

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKTİF KARBONLA TOPRAKTAN TUZ ADSORPSİYONU YOLU İLE
TUZLANMIŞ TARIM ARAZİLERİNİN ISLAH EDİLEBİLECEYİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Hüseyin ÇİFTÇİ

KİMYA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2013**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKTİF KARBONLA TOPRAKTAN TUZ ADSORPSİYONU YOLU İLE
TUZLANMIŞ TARIM ARAZİLERİNİN ISLAH EDİLEBİLECEYİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Hüseyin ÇİFTÇİ

KİMYA ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2013**

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR danışmanlığında, Hüseyin ÇİFTÇİ'nin hazırladığı **“Aktif karbonla topraktan tuz adsorpsiyonu yolu ile tuzlanmış tarım arazilerinin ıslah edilebileceğinin araştırılması”** konulu çalışma 11.02.2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR

Üye: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

Üye: Doç. Dr. Veli KASIM

Bu tezin Kimya Anabilim Dalı'nda yapıldığı ve enstitümüz kurallarına göre düzenlendiğini onaylarım.

Prof. Dr. Seyit TEMİR

Enstitü Müdürü

Bu proje HÜBAK tarafında desteklenmiştir

Proje No: 12065

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Toprağın Tanımı ve Çevresel Önemi	3
2.1.1. Toprak	3
2.1.2. Toprak oluşumu	3
2.1.3. Toprak özellikleri	5
2.1.3.1. Fiziksel özellikler.....	5
2.1.3.1.1. Yapı	5
2.1.3.1.2. Toprak derinliği	6
2.1.3.1.3. Toprağın hidrolojik yapısı	6
2.1.3.1.3.1. Geçirgenlik	6
2.1.3.1.3.2. Toprakta su varlığı ve suyun hareketi	7
2.1.3.2. Kimyasal özellikler	7
2.1.3.2.1. Toprağın besin maddeleri	8
2.1.3.2.2. Toprakta katyon değişimi	8
2.1.3.2.3. Toprak reaksiyonu (pH)	9
2.1.3.2.4. Toprak karbonatları	10
2.1.3.2.5. Toprak ekosistemleri ve karbondioksit (CO ₂)	11
2.1.3.2.6. Toprak organik maddeleri	11
2.2. Toprak Tuzlanması	12
2.2.1. Tuzlanma ve tuzlanmanın ekilebilir topraklar üzerindeki etkileri	15
2.3. Adsorpsiyon	18
2.3.1. Adsorpsiyon nedir	18
2.3.2. Adsorpsiyon türleri	18
2.3.2.1. Fiziksel adsorpsiyon	18
2.3.2.2. Kimyasal adsorpsiyon	18
2.3.2.3. Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon arasındaki farklar	18
2.3.3. Katı faz üzerinde adsorpsiyon desorpsiyon işlemleri	19
2.4. Sulama ve Üretim Artışı İlişkisi	19
2.5. Urfa-Harran Sulaması Drenaj Sistemi	20
2.6. Aktif Karbon	22
2.6.1. Aktif karbonun tanımı	22
2.6.2. Aktif karbonun tarihçesi	23
2.6.3. Aktif karbonun özellikleri	25
2.6.3.1. Yapısal özellikleri	25
2.6.3.1.1. Fiziksel özellikleri.....	26
2.6.3.1.2. Kimyasal yapı ve özellikleri	28
2.6.4. Aktif karbonun sınıflandırılması	29
2.6.4.1. Toz aktif karbon	30
2.6.4.2. Granül aktif karbon	30
2.6.4.3. Pellet aktif karbon	30
2.6.4.4. Küresel aktif karbon	31
2.6.4.5. Fibröz aktif karbon	31
2.6.5. Aktif karbon üretilmesi	31
2.6.5.1. Fiziksel aktivasyon	32
2.6.5.2. Kimyasal aktivasyon	33
2.6.6. Aktif karbonun uygulama alanları	35
2.6.6.1. Sıvı faz uygulamaları	36
2.6.6.2. Gaz fazı uygulamaları	39

3. MATERYAL ve YÖNTEM	42
3.1. Materyal	42
3.1.1. Deneylerde kullanılan materyaller	42
3.2. Yöntem	43
3.2.1. Deneysel çalışmalar	43
3.2.1.1. Granül aktif karbonla ilgili deneysel çalışma	43
3.2.1.1.1. Zaman değişkeniyle deneysel çalışma	43
3.2.1.1.2. Granül aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	44
3.2.1.2. Toz aktif karbonla ilgili deneysel çalışma	46
3.2.1.2.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	46
3.2.1.2.2. Toz aktif karbonla değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	47
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	50
4.1. Granül Aktif Karbonla İlgili Deneysel Çalışma	50
4.1.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	50
4.1.2. Granül aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	51
4.2. Toz Aktif Karbonla İlgili Deneysel Çalışma	53
4.2.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	53
4.2.2. Toz aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma	54
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ	61
ÖZET	62
SUMMARY	63

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

AKTİF KARBONLA TOPRAKTAN TUZ ADSORPSİYONU YOLU İLE TUZLANMIŞ TARIM ARAZİLERİNİN ISLAH EDİLEBİLECEYİNİN ARAŞTIRILMASI

Hüseyin ÇİFTÇİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİR
Yıl : 2013, Sayfa: 63

Toz ve granül aktif karbonun, toprakta tuzlanma oluşturan Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarını adsorpsiyon kapasitesi araştırıldı. Bunun için toz ve granül aktif karbon miktarı sabit (1 gram), gün değişken alındı; ayrıca toz ve granül aktif karbon değişken, gün sabit alınıp (43 gün), hem toz hem de granül aktif karbonun adsorpsiyon kapasitesi belirlendi. Araştırmada hem toz hem de granül aktif karbonun toprakta tuz oluşturan metal iyonlarının adsorpsiyon kapasitesinin çok iyi olduğu görüldü. Toz aktif karbonun değişik günlerdeki adsorpsiyon kapasitesinin % 43 ile % 58 arasında değiştiği, değişik konsantrasyondaki adsorpsiyon kapasitesinin ise % 25 ile % 36 arasında değiştiği tespit edildi. Granül aktif karbonun değişik günlerdeki adsorpsiyon kapasitesinin ise %27 ile %45 arasında değiştiği, değişik konsantrasyondaki adsorpsiyon kapasitesinin ise %42 ile %55 arasında değiştiği bulundu.

ANAHTAR KELİMELELER: Adsorpsiyon, granül aktif karbon, toz aktif karbon, toprak tuzlanması

ABSTRACT

MSc Thesis

THE STUDY OF IMPROVING THE FIELDS INCLUDING SALT WITH A HIGHER QUANTITY VIA THE SALT ADSORPTION FROM THE SOIL WITH ACTIVATED CARBON

Hüseyin ÇİFTÇİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Chemistry

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR
Year : 2013, Page: 63

Powder and granular activated carbon in the soil, salt-forming Calcium (Ca^{+2}), Potassium (K^{+}), Magnesium (Mg^{+2}), Sodium (Na^{+}) ions adsorption capacity were investigated. For this, a fixed amount of powder and granular activated carbon (1 g) were variable days; the powder and granular activated carbon is also variable, whether hard days (43 days), in both powder and granular activated carbon adsorption capacity was determined. Both powder and granular activated carbon in the study, a salt-forming metal ions adsorption capacity of the soil was found to be very good. Powdered activated carbon adsorption capacity of the different days varied from 58% to 43%, the adsorption capacity of different concentrations were found to vary between 36% to 25%. Granular activated carbon adsorption capacity of the different days varied between 27% and 45%, the adsorption capacity of the different concentrations were found to vary between 42% and 55%.

KEY WORDS: Adsorption, granule activated carbon, powdered activated carbon, soil salt

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın yürütölmesi esnasında her türlü yardım ve desteğini aldığım, bilgi, birikim ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEMİRE'e, değerli fikirlerinden yararlandığım Doç. Dr. Ahmet KILIÇ'a, her türlü yardımlarından dolayı Prof. Dr. Mehmet ASLANOęLU'na, Bölüm sekreteri Ali MAÇ'a ve tüm Kimya Anabilim Dalı alıőanlarına, Eğitim hayatım boyunca manevi ve maddi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Urfa ana sulama drenaj kanalı	22
Şekil 4.1. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarlarının, granül aktif karbon katıldıktan sonra değişik günlerdeki değişimi	50
Şekil 4.2. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarlarının, granül aktif karbon değişkenine göre değişimi	52
Şekil 4.3. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarlarının, toz aktif karbon katıldıktan sonra değişik günlerdeki değişimi	53
Şekil 4.4. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarlarının, toz aktif karbon değişkenine göre değişimi	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. pH ve Toprak reaksiyonu	9
Çizelge 2.2. Aktif Karbonun Sıvı Faz Uygulamaları	37
Çizelge 2.3. Aktif karbonun çözücü geri kazanımında kullanıldığı çeşitli endüstriyel uygulamalar	40
Çizelge 2.4. Aktif karbonun gaz faz uygulamaları	40
Çizelge 4.1. Granül aktif karbon miktarı sabit, zamanın değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarları (mg)	50
Çizelge 4.2. Zamanın sabit (43 gün), granül aktif karbon miktarının değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarları (mg)	51
Çizelge 4.3. Toz aktif karbon miktarı sabit, zamanın değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarları (mg)	53
Çizelge 4.4. Zamanın sabit (43 gün), toz aktif karbon miktarının değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^+ , Mg^{+2} ve Na^+ iyon miktarları (mg)	54

SİMGELER DİZİNİ

BET	Brunauer- Emmett-Teller
DSİ	Devlet Su İşleri
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
Kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
ha	Hektar
THM	Trihalo metan
M.Ö	Milattan önce
T	Mutlak sıcaklık(K)
A ⁰	Angstrom
⁰ C	Santigrat derece
Na	Sodyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
K	Potasyum

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar insanoğlu doğayı veya doğal kaynakları sürekli olarak sömürmüş ve yanlış kullanmıştır. Bu sömürü ve yanlış kullanımlar günümüzde de tüm hızıyla devam etmektedir. Bugün beşeriyet açısından son derece önemli birer doğal kaynak olan su ve toprakların bir kısmı yanlış-bilinçsiz kullanımlardan dolayı kullanım veya üretim dışı kalmıştır. Bu durum sürdürülebilir tarım imkanlarını tehdit etmektedir. Sürdürülebilir bir tarımın gerçekleşebilmesi için su ve toprak kaynaklarının en doğru ve akılcı şekilde kullanılması gerekmektedir.

Ülkemizdeki verimli tarım toprakları veya başka bir deyişle ova toprakları yanlış-bilinçsiz sulamalar ve yetersiz drenaj nedeniyle önemli miktarlarda tuzlanmış ve tuzlanan bu topraklar zamanla çoraklaşarak tarımsal üretim dışı kalmıştır. Türkiye'de yanlış-bilinçsiz sulamalar ve yetersiz drenaj nedeniyle başta Menderes ovaları, Çukurova ve Konya gibi ovalarda önemli tuzlanma olayları gerçekleşmiştir (Yenmez, 2003). Son yıllarda ova topraklarının tuzlanmasına en tipik örnek: Harran ovasıdır.

