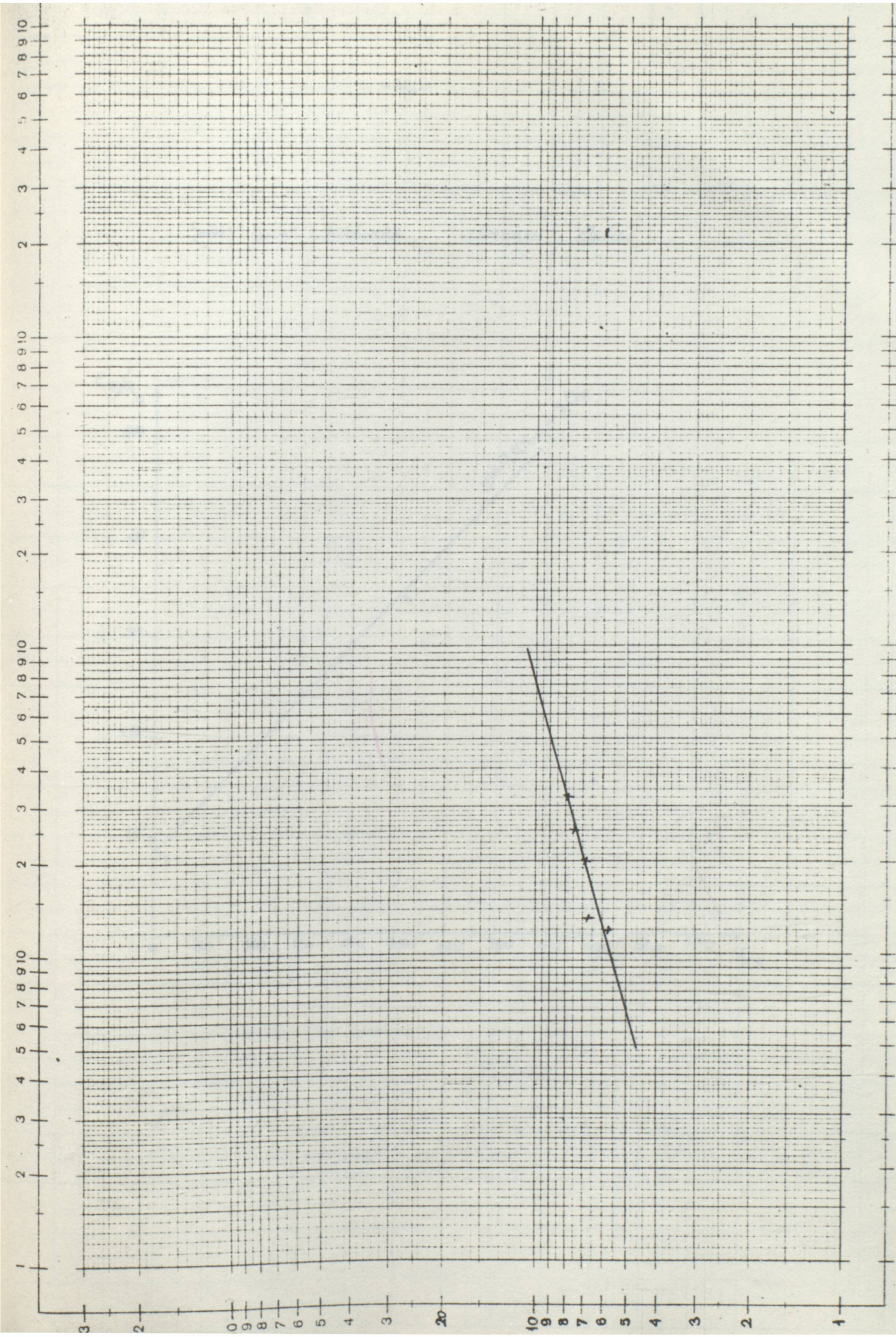
$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{ab} + \frac{I}{a} C_e \quad \text{denklem (1.5) yararlanarak}$$