Harran ovası GAP kapsamında sulamaya açılan ilk ova olmanın yanında proje kapsamındaki en önemli ve en büyük ovaların başında gelmektedir. Harran ovası çok eski bir zirai geçmişe sahip olup, ovada geçmişten günümüze kadar önemli üretimler gerçekleştirilmiştir. Bu ovada yaşayan uygarlıklar sürekli olarak Fırat nehrinin sularını kanallar yaptırarak ovaya taşımışlar ve burada önemli tarımsal üretimler gerçekleştirmişlerdir.

Fırat nehrinin suları kullanılarak Harran ovasında zirai üretim yapma çalışmaları günümüzde de GAP kapsamında devam etmektedir. 1995 yılından beri Atatürk Barajı sularının Şanlıurfa Tünelleri vasıtasıyla ovaya iletilmesiyle sulamalı tarım başlamıştır. GAP kapsamında Harran ovası topraklarının 150 000 hektarı sulamalı tarıma açılacaktır. Bugün ovada yaklaşık 30 000 hektar tarım alanı tuzlanıp üretim ve kullanım dışı kalmıştır.

Ovaya suyun verilmesiyle birlikte yoğun bir şekilde sulamalı ziraat başlamıştır. Sulamayla birlikte genellikle su ihtiyacı fazla olan Sosyal Bilimler Dergisi 203 pamuk yoğun olarak yetiştirilmektedir. Ovada tarımsal üretim ve verim önemli oranlarda artmıştır. Ancak sulamalı tarımla birlikte tuzluluk gibi önemli sorunlarda ortaya çıkmıştır. Sulamalı tarım deneyimi az veya hiç olmayan çiftçilerin yaptığı aşırı-bilinçsiz sulamalar, topografya, toprak özellikleri, iklim koşulları ve yetersiz drenaj sorunları nedeniyle Harran ovasının orta ve güney kesimlerinde GAP sulamaları öncesinde mevcut olan tuzluluk ve drenaj (yüksek taban suyu) sorunları önemli bir şekilde hem alansal hem de tuzluluk derecesi olarak önemli artışlar göstermiştir. Bugün ovada yaklaşık 30 000 hektar alanda tuzluluk sorunu bulunmaktadır. Suriye sınırına yakın alanlarda ise, toprakların bir kısmı çoraklaşarak tarımsal üretim dışı kalmıştır.

Tarımsal faaliyetler için gerekli olan en önemli üretim maddelerinden biri sudur; ancak suyun bulunulması veya elde edilmesi kadar suyun tekniğine göre kullanılması da oldukça önemli bir konudur. Su tekniğine ve bitki ihtiyacına göre kullanılmadığı zaman; yarar yerine önemli zararlar meydana getirebilmektedir. Harran ovasında tuzlanma ve drenaj sorunları çözülmediği veya gerekli tedbirler alınmadığı takdirde, bu sorunlar mevzii ölçeklerden çıkıp ovanın tümüne yayılması söz konusu olabilir. Bu durum ovanın beşeri ve iktisadi geleceği açısından son derece önemlidir. Tuzlanma sonucu tarım topraklarının üretim dışı kalması gelecekte, bu alanların terk edilmesine ve ovada tuzlanmadan kaynaklanan bir göç olgusunun yaşanmasına neden olabilecektir. Ayrıca yüz yıllar önce Yukarı Mezopotamya'daki uygarlıkların tuzluluk sonucu yıkıldığı da unutulmamalıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toprağın Tanımı ve Çevresel Önemi

2.1.1. Toprak

Toprak, dünyadaki karasal ortamların yüzeyini ince bir tabaka halinde kaplayan, çeşitli kayaç ve minerallerin çevresel faktörlerin etkisiyle ayrışması sonucu oluşan, içerisinde inorganik ve organik materyaller ile birlikte belirli oranlarda hava ve su bulunduran, bitkilere tutunma yeri ve besin kaynağı olan üç boyutlu ve canlı bir doğal varlıktır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere topraklar, başlı başına bir ekosistem olup, son derece karmaşık bir yapıya sahiptir. Dünyadaki kara parçalarının yüzeyini çepeçevre saran ve dünyanın yarıçapına kıyasla da önemsenmeyecek kadar az bir kalınlığa sahip olan topraklar, dünyadaki canlı beslenmesinde esas olan tüm bitkisel ve hayvansal besinleri doğrudan veya dolaylı olarak üretmekte ve canlı neslinin devamında vazgeçilmez bir görev yürütmektedir (Akalan, 1988).

Topraklar;

- Bütün canlıların beslenme, barınma ve giyinme ihtiyaçlarını karşılarlar, doğal ve kültür bitkilerinin üretiminde önemli bir görev üstlenirler.
- İçme suyu ve kullanma amaçlı su kaynaklarının oluşmasında ve devamlılıklarının sürdürülmesinde görev alırlar.
- Çeşitli yapıların oluşmasında (yol, baraj, v.b.) dolgu maddesi ve geçirimsiz materyal olarak kullanırlar.
- Endüstriyel alanda ham madde (seramik, kiremit, tuğla, v.b.) olarak kullanılırlar.
- Sanayi, şehir, turizm ve diğer yapılaşmalara zemin olurlar.

2.1.2. Toprak oluşumu

Toprak oldukça kompleks bir yapıdır, ve bir çok oluşum aşamasından sonra meydana gelir. Bu aşamalardan birincisi fiziksel parçalanmadır. Parçalanma olayında su, karbondioksit ve azot etkili olur. Bu maddeler hidroliz ve oksidasyon ve erime

olayları için oldukça gereklidir. Diğer toprak oluşum aşamaları ise ayrışma ve dönüşüm olaylarıdır. Ayrışma olayı fiziksel parçalanmanın ve ufalanmanın ardından gerçekleşir. Bu aşamada kayaların bünyesinde bulunan mineraller parçalanır ve bağımsız duruma geçer. Bir dizi kimyasal olayın sonucunda ayrışma olayı gerçekleşir. Erime, hidroliz, oksidasyon gibi kimyasal olaylar ile çeşitli mineral maddeler açığa çıkar. Ortam şartlarının elverişli hale gelmesi ile birlikte bakteriyel faaliyetler başlar. Toprakta bitkilerin yetişmesi ile birlikte havanın azotu, nitrit ve nitrat formunda toprağa geçer. Bakır, çinko, manganez, ve demir katyonları ile organik bileşikler ve karbonatlar toprağı zenginleştirir. Ayrışma olayı gerçekleştikten sonra bitki kalıntıları organik madde formuna dönüşür. Toprakta ayrılmaya ve çözülmeye uğramayan mineraller (silis v.b.) değişime uğramadan ortamda kalmaktadırlar. Eriyebilen mineraller toprağın tutabildiğı su içerisinde erimiş haldeki iyonlar halinde tutulmaktadır. Bunlar bitkinin kökleriyle emilerek bitkinin bünyesine geçmeye hazır duruma gelirler.

Toprak oluşumunda önemli olan yapılardan bir diğeri de kayalar üzerine tutunmuş halde bulunan kabuksu likenlerdir. Kuzey yamaçlarda, nemli bölgelerde ve üzerinde su tutabilen kayalar üzerinde yaşayan yosunlar toprak oluşumunda ilk işlemleri gerçekleştirirler. Yosunlar solunum yaparak ortama CO_2 salarlar bu karbondioksit ortamda bulunan su buharı ile birleşerek H_2CO_3 ü oluşturur. Ortamda seyreltik asit oluşur ve kaya yüzeylerinde oluşan bu asit aşınmaya neden olur.

Gerçekleşen bu aşınma olayından sonra minerallerin bir bölümü canlılar tarafından daha kullanılabilir bir hale gelir. Oluşan yeni ve elverişli ortam yosunlara daha uygun bir yaşam ve faaliyet ortamı sağlar. Ölen yosunlar ortamda organik madde artışına neden olur. Ortamda biriken organik maddeler ve mineraller toprak oluşumunun ilk aşamasının gerçekleşmesini sağlar. Bu olayların çok uzun yıllar sürmesi sonucu toprak tabakalarının kalınlaşması sağlanır. Yaklaşık 1 cm kalınlığında toprak tabakasının oluşması için 200 yıl geçmesi gerekmektedir (Ayberk, 2002).

2.1.3. Toprak özellikleri

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri genellikle laboratuvar ortamında çeşitli cihazlar ve analiz metotları kullanılarak belirlenmektedir.

2.1.3.1. Fiziksel özellikler

Toprak katı, sıvı ve gaz fazlarından meydana gelir. Organik ve inorganik maddeler toprağın katı fazını meydana getirir. Çözülme ve taşınma sonucu oluşan inorganik toprak öğelerinin oransal payı toprak oluşumunda organik maddelerden daha fazladır. Mikroorganizmalar, solucanlar, mantarlar ve benzeri canlılar çürümüş dal ve yapraklar humus tabakası gibi yapılar organik maddeyi oluştururlar. Bunların topraktaki payı oldukça azdır.

Toprağın sıvı fazı, toprak suyu olarak ifade edilebilir. Erimiş haldeki kimyasal bileşikler toprağın sıvı fazını oluşturur. Toprak suyunda bulunan erimiş haldeki mineraller bitkilerin gelişiminde oldukça önemlidir. Bitkiler toprak suyunda erimiş olarak bulunan bu mineralleri kendi bünyelerine alarak besin olarak kullanırlar.

Toprağın en üst katmanında uzanan yarı ayrılmış haldeki bitki parçacıklarından oluşan humus tabakası mineral maddelerin ana kaynağıdır. Toprağın gaz fazı ise toprak tanecikleri arasında sıkışan havadan meydana gelir (Çepel, 1985).

2.1.3.1.1. Yapı

Toprak tanecikleri birbirlerine çok yönlü etkiler ile bağlanırlar. Bu bağlanma sonucunda agregat adı verilen büyük parçacıklar oluşur. Toprak içerisinde agregatların dizilişine yapı adı verilir. Yapının oluşmasında etkili olan pek çok faktör vardır. Topraktaki yapıyı oluşturan faktörler donma, çözülme, iklimle bağlı olaylar, nem artışı ve kuruma, kil oranı, demir ve alüminyum oksit kireç varlığı ve miktarı, kolloid maddeler, silis ve humus miktarı ve bunların çeşitleri, bakteriler, solucanlar

ve benzeri hayvanlar ile bitki kökleri gibi topraktaki yapıyı oluşturmaktadırlar (Dinç ve Şenol, 1997).

2.1.3.1.2. Toprak derinliği

Toprak derinliği, üzerinde yer alan gevşek ve yumuşak geçirgen tabaka olarak ifade edilir. Toprak derinliği iki farklı şekilde tanımlanır. Bunlardan birincisi mutlak toprak derinliğidir. Mutlak derinlik toprak tabakasının üst kısmı ile üzerinde oturduğu anakayaya kadar olan kalınlık ile ifade edilir. Toprağın gözlenebilen derinliği şeklinde de tanımlanabilir. Fizyolojik derinlik ise köklerin beslendiği, geliştiği, yayıldığı derinlik olarak ifade edilir. Ayrıca belirtilmediği durumlarda toprak derinliğinden söz ederken mutlak toprak derinliği anlaşılmaktadır. Toprak derinliğini oluşturan organik ve inorganik yapı oluşumu ile birlikte iklim, bitki örtüsü ve biyolojik faaliyet sonucu oluşan fiziko-kimyasal reaksiyonlar ile kendi içinde tabakalanır. Buna toprak tabakaları adı verilmektedir. Toprak kalınlığı toprak oluşum sürecine veya etkileyen olaylara bağlıdır. Toprak erozyonu kalınlığın azalmasına neden olur (Dinç ve Şenol, 1997).

2.1.3.1.3. Toprağın hidrolojik yapısı

Gözeneklilik, geçirimlilik, su tutma kapasitesi ve kılcal kuvvetler yönünden toprağın taşıdığı özellikler toprağın hidrolik yapısına ait özelliklerdir (Dinç ve Şenol, 1997).

2.1.3.1.3.1. Geçirgenlik

Toprağın üzerine düşen yağış damlalarının toprak içerisindeki süzülüşü ve bu karşı toprağın veya toprağın üzerine oturduğu ana kayanın direnci geçirgenlik olarak ifade edilir. Gözenekleri az, sıkışmış topraklarda suyun özellikleri (özellikle akışkanlığı) ile sıcaklık, yoğunluk ve tuzluluk gibi koşullara bağlıdır. Geçirgenlik bir katsayı ile ifade edilmektedir. İnce kum tabakalarında yüksek bir geçirgenlik

gözlenirken kil ve balçık tabakalarında bu durum azalmaktadır. Geçirgenlik ile gözeneklilik arasında önemli oranda ilişki vardır (Çepel, 1985).

2.1.3.1.3.2. Toprakta su varlığı ve suyun hareketi

Toprakta suyun varlığı oldukça önemlidir. Bitki yetişmesi için gerekli olan su toprak tarafından tutulur. Toprakta bulunan suyun varlığı ve tutuluş biçimi bitki gelişimini etkiler. Su toprak içerisinde yer alan çok küçük boşluklarda tutulur. Suyu tutan küçük zerreciklerin, türü miktarı, gözenek hacmi ve bu hacmi oluşturan faktörler topraktaki suyun miktarının belirlenmesinde etkili olur. Toprağın tutabileceği en yüksek su miktarına su kapasitesi veya su doygunluğu adı verilir.

Toprakta yer alan suyun bitkiler tarafından kullanımı suyun tutulma basıncı ile bağlantılıdır. 15 atmosfer basıncının üzerinde bir güçle suyun tutulması halinde bitkiler bu sudan yararlanamaz. Bu suya higroskopik su adı verilir. Suyun tutulması toprak türü ile ilgilidir. Killi toprakların su tutma kapasitesi çok yüksek, kumlu toprakların ise oldukça düşüktür. Toprakta bulunan su molekülleri artı ve eksi değerlikli yükler taşırlar. Bu nedenle kil veya organik kolloidler negatif olarak yüklenir ve adsorbe edilmiş divalent katyonları taşırlar. Topraktaki su miktarı azaldıkça toprağın tuttuğu su miktarı azalır ve bağlı kolloidler birbirine daha sıkıca tutunurlar. Kil tanecikleri birbirleriyle yakın ilişki içinde olduklarından doğal bir tutunma gücüne sahiptir. Toprak ekosistemini oluşturan etkenler ve bunların oluşum içerisindeki yüzde değerleri aşağıda gösterilmektedir (Ayberk, 2002).

- ◆Mineral maddeler yaklaşık % 5
- ◆Organik maddeler yaklaşık % 5
- ◆Toprak havası yaklaşık % 2
- ◆Toprak suyu yaklaşık % 22

2.1.3.2. Kimyasal özellikler

Çevrenin en temel yapılarından birisi olan toprak, çeşitli kimyasal özelliklerden oluşmaktadır. Bu özellikler, ana kaya özellikleri, fiziksel yapı, canlı organizma

faaliyetleri ve iklim gibi etkenlerden meydana gelmektedir. Toprak oluşumunda ilk olay ana kayanın üst tabakasının çözülme ve ayrışmasıdır. Ortam koşullarının oluşmasıyla bitki örtüsü görülmeye başlar. Bitki örtüsünün kökleriyle toprağa tutunmaya başlamasıyla birlikte toprakta büyük bir hareketlenme başlar. Sıcaklık ve toprak nemi gibi etmenlerin de etkisiyle mikroorganizma faaliyetleri başlamakta ve yoğunlaşmaktadır. Mikroorganizmalar toprakta organik maddeleri ayrıştırma özelliklerine sahiptirler. Bir taraftan organik maddeler parçalanırken, diğer taraftan inorganik maddeler erimekte ve karmaşık biyolojik ve fizikokimyasal reaksiyonlar doğmaktadır. Toprak karmaşık bir yapıya sahiptir. Toprakta bir yandan basit yapılu tuzlar bulunurken, öte yandan çok karmaşık organik ve inorganik bileşikler toprağın bileşimini oluşturmaktadır. Toprakta kökler ve mikroorganizmalar fiziksel yönden toprağı etkilemekte, mikroorganizmalar ve yağışın etkileri ile erime, ayrışma ve parçalanma olayları sonucu kimyasal oluşumlar gerçekleşmektedir. Topraktaki kimyasal olaylar süreklilik gösterdiğinden toprağın kimyasal yapısı da değişim gösterir (Akalan, 1988).

2.1.3.2.1. Toprağın besin maddeleri

Toprakta pek çok besin maddesi bulunur. Bitkiler topraktan aldığı bu besin maddeleri ile beslenirler. Bitkilerin en çok ihtiyaç duyduğu besin maddeleri potasyum, fosfor ve azottur. Bu besin maddelerinin toprakta az oluşu veya hiç bulunmaması bitkilerin gelişimini yavaşlatır veya durdurur.

2.1.3.2.2. Toprakta katyon değişimi

Kil ve organik maddeler, yapıları ve özellikleri nedeniyle su ve iyonları çekerler. Bu olay sonucu Al, Na, Mg, Ca, H gibi maddeler humus ve kil parçacıkları tarafından tutulur. Bu olay iki yönlü gerçekleşir. Toprakta pozitif yüklü iyonlar birbiri ile yer değiştirebilmektedirler. Kireç yönünden zengin olan nemli bölge topraklarında organik maddelerin ayrışmasıyla CO₂ oluşur ve H₂CO₃ (Karbonik asit) toprak çözeltisinde gözlenir. H ve Ca iyonları yer değiştirme özelliğine sahiptir. Koloidal maddeler pozitif ve negatif yükler taşır. Negatif yükler bitkinini gelişmesi

açısından büyük öneme sahiptir. Katyon değiştirme kapasitesi toprağın besin elementlerini absorbe edebilme veya salıverme düzeyi olarak ifade edilebilir. Başka bir ifadeyle birim ağırlıktaki bir katyon değiştirme kapasitesi hem organik, hem de mineral kolloidlerin değişme durumunun toplam sayısıdır. Bu durum topraktaki kil ve organik madde türlerine göre değişim gösterir.

2.1.3.2.3. Toprak reaksiyonu (pH)

Toprak suyunu oluşturan H^+ ve OH^- iyonları arasındaki oran toprağın asit, alkalın ve nötr reaksiyonlarını belirler. H^+ iyonları asit, OH^- iyonları alkalın reaksiyonlarına neden olur. Toprak reaksiyonu pH olarak ifade edilir. Toprak suyunda H^+ iyonları fazla ise asit, OH^- iyonları fazla ise alkalın reaksiyon görülür. Yapılan çeşitli çalışmalardan edilen bilgiye göre dünya topraklarının pH değeri 2.9 ile 11 arasında değişmektedir. Çizelge.2.1.' de çeşitli pH değerlerinin karşılığı olan toprak reaksiyonları görülmektedir.

Çizelge 2.1. pH ve Toprak reaksiyonu

pH Reaksiyon	pH Reaksiyon
< 4.0 Çok kuvvetli asit	< 4.0 Çok kuvvetli asit
4.0-4.9 Kuvvetli asit	4.0-4.9 Kuvvetli asit
5.0-5.9 Orta derece asit	5.0-5.9 Orta derece asit
6.0-6.9 Hafif asit	6.0-6.9 Hafif asit
7.0 Nötral	7.0 Nötral
7.1-8.0 Hafifi alkalın	7.1-8.0 Hafifi alkalın
8.1-9.0 Orta derece alkalın	8.1-9.0 Orta derece alkalın
>10.0 Çok kuvvetli alkalın	>10.0 Çok kuvvetli alkalın

Tabloyu irdelenecek olursak; Ülkemizdeki çoğu topraklar bazik reaksiyonlar gösterir. Kuvvetli asit reaksiyonu gösteren topraklar çoğunlukla Doğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır.

Bitkilerin topraktan besin maddelerini alabilmesi toprak reaksiyonu ile sağlanmaktadır. Bitkiler tarafında bazı besin maddeleri düşük pH değerlerinde bazıları ise yüksek pH değerlerinde alınmaktadır. pH'nın düşük olduğu (asit) ortamlarda Mn, Al ve Fe elementleri bol miktarda alınır. Toprağın şiddetli asit gösterdiği durumlarda ise asit ortam nedeniyle Al ve Fe topraktaki fosfor ile kimyasal reaksiyona girer ve çözünemez bileşiklerin oluşmasına neden olur ve fosforun alınması engellenir. Bu engelleme sonucu bitkilerde beslenme yetersizlikleri görülür. Şiddetli asit ortam nedeniyle K, Ca ve Mg gibi elementlerin alınması güçleşir. Bitki için yaşamsal önemi bulunan bu maddelerin alınmaması bitkinin gelişimini engeller.

Toprak reaksiyonunun alkalen olması durumunda demir ve mangan alımı güçleşir. Toprakta bulunan kalsiyum, fosforu çözünemez bileşikler halinde bağlar. Böylece bitkilerin ihtiyacı olan fosforun alımı engellenir. Fosforun alımı için en uygun pH düzeyi 5.5-6.5'dir. Alkalen toprakta kalsiyum, magnezyum ve molibden kolayca alınabilir. Alkalen ve nötr topraklar mikroorganizma faaliyetleri için uygun bir ortamdır. Kolayca faaliyetini sürdüren mikroorganizmalar kendi yaşamları için bolca azot tüketirler.

Bitkiler tarafından besin maddelerinin topraktan alınması pH seviyesi ile ilgilidir. pH'nın 3'ün altına düşmesiyle alüminyum ve demir bulunduğu tabakada tutunamaz. Yıkama yoluyla alt katmanlara süzülür ve çöker. Böylece köklerin beslendiği ortamdan uzaklaşmış olur (Ayberk, 2002).

2.1.3.2.4. Toprak karbonatları

Toprakta en çok bilinen ve en çok rastlanan karbonat kireç (CaCO_3) dir. Kireç dışında başta magnezyum karbonat (MgCO) ve sodyum karbonat (Na_2CO_3) olmak üzere diğer bazı karbonatlar bulunur. Arazi ve laboratuvar koşullarında karbonatlar %10 seyreltik hidroklorik asit (HCl) ile belirlenir. Hidroklorik asit (HCl) uygulamasıyla yalnızca kireç (CaCO_3) reaksiyona girer. Bu nedenle toprakta karbonat belirlenmesi ifadesi ile CaCO_3 ün tayini anlaşılmaktadır.