Şekil 4-2: ADSORBSİYON İZOTERM EĞRİSİ

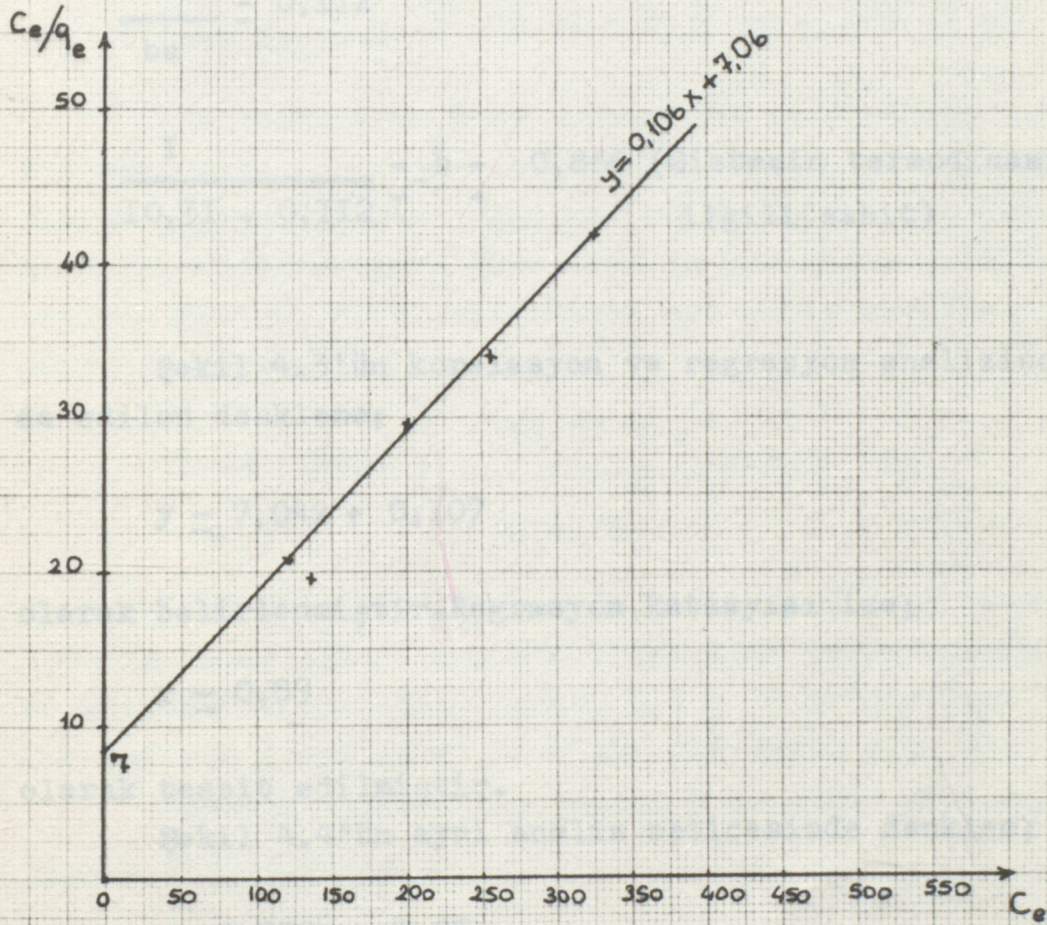


Şekil 4-3: LANGMUIR İZOTERM EĞRİSİ





Şekil 4-4: LANGMUIR İZOTERM EĞRİSİ



$$\frac{I}{a} = 0,097$$

$a = 10,31 \text{ mg/mg}$ (tek tabaka hali için adsorbsiyon kapasitesi)

Aktif karbonun 1 mg başına 10,31 mg bulanıklık adsorblanabilmektedir.

$$\frac{I}{b} = 0,112$$

$$\frac{I}{10,31 - 0,112} = 0,866 \text{ (Sistemin termodinamigi ile ilgili sabit)}$$

Şekil 4.3'ün korelasyon ve regrasyon analizinden elde edilen denkleme;

$$y = 7,04x + 0,107$$

olarak belirlenmiştir.Regrasyon katsayısı ise;

$$r = 0,89$$

olarak tesbit edilmiştir.

Şekil 4.4'ün aynı analiz neticesinde denklem;

$$y = 0,106x + 7,06$$

olarak ve regrasyon katsayısı ise;

$$r = 0,99$$

olarak hesaplanmıştır.