2.1.3.2.5. Toprak ekosistemleri ve karbondioksit (CO₂)

Atmosfer bileşiminde karbondioksit doğal olarak bulunmaktadır. Soluduğumuz havanın bileşiminde doğal olarak bulunan CO₂ oranı 0.003 olarak tespit edilmiştir. Bir başka ifadeyle bu oran 1 litre havada 0.57 mg CO₂'e eşdeğerdir. Bu oranın mg/L eşdeğeri 322.0 dır. Canlıların solunum faaliyeti ile organik ayrışma olayları atmosferdeki karbondioksitin ana kaynaklarıdır. Toprak ekosistemlerinde yaşamını sürdüren mikroorganizmalar CO₂ üretiminde aktif rol oynarlar. Bozulmamış toprak ekosistemlerinde ve özellikle orman topraklarında 1 saatlik zaman diliminde 20 kg dolayında CO₂ üretildiği saptanmıştır (Çepel, 1983). Orman topraklarının yüzeyindeki hava bileşiminde bulunan CO₂ miktarı atmosferdeki normal oranının yaklaşık 6 katına kadar yükselebilir. Doğada normal olarak fotosentez ile tüketilenden daha fazla CO₂ üretilmektedir. Toprak mikroorganizmaları optimum koşullarda orman topraklarında saatte 25 kg CO₂ üretmektedirler.

2.1.3.2.6. Toprak organik maddeleri

Organik maddelerin toprak oluşumu ve verimliliği üzerinde oldukça önemli bir yeri vardır. Toprakta organik madde miktarları değişik oranlardadır. Toprakta % 0.5 - % 12 arasındaki organik maddeler toprağı oluşturan katı maddelerin % 52'si dolayındadır (Dinç ve Şeno, 1997). Organik maddeler iki ana grupta incelenir. Bir bölümü ayrışmış, ancak ana özelliklerini kaybetmemiş organik atıklar ile humustur. Humus mikroorganizma faaliyeti sonucu ayrışmaya başlamış ancak tümüyle ayrışmamış siyah renkli organik tabakadır.

Organik maddeler:

- Topraktaki biyolojik yaşam için elverişli bir ortam yaratır.
- Organik maddeler toprakta bitki besin elementlerinin deposu olarak nitelendirilir.
- Toprağı ve humus parçacıklarını birbirine bağlayarak granüler bir yapının oluşmasını sağlar.
- Toprağın su tutma kapasitesini artırır.

- Organik kolloidlerin kation tutma ve değiştirme kapasiteleri kil minerallerine kıyasla daha yüksektir. Bu özelliği ile organik kolloidler bitki besin elementlerinin tutulmasını sağlar.
- Kumlu ve ağır killi toprakların özelliklerini iyileştirir.

2.2. Toprak Tuzlanması

Somersan'ın Dünya Yaban Hayatı Vakfı danışmanlarından olan Hirsch'den aktardığına göre, bugün uluslararası düzeyde tepkilere neden olan ve Nil Nehri üzerinde kurulu olan Asvan Barajı, teknik açıdan hiçbir sorunu bulunmadığı halde Sahra'nın kuzeyindeki çölleşmenin temel nedeni olarak gösterilmektedir (Somersan, 1993: 230). Ülkemizde yürütülen en büyük bölgesel kalkınma projesi olan GAP'ın bir barajlar projesi olduğu göz önünde bulundurulduğunda özellikle toprak tuzlanması sorunu bağlamında ülkemizde de benzer sorunların ortaya çıkacağına ipuçlarını görmek mümkündür.

GAP'ın Şanlıurfa'da yarattığı, yaratacağı çevresel sorunlar düşünüldüğünde, kuşkusuz akla gelen ilk çevresel sorun, toprak tuzlanması sorunu olacaktır. GAP'la beraber sulu tarıma geçilmesi ve aşırı sulama, toprak için birtakım sorunların baş göstermesine neden olmuştur. Toprak tuzlanması, sulu tarım uygulanan bölgelerde aşırı sulama, kalitesiz su ile sulama, yetersiz drenaj sonucunda yükselen taban suyunun buharlaşmasından kaynaklanmaktadır (Bahtiyar, 1999). Dolayısıyla, GAP'ın sulama endeksli bir proje olması ve bölgenin yüksek buharlaşma kapasitesi de göz önünde bulundurulduğunda, GAP'ın çevresel açıdan birtakım risklerinin olabileceğini öngörmek mümkündür. Harran Ovası'nın güneyinde toprakta tuzluluk oranının GAP sonrası hızlı bir şekilde artması bu durumu kanıtlar niteliktedir (Kırnak, 2005).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi kurak ve yarı kurak bölgelerde minerallerin ayrışması sonucunda ortaya çıkan tuzların yıkanmaları ve denize taşınmaları tamamlanamaz. Bölgede yağış azlığı nedeniyle yıkanma genel olarak azdır.

Dolayısıyla çözülen tuzlar ancak çukur veya alçak alanlara taşınabilirler. Nitekim Harran Ovası'nda yetersiz yağışın (330-470 mm) yanı sıra yağışın % 85'i kış ve ilkbahar mevsimlerinde meydana gelmekte. Bu durumun sonucunda tuzlar topraktan uzaklaşmamaktadır (Dinç, 1999). Zaten yüksek buharlaşma ve sıcaklık nedeniyle Bölge toprakları tuzlanmaya müsaittir. GAP kapsamında gelişen sulu tarımla beraber yüzey sulama sisteminin de (salma sulama yöntemi) etkisiyle buharlaşma oranı artmakta ve bu durum, toprak tuzlanmasını hızlandırmaktadır (Kırnak, 2005). Sulama devamlı bir işlem olduğundan suyun içerisinde çok az tuz dahi olsa, eğer arazide drenaj yoksa, bu olay nedeniyle toprak devamlı tuzla beslenecektir. Sonunda toprakta bitki yetişemez bir durum ortaya çıkacaktır (Çevik, 1999). Dolayısıyla sulu tarımın yapıldığı arazilerde tuzlanma ve çoraklaşma sorunlarının yaşanmaması açısından drenaj sistemi can alıcı bir önem arz etmektedir. Oysa GAP'la beraber sulu tarıma açılan 222 bin hektarlık sulama alanının sadece 6 bin hektarlık alanında drenaj sistemi tamamlanabilmiştir (Aysu, 2005). Çevik'e (1999: 50) göre "özellikle sulamaya yeni başlayan arazilerde, genellikle çiftçiler, sulama suyu ile toprağa ilave edilen tuzu düşünmez ve tarlada dren hatlarının yapılması gerektiğini benimseyemezler. Araziye ne kadar fazla su verilirse, ürünün o kadar artacağı inancı içerisindeyler. Böylece tuzlanma durmaksızın hız kazanmakta ve tuzlanmanın toprakta yarattığı olumsuz etki ile tarımın sürdürülebilirliği tehdit altında bırakılmaktadır.

GAP'la beraber sulamaya açılan bölgelerde, genel olarak su, çiftçilerin hayatına birden bire girmiştir. Dolayısıyla tarlasına su gelen çiftçinin bu suyu nasıl kullanacağı önem kazanmaktadır. Zira suyun gereğinden fazla kullanılması toprağın çoraklaşmasına neden olmaktadır (Özer, 1998). Toprağı koruyacak önlemler de alınmadığından tuzlanma, hastalık ve zararlıların artması devam etmektedir (Akbaba, 2001).

Toprak tuzlanması ve sulu tarım çerçevesinde GAP bölgesinde Harran Ovası'nın çok önemli bir yeri bulunmaktadır. Projenin bel kemiğini oluşturan Harran Ovası GAP'm en büyük ovalarından biri olup, tarım yapılan ve verimlilik potansiyeli yüksek olan topraklara sahiptir. Bu ovadaki topraklarda yıllardan bu yana daha çok

kuru tarım yapılmaktadır. Ova, ilk olarak 1970'lerden sonra bazı çiftçilerin kendi imkanları ve DSİ'nin açtığı kuyularla kısmen sulanmaya başlanmıştır.

Yüzyıllardan beri kuru tarım yapılan ve 1970'lere kadar fazla tuzluluk sorunu bulunmayan Harran Ovası'nın güney bölümünde yer altı pompaj sulamasının başlaması taban suyunun artışına ve tuzluluk artışına neden olmuştur (İnce, 1998). GAP'la beraber sulu tarımın yaygınlık kazandığı Harran Ovası'nda en çok kullanılan sulama yöntemi yüzey sulama yöntemidir. Sıcak ve kurak iklimin de etkisiyle buharlaşmanın yüksek olduğu yörede çiftçilerin gece sulamasını tercih etmemesinin sonucunda bir taraftan su kaybına neden olunmakta ve böylece düşük sulama randımanına neden olunmaktayken, diğer taraftan suyun buharlaşması sonucunda toprak tuzlanması sorununa neden olmaktadır (Kırnak, 2005).

Harran Ovası'nın güneyinde 1968 Yılında yapılan toprak etütlerine göre 11.835 hektar çorak alan tespit edilirken, DSİ'nin daha sonra yaptığı çalışmalarda bunun, 20.000 hektarı geçtiği tahmin edilmektedir (Ağca ve Ergezer, 1995). Harran Ovası'nın güneyinde 1968 – 1997 yıllarında alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerde tuzlulukta belirgin artışların olduğu görülmüştür. İlgili alan topraklarının 1968 Yılı çözünebilir tuz içeriği % 0.013 – 0.110, 1987 yılında % 0.035 – 0.800, 1993 yılında % 0.130 – 1.450, 1995 yılında % 0.020 – 1.44 ve 1997 yılında ise % 0.020 – 1.16 değerleri arasında belirlenmiştir (Çullu, 1999). Ova'daki tuzlanmanın en nemli nedeni, jeomorfolojik yapının çevreye göre çukur olması ve dolayısıyla taban suyunun birikmesidir. Bu durum, en düşük eğime sahip olan Ova'nın güney bölümünde görülmektedir. Tuz içeriği yüksek olan bu yüksek taban suyu halen bölge topraklarını tehdit eden önemli bir faktördür (Çullu, 1999). Bölge için bir tehdit unsuru olan yüksek taban suyu, GAP'la beraber yapılmaya başlanan sulama nedeniyle daha da yükselmiş ve tuzluluğun yayılmasına neden olmuştur (Çullu, 1999).

Araştırma sonuçlarından da anlaşılacağı gibi tuzlanma oranında belirgin bir artış söz konusudur. Tuzlanma oranının bu belirgin artışının en önemli nedeni 1995 yılında GAP kapsamında tarımda sulamanın başlaması olarak karşımıza çıkmaktadır. 1995

yılında sulamaya açılan Harran Ovası'nın % 80'i bugün sulanmaktadır (Çullu, 2008). Kar oranının yüksek olması ve kolay pazarlama olanağı bulunması nedeniyle Ova' da geniş bir üretim alanına sahip olan pamuk (Karlı, 2008) üretiminde, suyun tüketim düzeyi yüksektir (Kırnak, 2005; Aysu, 2007). Bu durum ise Bölge iklimindeki yüksek buharlaşmanın da etkisiyle toprağın tuzlanmasına neden olmaktadır (Aysu, 2005; Dinç, 1999).

Bugün Harran Ovası'nda meydana gelmiş bulunan toprak tuzlanması, temel olarak GAP'la beraber gelişen sulu tarımdan kaynaklanmaktadır. Özellikle ürün deseninin değişmesi ve aşırı suya ihtiyaç duyan pamuk üretiminin ovada geniş bir alanı kaplaması ve yanlış sulama yöntemlerinin kullanılması sonucunda toprak tuzlanmakta ve nitelik kaybına uğramaktadır.