C. Net Hacim ve Temas Süreleri

Filtre kolonuna ilave edilen adsorbantların belirli bir hacim ve ağırlıklarının olması dolayısıyla kolon hacminde bir azalma meydana gelecektir.

$$V_{\text{kolon}} = 157,08 \text{ ml}$$

$$V_{\text{aktif karbon}} = 8,51 \text{ ml}$$

$$V_{\text{net hacim}} = 157,08 \text{ ml} - 8,51 \text{ ml} = 148,57 \text{ ml}$$

Adsorbantların 8 gr'ı üzerinde çalışıldığı için ağırlık/sabittir. ($\rho = \frac{m}{V}$) Yoğunluklarda hacim ters orantılı olarak değişeceğinden yoğunluğu büyük olan madde kolon içinde diğer adsorbantlara göre daha az bir hacim daraltması meydana getirecektir. Dolayısıyla net hacim artarken temas süreside artacaktır.

$$\text{Temas Süresi} = \frac{148,57 \text{ ml}}{42 \text{ ml/dk}} = 3,54 \text{ dk}$$

Numunenin aktif karbonla, Şekil 4 - I'deki düzeneğe , 3,54 dk temas süresi sonunda, bulanıklık parametresine göre, spektrofotometredeki sonucu 0,0 = 0 br'dir. Yani bulanıklık tamamen giderilerek %100'lük bir verim elde edilmiştir.

Deney esnasında kullanılan 8 gr Aktif karbonun maliyeti 138,15 TL'dir.

4.3. DIATOMA TOPRAĞI İLE YAPILAN DENEYLER

Şekil 4.I'deki düzenekte Fransız Diatoma toprağı kullanılmıştır. Bu toprak Fransa'nın Depositede Andensundens Fabrik Aste BAUZİLE'de üretilmektedir. I tonunun fiyatı 1800 Fransız franğı olarak Türkiyeye ithal edilmektedir.

İnce ve kalın olmak üzere iki tipi vardır. Deney esnasında ince Diatom toprağı kullanılmıştır. Pembe renkli olan ince Diatom toprağının özellikleri Tablo 4.3.I'de verilmektedir.

Tablo 4.3.I: Diatoma Toprağının Özellikleri

<u>Parametreler</u>	<u>Ölçülen Değerler</u>	
Geçirgenlik(permabilite)	0,056 - 0,070	
Ağırlık olarak	50	%2,5
içindeki parçacık	50 - 30	%4
	30 - 20	%4,5
	20 - 10	%12,5
	10 - 5	%20
	5 - 3	%20
	3	%36,5
Kek halindeki yoğunluğu	0,27 - 0,35	kg/cm ³

4.3.1. Yoğunluk (Tayini) İle Yapılan Deneyler

Pignometre yöntemi ile Diatoma toprağının yoğunluğu;

$$\gamma_{\text{Diatoma}} = \frac{0,9896 \text{ gr}}{0,4601 \text{ ml}} = 2,1508 \text{ gr/ml}$$

olarak bulunmuştur.

4.3.2. Net Hacim ve Temas Süresi

Diatom toprağının yoğunluğu aktif karbona göre daha büyüktür. Aynı ağırlıktaki adsorbantlarla çalıştığımız için Diatomun daraltacağı hacim aktif karbona kıyasla daha azdır.

$$V_{\text{kolon}} = 157,08 \text{ ml}$$

$$V_{\text{Diatoma}} = \frac{8 \text{ gr}}{2,1508 \text{ gr/ml}} = 3,72 \text{ ml}$$

$$V_{\text{net hacim}} = 153,36 \text{ ml}$$

Diatom toprağının daraltacağı hacim az olduğundan temas süresi daha fazladır.

$$\text{Temas süresi} = \frac{153,36 \text{ ml}}{42 \text{ ml/dk}} = 3,65 \text{ dk}$$

Diatom toprağı ile Şekil 4 - I'deki düzenekte yapılan deney sonundaki su numunesinin bulanıklık değeri spektrofotometrede 0,1 = 130 br dir. Yani %33 lük bir verim gözlenmiştir.

Deney esnasında kullanılan 8 gr Diatom toprağı'nın maliyeti 2,736 Tl'dir.

4.4. 60 HF₂₅₄ (Kselgur) İle Yapılan Deneyler

60 HF₂₅₄'ün 1987 Kasım ayındaki 1 kg'ının fiyatı 47,20 mark'tır.

Tablo 4.4.I : Kselgurun Özellikleri

<u>Parametreler</u>	<u>Ölçülen Değerler</u>
Gözenek Hacmi, cm ³ /gr	0,82
Özgül yüzey alanı, m ² /gr	550
Ortalama Gözenek boyutu, Å ^o	60
pH = 7 iken	süspansiyon madde %10
parçacık büyüklüğü	10 dan küçük olanlar %10 43 dan " " %90
Demir muhtevası	max %0,02
Cl ⁻ muhtevası	max %0,02
İndikatör muhtevası	Manganez, mangan, aktif çinko, silika (%2)

4.4.I. Yoğunluk Tayini

Pignometre ile yapılan deney sonucu 60 HF₂₅₄ 'ün yoğunluğu

$$\gamma_{60 \text{ HF}_{254}} = 1,7271 \text{ gr/ml}$$

olarak hesaplanmıştır.

4.4.2. Net Hacim ve Temas Süresi

$$V_{\text{kolon}} = 157,08 \text{ ml}$$

$$V_{60 \text{ HF}_{254}} = 4,63 \text{ ml}$$

$$V_{\text{net hacim}} = 152,45 \text{ ml}$$

Net hacim Diatom toprağından az, Aktif karbondan fazladır. Dolayısıyla temas süreside Aktif karbondan fazla, Diatom toprağından az olacaktır.

$$\text{Temas Süresi} = \frac{152,45 \text{ ml}}{42 \text{ ml/dk}} = 3,63 \text{ dk}$$

Aktif karbondan 0,09 dk daha uzun temasta bulunmasına rağmen, 60 HF₂₅₄ adsorbantı ile yapılan deney sonucu bulanıklık değeri 0,3 = 408 br olmuştur. Yani hiç giderme gözlenememiştir.

Deney esnasında kullanılan 8 gr Kselgur'un maliyeti 265,08 Tl'dir.

5. DEĞERLENDİRME VE YORUM

Üç çeşit adsorbant madde (aktif karbon, kselgur, diatom toprağı) üzerinde yapılan literatür ve deneysel çalışmalar sonucunda, söz konusu bu üç adsorbantın mukayesesi çeşitli kriterler bakımından aşağıdaki şekilde yapılabilir.

I. Tablo 5.I: Bulanıklık Giderme Verimleri

	<u>Bulanıklık</u>	<u>Verim</u>
Aktif karbon	0,0 =	%100
Diatom toprağı	0,1 = 130 br	%68,1
Kselgur	0,3 = 408 br	%0

Tablo 5.I'den görüldüğü gibi Aktif karbon bulanıklık kriteri bakımından %100 verim sağlarken bu verim Diatom toprağı için %68,1, Kselgur için %0 olmaktadır. Verimler arasındaki bu farklılığa aktif yüzey alanlarının farklılığı sebep olmaktadır.

Tablo 4.2.I'de aktif yüzey alanı Aktif karbon için $750 \text{ m}^2/\text{gr}$; Tablo 4.4.I'de Kselgur için aktif yüzey alanı $550 \text{ m}^2/\text{gr}$ 'dir.

2. Yapılan deneylerde adsorbantlara göre bulanıklık giderme verimleri tablo 5.I'de verilmiştir.

Kselgurdan sonuç alınamaması Kselgur gözenek çaplarının bulanıklık meydana getiren maddelerin çaplarından küçük olmasından kaynaklanmaktadır.

3. Adsorbsiyon olayı sonucu numunelerin pHmetre'de pH'ları ölçülmüştür.

Bu değerler;

	<u>pH</u>
Aktif karbon	7,6

8. SONUÇLAR

	pH
Diatom toprağı	7,7
Kselgur	7,8

olarak tesbit edilmiştir. Başlangıç numunesinin pH'sı 7,6 dır. Aktif karbon pH'yı değiştirmeme açısından en iyi adsorbanttır. Dięerleri ise pH değerini az da olsa değiştirmektedir.

	Verim
Aktif karbon	% 100
Diatom toprağı	% 68,1
Kselgur	% 0

şeklinde dir.

2. Aktif karbon en iyi adsorbantları olarak beraber maliyetinin de yüksek olması sebebi ile, bunun yerine daha küçük verim istenmesi halinde Diatom toprağı daha artilmasında adsorbantları madde olarak kullanılabilir.

3. Kselgur gözenek çaplarının bulunaklık meydana getiren maddelerin çaplarından küçük olması nedeniyle gözeneklere gömlenmiştir.

4. Deneye tabi tutulan adsorbantlar suyun pH'sı üzerine etkili olmaktadır.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıya çıkarılmıştır.