2.2.1. Tuzlanma ve tuzlanmanın ekilebilir topraklar üzerindeki etkileri

1. Tuzlanma, gerek tuz içeren yeraltı sularının yükselmesiyle gerekse bilinçsiz sulama nedeniyle toprakta biriken suyun buharlaşması neticesinde tuzun birikmesidir. Toprağın tuzlanması, arazinin kalitesini düşürmekte ve canlı örtünün yok olmasına neden olmaktadır. Ayrıca denizin yükselmesi durumunda nehirler ve yeraltı suları tuzlanmakta ve kıyı şeridi ile deltalarındaki tarım alanları kullanılamaz hale gelmektedir (Kırnak, 2005).

2. Toprağa gelişigüzel verilen sular, içlerinde doğal olarak bulunan tuzu toprağın içine dâhil ederler. Çeşitli nedenlerle yükselen yeraltı suları, alt katmanlarda bulunan tuzları yukarı doğru harekete geçirir. Yüzeyde sıcaklığın etkisiyle meydana gelen buharlaşma neticesinde tuzlar yüzeyde kalır ve birikir.

3. Tuzlanmaya sebep olan iyonlar, Sodyum, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Klor'dur. Özellikle Sodyumun toprakta artması ile toprağın yapısı suyu geçirmeyecek kadar bozulmaktadır. Ayrıca çiftçilerin gübre olarak Potasyum'u kullanmaları toprakta tuz birikimini artırmaktadır.

4. Tuzlanmanın sebepleri şunlardır:

- a) Toprak yapısının tuz iyonlarını iltiva etmesi,
- b) Yeraltı sularının eriyik haldeki tuzları yüzeye taşınması,
- c) Deniz seviyesinin yükselerek nehir deltalarını tuzlandırması,
- d) Bilinçsiz sulama ve gübreleme faaliyetleri,
- e) Buzlu yollara tuz dökülmesi vb.

5. Tuzlanmanın etkileri şunlardır:

- a) Toprağı verimsizleştirerek tarım ürünlerini azaltır,
- b) Yollara, duvarlara, borulara ve kabloları zarar verir,
- c) Suyun kalitesini düşürür ve bitkilere zararlı etkide bulunur,
- d) Bitki örtüsünü azaltarak toprak erozyonuna sebep olur.

6. Ülkemizde tuzlu, sodyumlu ve borlu topraklar İç Anadolu başta olmak üzere geniş alan kaplarlar. Özellikle Çukurova, Gediz, Söke ve Amik Ovalarında aşırı sulamalar sonucu toprak kalitesi bozulmuş, tuzlanma oranları artmış ve verim düşmeye başlamıştır.

7. GAP Bölgesinde Harran Ovası'nın topraklarında belirgin bir tuzlanma başlamıştır. GAP Bölgesinin kalan toprakları da sulamaya açıldıkça, bu problem o kısımlarda da görülecektir. Bugün, bir zamanlar “verimli ay” olarak tanımlanan Mezopotamya bölgesindeki toprakların %80'i tuzlanarak elden çıkmıştır.

8. Fırat Nehri'nin iyi kalitedeki suyu her yıl bir ton civarında tuzu toprağa dâhil etmektedir.

9. İstanbul'da poyrazlı günlerde Beykoz-Riva deresi kabarmakta ve nehir kıyısındaki verimli alanlar daha fazla tuzlanmaktadır.

10. Van Gölü'nde su seviyesinin meteorolojik faktörler nedeniyle yükselmesi ile birçok tarım, sanayi ve yerleşim alanı tuzlu ve sodalı sudan olumsuz etkilenmektedir.

11. Mısır'da 1970'de Aswan High barajının kurulması ile yeraltı sularının seviyesindeki artma öncelikle toprak erozyonuna sonra da o bölgedeki tarım alanlarının tuzlanmasına yol açmıştır. Ayrıca Mısır'ın yiyeceğinin %60'ının üretildiği Nil nehrinin deltasının büyük bir kısmı denizden bir metre alçaktır. Dolayısıyla küresel iklim değişikliği ile deniz seviyesinin 0,5-1 m yükselmesi sonucunda bu deltayı besleyen yeraltı suları ile Nil nehrinin bir kısım suları tuzlanacaktır.

12. Küresel ısınma sonucunda okyanus tarafından yutulacağı öngörülen ve ana gıda kaynağı pirinç olan Bangladeş'te tarlaların giderek tuzlanması ile ülkede gıda sıkıntısı gittikçe artmaktadır.

13. Sonuç olarak gelecekte tüm dünyayı bekleyen en önemli sorunlardan birisi olan tuzlanmanın önüne geçmek veya etkisini azaltmak için alınması gereken tedbirlerden bazıları şunlardır:

- a) Tarım alanlarında kullanılan suların, tuzu topraktan uzaklaştırması için drenaj kanallarının açılması,
- b) Uygun sulama yönetimine geçilmesi (damla sulama vb.) ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi,
- c) Denizin yükselmesine karşı bazı liman önlerine set inşa edilmesi ve bazı kıyı yerleşkelerinin taşınması,
- d) Deniz ve göl kıyıları için bilimsel esaslara dayanan Kıyı Yerleşim politikalarının geliştirilmesi.
- e) Gerek sulama alanlarında gerekse nehirlerin ağzlarında sürekli olarak gözlem yapılması ve veri toplanması.

2.3. Adsorpsiyon

2.3.1. Adsorpsiyon nedir:

Bir maddenin diğer bir madde yüzeyinde veya iki faz arasındaki ara yüzeyde konsantrasyonunun artması ya da bir başka ifadeyle moleküllerin, temas ettikleri yüzeydeki çekme kuvvetlerine bağlı olarak o yüzeyle birleşmesidir

Adsorban:Yüzeye tutunan maddeye adsorban denir.Sıvı ya da gaz olabilir.

Adsorbent:Tutunulan madde veya adsorplayan madde diye tanımlanabilir. Katı veya sıvı olabildiği gibi doğal veya yapay olarak da sınıflandırılabilir.

2.3.2. Adsorpsiyon türleri

2.3.2.1. Fiziksel adsorpsiyon

Adsorban ve adsorbent molekülleri arasında zayıf van der waals kuvvetleri etkili olup,bu iki molekül arasında herhangi bir elektron alış verişi veya elektron paylaşımının söz konusu olmadığı adsorpsiyon çeşididir.

2.3.2.2. Kimyasal adsorpsiyon

Adsorban ve adsorbent molekülleri arasında karşılıklı elektron alış verişi veya paylaşımının olduğu, daha kuvvetli kimyasal bağların olduğu adsorpsiyon çeşididir. Değişim adsorpsiyonu zıt elektrik yüklerine sahip adsorban ile adsorbent yüzeyinin birbirini çekmesi ile olmaktadır.

2.3.2.3. Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon arasındaki farklar

Fiziksel Adsorpsiyon :

-Zayıf van der waals etkileşimleri etkilidir

- Tamamen tersinirdir.
- Adsorbe olan molekül,yüzey üzerinde hareketli bir konumdadır.
- Adsorpsiyon ısısı 10 kcal/mol den daha düşüktür.
- Aktivasyon enerjisi gerekmez.
- Sıcaklık ile azalır.

Kimyasal Adsorpsiyon

- Daha kuvvetli kimyasal bağlar vardır
- Tersinmezdir.
- Adsorban molekülleri yüzey üzerinde hareket etmezler.
- Adsorpsiyon ısısı 40 kcal/mol den daha büyüktür.
- Aktivasyon enerjisi gerekir.
- Sıcaklıkla artar.

2.3.3. Katı faz üzerinde adsorpsiyon desorpsiyon işlemleri

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.

2.4. Sulama ve üretim artışı ilişkisi

Sulama, modern tarım uygulamalarının en temel bileşeni niteliğinde olup, bir taraftan tarımsal üretimi, doğa koşullarına bağımlı olmaktan kurtarıırken (Aysu, 2007;

Alpaslan, 2008), diğer taraftan tarımsal üretimde, kuru tarım koşullarında yapılan tarımsal üretime göre verim artışı anlamında önemli bir değişimi sağlamaktadır (Çullu, 2008). Fakat uygun bir sulama yöntemi kullanılmadığı takdirde, başlangıçta verimli olan topraklar, uygun olmayan sulama yöntemleri sonucunda zamanla verimsiz bir hale gelir. Örneğin çiftçilerin toprağı ne kadar sularsam verim de o oranda artar şeklinde bir düşünceye sahip olması ve toprağı gereğinden fazla sulaması toprağın niteliğini olumsuz etkilemektedir (Çevik, 1999). Fidan ve Gültaş'a (2005: 671) göre de su hayattır; fakat gereğı gibi kullanılmadığında ise felakettir. Onlara göre, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde aşırı sulama yapılması, toprakların kısa sürede niteliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla çiftçilerin sulama ve tarımsal üretim konusundaki bilgi, tutum ve davranışları, toprağın niteliğinin ve verim kapasitesinin korunmasında önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.5. Urfa-Harran Sulaması Dranej Sistemi

Doğusu ve batısı tepelerle kuşatılmış olan Harran Ovası, Suriye sınırına doğru güney yönünde hafif eğimle iner. Ovayı çevreleyen tepelerden çıkan akarsular yaklaşık 1 km sonra kaybolur. Kısas yakınlarında ovanın yukarı kısımlarında eğimler orta derecede, %3 civarında olup tabii drenaj şebekesi oldukça belirgindir. Güneyde, Akçakale yakınlarında arazi oldukça düz ve eğimler %0-1 olup tabii drenaj pek belirgin değildir.

Urfa-Harran sulaması drenaj sisteminde yer alan ana drenler genellikle mevcut doğal dere yatakları boyunca yerleştirilmiştir. Bu drenaj sistemi; 119 465 hektarlık alanı kapsamakta olup, 90 km ana dren, 410 km yedek ve 195 km'de tersiyer kanaldan olmak üzere, toplam 700 km uzunluğundadır. Bu uzunluk daha sonra 850 km'ye revize edilmiş ve büyük oranda da tamamlanmıştır.

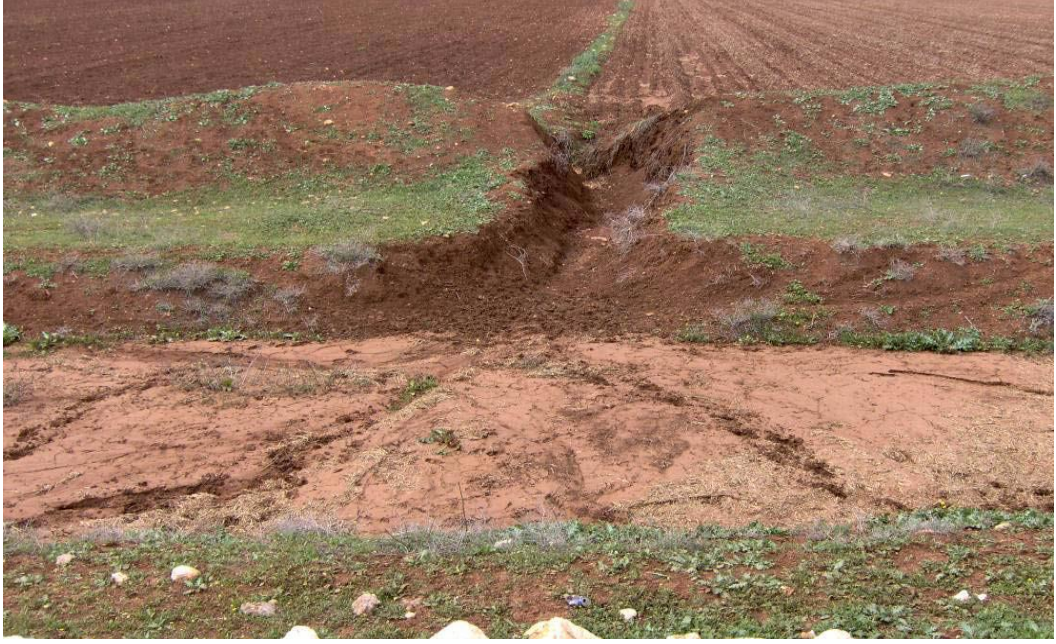
Tersiyer kanallarının 350 m aralıklarla yerleştirilmesi sonucu elde edilmesi gereken 28 m/ha gibi bir yoğunluk değeri karşısında, planlanan 2 m/ha yoğunluk çok

düşüktür. Bu durumda planlanan sulama kanallarının yoğunluğu ki, yaklaşık olarak 30m/ha ve yine planlanan drenaj kanallarının yoğunluğu ki, yaklaşık olarak 8 m/ha arasındaki uyumsuzluk gibi önemli bir konuyu ortaya çıkarmakta ve olması gereken ile planlanan değerler bir birleriyle örtüşmemektedir.

Bu durumda DSİ tasarım standartlarına rağmen Urfa-Harran ovasının büyük bir bölümünde tersiyer drenaj kanallarının inşa edilemeyeceği anlaşılmaktadır. Bunun sonucu olarak da bu alanlar yeteri kadar drene edilemeyecektir.

Ayrıca yüzlerce hektar alan drenaj sularını yedek kanallara boşaltacak olanaktan yoksun kalacak, bunun doğal sonucu olarak da çiftçiler bu suları akıtılabilmek için tarlalarının alçak bölgelerinden geçen yedek kanalların yanlarındaki dolguları yarmak zorunda kalacaktır. Bu durum ise drenaj kanallarının bakımını zorlaştıracaktır.

Özellikle drenaj sularının tahliye kanallarına ulaştırmada büyük sıkıntılar yaşanmaktadır. Kanallarda oluşan yabancı otlar suların tahliye kanallarına ulaşmasında büyük sorunlar teşkil etmektedir. Bu kanalların senede en az iki üç kez temizlenmesi gerekmektedir. Ama ne yazık ki DSİ olsun ilgili sulama birlikleri olsun bu tür görevlerini yerine getiremediğinden bu tür sorunlar katlanarak artmakta ve çiftçilerimize büyük sıkıntılara sokmaktadır. Ana tahliye kanalına ulaşamayan sular diğer tarlalara taşacağından çoraklaşmada sebep olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında drenaj sistemi oluşturmakla sorunlar bitmemektedir. Asıl titiz çalışma drenaj sistemi kurulduktan sonra başlamaktadır. Yukarıda saydığım birçok sebep drenaj sistemin ne kadar büyük bir maddi götürüsünün olduğunda ispat etmektedir. Buda göstermektedirki drenaj sistemi kurulduktan sonra gerekli özen gösterilmediğinde olumsuz tarafları daha çok göze çarpmaktadır.



Şekil 2.1. Urfâ ana sulama drenaj kanalı

Ana ve yedek drenaj sistemlerinin büyük bir kısmının tamamlanmış olmasına karşın, birçoğu da siltlenmeye uğramıştır. Yüzeysel drenaj giriş yapılarının bulunmadığı yerlerde, su kendi bulduğu yoldan drenaj kanalına girmekte ve kenar şevlerde erozyona ve drenajlarda ise Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, siltlenmeye sebep olmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak işletme ve bakım masrafları artmaktadır.

0.75 m. derinlikteki drenaj kanalları çok sık olduğu için yeraltı su seviyesi üzerindeki etkisi ihmal edilebilecek boyutlardadır.

Sulama suyu fazlasını tersiyer sulama kanallarından alıp drenaj kanallarına verecek boşaltma yapılarında eksiklikler ve yetersizlikler mevcuttur. Bu durum suyun tersiyer kanaletlerin son bulduğu bölgelerde göllenmesine neden olacağı için drenaj sorunları yaratacaktır.

Harran Ovasındaki drenaj, D1 drenajının sonundaki debiler, kısa süreli sağanaklara göre 70 m³/s, 48 saatteki aşırı yağışın getirdiği suya göre de 22.8 m³/s arasında değişmektedir. Pik sulama sezonu debileri; sulamadan gelen yüzey sularını, sulama ve kanal kayıplarından gelen derine sızmayı içermektedir. 0.67 l/s/ha'lık

sulama modülü, D1 drenajının sonunda 80 m³/s' lik bir debi oluşturmakta olup projelendirmeye yönelik esas teşkil eden en yüksek değerdir.” (Rycroft, 1994)

2.6. Aktif Karbon

2.6.1. Aktif karbonun tanımı

Aktif karbon yüksek karbon içeriğine sahip maddelere uygulanan aktivasyon prosesi ile iç yüzey alanı ve gözenek hacmi oldukça geliştirilmiş adsorbent malzeme olarak tanımlanabilmektedir. Bu yapıyı ifade eden herhangi bir kimyasal formül bulunmamaktadır. Aktif karbonun genişletilmiş yüzey alanı, mikro gözenekli yapısı, yüksek adsorpsiyon kapasitesi ve yüzey reaktivitesi eşsiz bir adsorbent olarak kullanılmasını sağlar. Aktif karbonların gözenek hacmi genellikle 0.2 mL/g'dan daha büyük ve iç yüzey alanı ise 400 m²'den (azot gazı kullanılarak BET yöntemine göre ölçülen yüzey alanı) daha yüksektir. Gözenek çapı ise 3 Å ile birkaç bin angstrom arasında değişmektedir (Akyıldız, 2007).

Organik esaslı aktif karbon; bileşim olarak % 87–97 oranlarında karbon içermekte olup geri kalan oranlarda ise hidrojen, oksijen, kükürt ve azot içerebilir. Öte yandan kullanılan hammaddeye ve proste katılan diğer kimyasal maddelerin içeriğine bağlı olarak daha farklı elementleri de içerebilmektedir (Akyıldız, 2007).

Aktif karbon endüstride çok yaygın olarak kullanılan adsorbentlerden birisidir. Onun kullanımı renk giderimi, hava kirliliğini arıtma, çözümleri geri kazanım, metal madeni uygulamaları ve atık arıtım gibi pek çok alanda düşünülebilir. Birçok su otoritesi aktif karbonu kimyasal arıtım prosesinin bir parçası olarak kullanır. Toz aktif karbon ve granül aktif karbon tat, koku ve rengi düzenlemek için kullanılır. Aktif karbon; turba, linyit, kömür, mangal kömürü ve fındık, ceviz gibi maddelerin kabuklarından çeşitli işlemler sonucu hazırlanır (Şeker, 2007).

2.6.2. Aktif karbonun tarihçesi

Aktif karbonun bilinen en eski kullanımı M.Ö. 375 yıllarına dayanmaktadır. Mısırlılar ve Sümerliler bronz üretiminde bakır, kalay ve çinkonun indirgenmesinde ağaç kömürünü kullanmışlardır. Odun kömürünün tıp alanında kullanımına ilişkin bilgilere M.Ö. 1550 yıllarına ait Mısır papirüslerinde, daha sonra da Hipokrates ve Pliny kayıtlarında rastlanmıştır. Hipokrates ve Pliny'nin kayıtlarına göre odun kömürü, epilepsiden şarbona kadar geniş bir alanda tedavi amaçlı olarak kullanılmıştır. Aktif karbon, endüstriyel anlamda ilk defa 1811 yılında İngiltere'de, çok az miktarda karbon içeren kemik külü ile seker çözeltisinin ağartılması işleminde kullanılmıştır. Kemik külünün yapısı kalsiyum fosfat ve çok az miktarda karbondan oluşmaktadır. Bu nedenle gerçek anlamda karbon değildir. Bitkisel maddelerden renk giderici olarak kullanılan odun kömürü eldesi 1856–1863 yılları arasında İngiliz patenti olarak yayınlanmıştır.

1900'li yıllarda, aktif karbonun üretimi ve geliştirilmesinde iki çok önemli sürecin patenti alınmıştır. İlk ticari ürünler Eponit patenti altında 1909 yılında ağaç esaslı başlangıç malzemesi, 1911 yılında da turba esaslı başlangıç malzemesi kullanılarak Avrupa'da üretilmiştir. Aktif karbonun Amerika'daki ilk üretimi 1913 yılında Westvaco Corp. Tarafından Filteher adı altında, başlangıç malzemesi olarak kağıt üretim sürecinin bir yan ürünü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1.Dünya Savaşı sırasında ortaya çıkan ihtiyaçlar, aktif karbonun gelişiminde büyük rol oynamıştır. 1918 yılında, koruyucu gaz maskelerinde kullanılmak üzere Hindistan cevizi kabuğundan sert ve granül aktif karbon üretilmiştir. Savaşın ardından aktif karbon seker pancarının rafine edilmesi ve içme suyunun saflaştırılmasında ticari anlamda geniş uygulama alanı bulmuştur.

2. Dünya Savaşıyla birlikte Filipinler ve Hindistan kaynaklı Hindistan cevizi ticaretinin sekteye uğraması, yerel hammadde kullanımını zorunlu kılmıştır. Buna bağlı olarak 1940 yılında kömürden aktif karbon üretimine yönelinmiştir. Takip eden yıllarda aktif karbonun üretimi çevre kirliliğini engelleme amacına uygun olarak ilerlemiştir (Gündüzoğlu, 2008).

2.6.3. Aktif karbonun özellikleri

Aktif karbonun ana bileşeni karbondur ve % 85–95 arasında bulunur. Ek olarak aktif karbonlar; hidrojen, azot, sülfür ve oksijen gibi diğer elementleri içerir. Bu heteroatomlar kaynak hammaddeden türer veya aktivasyon prosesi ve diğer hazırlama işlemleri boyunca karbonla birlikte oluşur. Tipik bir aktif karbonun elemental bileşiminde; % 88 C, % 0.5 H, % 0.5 N, % 1 S ve % 6–7 O bulunur. Aktif karbonun oksijen içeriği kaynak madde ve hazırlanışa göre % 1–20 arasında değişebilir. En yaygın olarak kullanılan aktif karbonlar 800–1500 m²/g yüzey alana 0.2–0.6 cm³/g gözenek hacmine sahiptir (Bansal, 2005).

Özel uygulamalar için toz, granül, pellet veya lif formunda aktif karbonlar üretilmektedir. Toz haldeki aktif karbon granüllerin öğütülmesi elde edilmektedir. Granül aktif karbon, granül haldeki başlangıç maddelerinden üretilbildiği gibi, toz haldeki aktif karbonların bir bağlayıcı vasıtası ile granül hale getirilmesinden de elde edilebilir. Pellet haldeki aktif karbon üretiminde ise, başlangıç maddesi uygun bir bağlayıcı ile pellet haline getirilir ve aktive edilir. Lif formundaki aktif karbonlara örnek olarak da aktif karbon fiberler, poliakrilik ve fenolik reçineler gibi sentetik fiberlerin inert gaz atmosferi altında ve yüksek sıcaklıkta karbonize edilip aktive edilmesiyle üretilmektedir (Gündüzoğlu, 2008).