I. Deneye tabi tutulan üç adsorblayıcı maddenin(Aktif karbon, Diatom toprağı, Kselgur)bulanıklık birimi esas alınarak giderme verimleri;

	<u>Verim</u>
Aktif karbon	% 100
Diatom toprağı	% 68,1
Kselgur	% 0

şeklindedir.

2. Aktif karbon en iyi adsorblayıcı olmakla beraber maliyetinin de yüksek olması sebebi ile,bunun yerine daha küçük verim istenmesi halinde Diatoma toprağı atıksu arıtılmasında adsorblayıcı madde olarak kullanılabilir.

3. Kselgur gözenek çaplarının bulanıklık meydana getiren maddelerin çaplarından küçük olması nedeniyle giderme gözlenmemiştir.

4. Deneye tabi tutulan adsorbantlar suyun pH'sı üzerine etkili olmamaktadırlar.

II - Aktay REFERANSLAR

- I - Hassler, J.W.
"Activated Carbon " 2nd Edition ,New York
Chemical Publishing Co. ,Inc. , (I963)
- 2 -Weber, Walter J. ,
"Physicochemical Processes for Water Quality
Control. John Wiley and Sons,Inc. , (I972)
- 3 - Weber, W.J. ,and Morris, J.C. ,
"Equilibriums and Capacities for Adsorbtion
on Carbon." Journal of Sanitary Engineering
Div. ASCE, Vol. 90, SA 3 ,p. 79 (I964)
- 4 - Zagorski,J.S. ,et al. ,
"The Kinetics of Adsorbtion of Phenols by
Granular A.C." Journal of Colloid and
Interface Science, Vol. 55,p. 329 (I976)
- 5 - Snoeyink, V.L.,Weber, W.J. ,and Mark,H.B. ,
"Sorption of Phenol and Nitrophenol by Active
Carbon"Enviromental Science and Technology,
Vol. 3, p. 9I8 (I969)
- 6 - Metcalf Eddy Inc.
"Waste water Engineering Treatment Disposal
Second Edition, p. 276 - 284
- 7 - Erođlu Veysel.
"Su Tasfiyesi" Syf. 267
- 8 - International Institüte for Hydraulic and Environmental
Engineering,
"Modern Chemical Methods" V. 2,p. 24 - 45
- 9 - Aksođan, Sıtkı.Gölhan, Mehmet.
"Suların Arıtılması" Cilt 2, Syf. 63 - 85
- IO - Şengül,Fusun.Türkman,Ayşen.
"Su ve Atıksu Analizleri Labaratuvar Notları"
2. baskı, İzmir 85 ,Syf. 2I - 24

II - Akkaya, Mithat.

"Activated Carbon Adsorption Rate Controlling
Steps of Phenolic Compounds" December 1980
Doktora Tezi Mississippi State University

I2 - Göknil, Halit.

"Fiziko - kimyasal Arıtma Ders Notları" Lisans
üstü İ.T.Ü (1985 - 1986)

Bu çalışmayı yönsten ve çalışma süresince beni yönlendirmekte yardım ve katkılarını esirgeyen değerli Hocam Doç. Dr. İdem BAŞTUĞ 'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu aşamaya gelmekte, çalışmam boyunca bilgilerimi aktaran, yetiğemi sağlayan tüm Hocalarıma saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bu çalışmayı destekleyen TÜRKİYE VAKFI'na da teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı yöneten ve çalışma süresince beni yönlendirmekte yardım ve katkılarını esirgemeyen değerli Hocam Doç. Dr. Adem BAŞTÜRK 'e saygı ve hürmetlerimi sunarım.

Bu aşamaya gelmekte, öğrenimim boyunca bilgilerini aktaran, yetişmemi sağlayan tüm Hocalarıma saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bu çalışmayı destekleyen TÜRKPETROL VAKFI'na da teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Funda ARAL, 31 - 10 - 1964'de Konya'nın Akşehir ilçesinde doğmuş, orta öğrenimini 1980 - 81 öğretim yılında Atatürk Kız Lisesinde tamamlamıştır. 1981 - 82 öğretim yılında Selçuk Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümüne başlayıp 1984 - 85 yılında mezun oldu. 1985 - 86 yılında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı - Çevre Bilim Dalında Lisans üstü öğrenimine başladı.