2.6.3.1. Yapısal özellikleri

Aktif karbonunu molekül ve kristal yapısını anlamak için bu maddenin yüzey kimyasını anlamak gerekmektedir. Aktif karbonla, karbon siyahı arasındaki fark karbon siyahının daha küçük iç yüzey alanına sahip olmasıdır. Aktif karbon yapısı hakkındaki birçok veri karbon siyahından elde edilmektedir. Karbon siyahı ve aktif karbonun temel birim yapısı saf grafitin yapısına benzemektedir. Karbon siyahı, boyama amacıyla kullanılan bir çeşit renk pigmentidir. Aktif karbondaki grafitik bölüm çoğunlukla 6–7 tabakadan oluşmaktadır ve her bir bölümün ortalama çapı yaklaşık olarak 10 nm'dir. Tabakalar yoğun ve düzenli hegzagonal halkalardan oluşmaktadır ve iki bitişik tabaka 0.3354 nm aralık ile ayrılmaktadır. Tabaka

üzerindeki iki komsu karbon atomunun mesafesi 0.142 nm'dir. Bu, grafit için baskın yapıdır. Grafit bölümün boyutu inert atmosfer ve yüksek sıcaklıkta (>1000 0C) grafitizasyon işlemi ile arttırılabilir (Marsh, 2006).

Hazırlama metodundan ve safsızlıkların olmasından dolayı mikrokristal yapıda bazı boşluklar oluşmaktadır. Hazırlama işlemi veya hammaddenin doğasından dolayı, düzlemin kenarındaki halka yapılar heterosiklidir. Heterosiklik gruplar, adsorpsiyon, desorpsiyon özelliklerini ve komsu düzlemin uzaklığını etkilemektedir. Aktif karbonun yapısı, grafitte göre düzensizdir.

Aktivasyon işlemi süresince kristallerin yüzeylerindeki karbon bağlarının düzenli dizilisi bozulmaktadır. Yapının gelişimi karbonizasyon ve aktivasyon sıcaklıklarının bir fonksiyonudur. Hegzagonal karbon halkaları, bazı molekül kırılmasına uğramış, rasgele sıralanmış, biri diğeriyle doğrudan ilişkili grafit kristallerden oluşmaktadır. Bütün yapı bundan dolayı çok düzensizdir ve çoğunlukla 'turbo ince tabakalı' olarak belirtilebilmektedir.

Aktif karbonlardaki yüksek mertebeden yapısal bozukluklar nedeniyle, düzlemsel katmanların köselerindeki karbon atomları için birçok tepkime olasılığı vardır. Sonuç olarak, genellikle kırık grafitik halka sistemlerinin kenarlarında mevzilenmiş oksijen içeren organik fonksiyonel gruplar karbonun yüzeyinde bulunmaktadır (Uzun, 2008).

2.6.3.1.1. Fiziksel özellikleri

Yüzey alanı

Aktif karbonun iç yüzeyi (aktifleştirilmiş yüzey) çoğunlukla BET yüzeyi olarak (m^2/g) ifade edilir. Yüzey alanı azot (N_2) gazı kullanılarak ölçülür. Su arıtımında kullanılan aktif karbon taneciklerinin iç yüzey alanının yaklaşık $1000 m^2/g$ olması istenmektedir. 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. İdeal yapıdaki bir aktif karbonda gözenekler 0.2–1.0 cm³/g civarındadır. Yüzey alanı ise 400–1000 m²/g aralığında olmakla birlikte özel amaçlı üretimlerde bu değer aşılabilmektedir. Gözenek boyutları ise 0.3 ile binlerce nanometre aralığında değişiklik göstermektedir (Küçükgül,2004).

Gözeneklilik

Gözenek büyüklüğünün belirlenmesi, karbonun özelliklerinin anlaşılmasında oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Gözenek çapının belirlenen N₂ adsorpsiyonun da yararlanır. Bu gerçekleştirebilen cihazlar sayesinde por dağılımı ve gözenek yapısı belirlenir. Gözenekler silindirik veya konik seklinde olabilir.

Mikro gözenekler moleküler boyutlara sahiptir ve etkili yarıçapları 2 nm'nin altında olmaktadır. Bu gözeneklerde adsorpsiyon hacim doldurma yoluyla gerçekleşir ve kılcak yoğunlaşma gerçekleşmemektedir. Bu gözeneklerdeki adsorpsiyon enerjisi mikro gözeneklerin zıt duvarlarında adsorpsiyon kuvvetlerinin örtüşmesinden dolayı daha geniş olan mezo gözenek veya gözeneksiz yüzeylere kıyasla daha fazladır. Mikro gözenekler genellikle 0.15- 0.7 cm³/g gözenek hacmine sahiptir. Bu gözeneklerin spesifik yüzey alanı aktif karbonun toplam yüzey alanının yaklaşık % 95'ini oluşturur. Aktif karbonun mikro gözenek yapıları genellikle, gaz veya buhar adsorpsiyonu daha küçük alanlardaysa X-ray kırılma tekniği kullanılarak karakterize edilir.

Mezo gözenekler, aynı zamanda geçişken gözenekler olarak da adlandırılır, 2–50 nm aralığında değişen etkin boyutlara sahiptirler, hacimleri 0.1–0.2 cm³/g arasında değişir. Bu gözeneklerin yüzey alanı toplam aktif karbonun yüzey alanının % 5'ini geçmez. Ancak bazı özel yöntemler kullanılarak mezo gözenekliliği arttırmak mümkündür. Mezo gözeneklerin hacmi 0.2–0.65 cm³/g'a kadar arttırılabilir ve yüzey alanları 200 m²/g' a kadar çıkabilmektedir. Bu gözenekler genellikle, gazların adsorpsiyon-desorpsiyon izotermeleri, civa porozimetresi ve elektron mikroskopisi vasıtasıyla karakterize edilir.

Makro gözeneklerin, adsorbatın yüzey alanına katkısı çok az olduğundan dolayı ve $0.5 \text{ m}^2/\text{g}$ geçmediğinden dolayı adsorpsiyon prosesinde kayda değer bir önemi yoktur. Makro gözenekler, 50 nm 'den daha geniş etkin yarıçapa sahiptir ve gözenek hacmi $0.2\text{--}0.4 \text{ cm}^3/\text{g}$ arasındadır. Bu tür gözenekler adsorbatın mikro ve mezo gözenekler arasında geçişini sağlayan bir kanal gibi davranır. Mezo gözenekler civa porozimetresi kullanılarak karakterize edilir (Bansal,2005).

2.6.3.1.2. Kimyasal yapı ve özellikleri

Serbest elektronların (özellikle polar ve polarize olabilen maddeler) varlığı, aktif karbonun adsorpsiyon özelliklerini etkilemektedir. Aktif karbon, oksijen ve hidrojenle bağ yapmış elementleri içermektedir. Bu elementler hammaddeden gelebilmekte veya ideal olarak gerçekleştirilemeyen karbonizasyon sonucunda ortaya çıkmakta ve aktivasyon sürecince yüzeyle kimyasal bağ yapmaktadır. Mineral madde yapısı, aktif karbonun özelliklerini etkilemektedir.

Mineral madde yapısı, aktif karbonun cinsine ve bileşimine göre değişmektedir. Elektrolit olmayan çözeltilerin adsorpsiyonunda mineral maddenin küçük miktarları bile önem taşımaktadır. Aktif karbonun x-ışın difraksiyon paterni, onun grafit yapılı çok küçük kristallerden oluştuğunu göstermiştir. Bununla beraber karbonun grafit yapısındaki tipik üst üste olan tabakalar yoktur. Aktif karbon yapısında kristaller sadece $0.7\text{--}1.1 \text{ nm}$ kalınlığında ve $2 - 2.5 \text{ nm}$ genişliğindedir ki bu da grafitte gözlenen yapıdan oldukça küçüktür. Kristaller arası boşluklar ise amorf yapıdaki karbonlar tarafından doldurulmaktadır. Bu atomlar diğer atomlarla (özellikle oksijen) üç boyutlu bağlar kurmuş haldedir. Karbonun düzensiz dizilisi sayısız çatlak ve yarıkla parçalanmıştır ki bu parçalanmalar genellikle silindirik yapıdaki gözeneklerin (porların) oluşumunu sağlar. Bünyede bulunan büyük miktardaki mikro gözenekler, aktif karbona geniş bir iç yüzey alanı sağlar. Bu da adsorpsiyon özelliklerinin temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte aktif karbonlar yaklaşık % 20 mineral içerebilir. Bu maddeler kül veya yanma sonrası kalan madde olarak da tanımlanmaktadır. Aktif karbonun yapısı, kullanılan başlangıç maddelerine göre farklılıklar göstermektedir. Bunlara bağlı olarak aktif karbon yapısında silika, alkali

ve toprak alkali bileşikler bulunabilir. Aktif karbonun üretiminin bir parçası olan yüzey oksidasyonu, hidroksil, karbonil ve karboksilik gruplar aracılığıyla karbona amfoterik özellik sağlar (Gündüzoğlu, 2008).

Karbon kökenli maddelerde bulunan hidrojen, oksijen ve diğer hetero atomlar, karbonlarla bağlar oluşturur. Bu atomlar, karbon atomlarını çevreleyen kuvvetli valansları tam olarak dolduramayacağı için, kristal yapının uçlarına ve köselerine bağlanırlar. Eğer kristal kafes içerisindeki karbon atomlarının hatalı bir yerleşimi söz konusu ise, bu atomlar enerjilerini azaltmak için oksijen, hidrojen ve diğer atomlarla tepkimeye girerler. Yüksek enerjili karbon atomları, kendi valanslarını komsu basit bir kristale bağlanarak ya da karbonizasyon boyunca ısı bozunma ürünlerine bağlanarak doldururlar. Oluşan kompleks bileşikler, 4 farklı yüzey oksitleri formundadır.

- Güçlü karboksilik gruplar
- Zayıf karboksilik gruplar
- Fenol grupları
- Karbonil grupları

Yapıdaki bu asidik oksitlerin ayrılması, alkali çözeltiler ile nötralizasyonla sağlanır. İnert gaz atmosferi ve vakum altında yapılan ısı işlem de bu grupların karbondan uzaklaştırılmasını sağlayabilir (Gündüzoğlu, 2008).

2.6.4. Aktif karbonun sınıflandırılması

Aktif karbonun özellikleri, yüzey karakteristikleri ve davranışları göz önünde bulundurularak sınıflandırılması karmaşık bir işlemdir. Zira sadece, örneğin yüzey alan gibi tek bir özelliğe göre sınıflandırma yapmak aktif karbonun kalitesi hakkında yeterli fikir vermez. Çünkü adsorplanan molekülün büyüklüğü değiştikçe, kullanılabilir yüzey alanı da değişmektedir. Buna rağmen, yüzey alanı ve gözenek yapısı ile ilgili bilgiler, karşılaştırma amacıyla kullanılabilir.

Aslında adsorpsiyon kapasitesi, aktif karbonunu kalitesi hakkında fikir verebilecek tek parametre olarak değerlendirilebilmektedir (Uzun, 2008).

Aktif karbon toz ve granül şeklinde elde edilebilir. Aynı zamanda bazı özel uygulamalar için pellet, küresel ve fibröz şeklinde de hazırlanır (Bansal,2005).

2.6.4.1. Toz aktif karbon

Baskın olarak 0.18 mm'den küçük boyutlardaki öğütülmüş karbonlardır. Başlıca sıvı faz uygulamalarda ve baca gazı arıtımında kullanılır. Bu tip aktif karbonunu geniş yüzey alanı ve küçük yayılım mesafesi vardır. Çözelti fazı adsorpsiyonu için kullanılmaktadır. Kullanımı oldukça kolaydır. Karbon, çözeltiliye eklenir, karıştırılır, kısa bir süre temas ettirilir (5–30 dak.) ve filtrasyonla ayrılır. Bu gruba giren aktif karbonlar, tıbbi uygulamalar ve renk giderme için kullanılmaktadır. (Anonim, 2009).

2.6.4.2. Granül aktif karbon

0.2–5 mm aralığındaki boyutlardaki düzensiz şekillerdeki parçacıklar halindedir. Sıvı ve gaz fazı uygulamalarında kullanılır. Toz aktif karbona göre daha büyük tanecik boyutu ve daha küçük dış yüzey alanına sahiptir. Gaz ve sıvı adsorpsiyonu uygulamalarında tercih edilmektedir. Tanecik boyutu uygulama sürecine göre değişir.

2.6.4.3. Pellet aktif karbon

Basınçla sıkıştırılmış ve 0.8–5 mm çapında silindirik yapıdadır. Düşük basınç düşüşü sağlamasından, yüksek mekanik dayanıklılığından ve düşük toz içeriğinden dolayı başlıca gaz fazı uygulamalarında kullanılır (Uzun, 2008).

2.6.4.4. Küresel aktif karbon

Katran, naftalin ve tetralin içerisinde eritilerek küreler elde edilmektedir. Bu küreler Hafta çözücüsü ile temas ettirilmekte ve naftalin ekstrakte edilmektedir. Bu şekilde gözenek yapısı oluşturulmaktadır. Bu gözenekli küreler ağırlıkça % 30 oksijen içeren oksidasyon gazlarının varlığında 373–673 K arasındaki bir sıcaklığa ısıtılmaktadır. Katran küreler, oksijenin % 10'unu kimyasal olarak adsorblar. Okside küreler, amonyak ile 423–973 K sıcaklıkları arasında ısıtılır. Daha sonra CO₂ veya buharla aktive edilir. Bu karbonların yüksek mekanik dayanıklılığı vardır ve SO₂, NO₂ adsorpsiyon kapasitesi çok yüksektir (Anonim, 2009).

2.6.4.5. Fibröz aktif karbon

Aktif karbon lifleri; fenolik reçine, poliakrilik reçine, viskon gibi sentetik liflerin yüksek sıcaklık ve inert atmosferde karbonizasyonu ve ardından dikkatlice aktivasyonu ile elde edilen yapılardır. Elde edilen bu yapının diğer aktif karbonlara göre başlıca üstünlükleri;

- Dar ve düzgün mikro gözenek yapısı ile soğurulacak faz ile daha kolay etkileşim sağlaması,
- Küçük ve düzgün lif yarıçapı ile daha hızlı adsorpsiyon ve desorpsiyon sağlaması,
- Grafit yapısı sayesinde daha yüksek elektrik iletkenliğine ve daha yüksek sıcaklık dayanımına sahip olması,
- Daha kuvvetli ve elastik yapısıyla kağıt ve giysi gibi farklı uygulama alanlarında kullanılabilmesi. Tüm bu özellikleriyle aktif karbon liflerin gelecekte çok geniş kullanım alanlarına sahip olacakları düşünülmektedir (Yang, 2003).

2.6.5. Aktif karbon üretilmesi

Odun, fındıkkaşuğu, meyve çekirdekleri gibi doğal hammaddelerin yanı sıra, polimer bazlı sentetik hammaddeler gibi karbon içeren tüm maddeler aktif karbon üretiminde kullanılabilir. Başlangıç malzemesinin seçimi, kolay elde edilebilmesine, ucuzluğuna ve safiyetine bağlıdır. Yeterli miktarda karbon içeren,

kolay elde edilebilen ve düşük maliyete sahip hemen her madde, aktif karbon hammaddesi olarak kullanılabilir. Kullanılacak olan hammaddenin

- Üretilen aktif karbon veriminin iyi olması
- Anorganik madde içeriğinin düşük olması
- Maliyetinin düşük ve kolay elde edilebilir olması
- Depolama sürecinde bozulmaması
- Kolay aktive edilebilmesi kriterlerini sağlaması gerekmektedir

Aktif karbon üretiminde, karbon içermeyen kısımların bünyeden uzaklaştırılması sırasında karbon içeren malzemenin de bir kısmı okside olarak uzaklaşmaktadır. Bu işlem sonucu yeni bağlar oluşur ve yüksek miktarda gözenek içeren yapı elde edilir. Günümüzdeki üretim yöntemlerinde yabancı maddelerin uzaklaştırılması, karbonizasyon ve bölgesel oksidasyonlar yeterli kalmamakta, sonuç ürün eldesi için diğer aktivasyon işlemlerine de gerek duyulmaktadır.

Aktif karbon, üretim prosesi fiziksel ve kimyasal aktivasyon olmak üzere ikiye ayrılır.

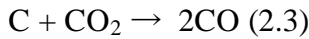
Genel olarak üretim prosesi aşağıdaki adımları içermektedir:

- 1) Bünyedeki fazla suyun uzaklaştırılması (dehidratasyon)
- 2) Organik madde derin elementel karbona dönüşümü, karbon olmayan partiküllerin uzaklaştırılması (karbonizasyon)
- 3) Aktivasyon yöntemleri kullanılarak porların genişletilmesi ve yüzey fonksiyonel gruplarının iyileştirilmesi (Özçimen, 2007).

2.6.5.1. Fiziksel aktivasyon

Fiziksel aktivasyon hammaddenin 800 – 1000 °C sıcaklıklarına ısıtılması ve oksitleyici gazlar yardımıyla aktivasyonun gerçekleştirilmesi işlemidir. Yüksek sıcaklıklar söz konusu olduğu için ısı aktivasyonu olarak da adlandırılır. Fiziksel

aktivasyona verilen bir başka isim de aktivasyon sırasında ortama oksitleyici gaz gönderildiği için gaz aktivasyonudur. Genellikle fiziksel aktivasyon, piroliz ve aktivasyon olmak üzere iki basamaktan oluşur. Aktive edilecek hammadde öncelikle piroliz işlemine tabi tutulur. Piroliz sırasında uçucu maddenin uzaklaşması ile mikro gözenekler oluşur. İkinci adımda uygulanan aktivasyon işleminde aktifleyici gazlar piroliz işlemine oluşan gözeneklerin içerlerine dolarak karbon ile tepkimeye girerler. Bu sırada kalan uçucular da uzaklaşarak geniş yüzey alanına ve mikro ve mezo gözeneklere sahip aktif karbonu oluştururlar. Aktifleşme basamağında en çok kullanılan gazlar karbondioksit, su buharı veya ikisinin karışımıdır. Aktifleşme sırasında oluşan endotermik tepkimeler aşağıdaki şekilde gösterilebilir:



Elde edilen aktif karbon sınıflandırılır ve elenip tozu giderilerek kullanıma hazır hale getirilir. Gaz aktivasyonu ile elde edilen aktif karbonlar da kimyasal aktivasyondan elde edilenler gibi iyi bir gözenek yapısına sahiptirler. Hem sıvı hem de gaz fazdan, molekül ve iyonların adsorpsiyonu için etkin bir şekilde kullanılırlar (Varol, 2007).

2.6.5.2. Kimyasal aktivasyon

Kimyasal aktivasyon işlemi, genel olarak, kimyasal aktifleyici bir madde ile hammaddenin belirli bir sıcaklıkta bozundurulması esasına dayanmaktadır. Kimyasal aktivasyon sürecinde hammadde dehidrasyon maddesi ve oksitleyici ortam olarak fonksiyon gösteren bir aktive edici madde ile karıştırılır. Kimyasal aktivasyon sürecinde çinko klorür, fosforik asit, alüminyum klorür, magnezyum klorür, potasyum hidroksit, sodyum hidroksit gibi birçok madde aktivasyon maddesi olarak

kullanılabilir, fakat bunlardan en sık kullanılanları çinko klorür, potasyum hidroksit ve fosforik asittir.

Lignoselülozik yapıların karbonizasyonu sırasında yapıda büzülme meydana gelmektedir. Karbonizasyon sırasında meydana gelen bu boyut değişimi kimyasal aktivasyon sürecinde daha büyük önem kazanmaktadır. Çünkü aktivasyon maddesi yapıların içerisine nüfuz ederek artan sıcaklıkla birlikte beklenen büzüşmenin olmasını engeller. Yani aktivasyon maddesi mikro gözeneklilik oluşumu sırasında bir kalıp gibi davranış gösterir. Kimyasal aktivasyon sürecinde oldukça düşük süreç sıcaklığının bir sonucu olarak grafitik bazal yüzeyler bulunmaz. Onun yerine her tanecik, kısmen aromatik, kısmen alifatik organik molekül ya da neredeyse sonsuz sayıda farklı monomerlerden oluşan çapraz bağlı polimerler olarak bulunabilir. Böylece mikro gözeneklerdeki duvarlar bile düzgün olmayıp pürüzlü bir durum gösterir ve çok miktarda farklı cinsten atomlar (en çok oksijen) içerir.

Kimyasal aktivasyon sürecinin mekanizması kullanılan aktivasyon maddesine göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla kimyasal aktivasyon sürecine etki eden parametreler de kullanılan aktivasyon maddesine bağlı olmaktadır. Örneğin lignin ile yapılan çalışmalarda $ZnCl_2$ ve H_3PO_4 için en uygun aktivasyon sıcaklığı $500-600\text{ }^{\circ}C$ arasında belirlenirken; $NaOH$, KOH , K_2CO_3 ve Na_2CO_3 gibi alkali metal içeren aktivasyon maddeleri için bu değer $500-800\text{ }^{\circ}C$ arasında olduğu belirlenmiştir. Alkali metal içeren bileşiklerle yapılan aktivasyon işlemlerinde elde edilen aktif karbonların yüzey alanı $2\ 000\text{ m}^2/g$ civarındadır ve bu değerler ticari aktif karbondan oldukça yüksektir.

Kimyasal aktivasyon yönteminin üstünlükleri:

- Aktivasyon genel olarak tek adımda gerçekleştirilmektedir,
- Fiziksel aktivasyona oranla daha düşük aktivasyon sıcaklığı gerektirmektedir,
- Fiziksel aktivasyona oranla daha düşük aktivasyon süresi gerektirmektedir,
- Daha yüksek katı ürün verimi,

- Gelişmiş mikro gözenek hacmi,
- Daha büyük yüzey alanı oluşturabilmektedir. Olumsuz yönleri ise;
- Kullanılan aktivasyon maddesinin çevreye etkisi
- Aktif karbon içerisinde kullanılan aktivasyon maddesinden kaynaklanan safsızlıklar oluşması,
- Aktivasyon işlemi sonrasında yıkama sürecine gerek duyulmasıdır. Kimyasal aktivasyon işleminde önemli bir faktörde susuz aktivasyon maddesinin, başlangıç kuru maddeye ağırlıkça oranı şeklinde tanımlanan emdirme derecesidir. Hammadde ile aktive edici madde, karbonizasyon sürecinden önce aşağıdaki şekillerde muamele edilebilmektedir.
- Hammadde ile aktive edici maddenin fiziksel olarak doğrudan karıştırılması
- Hammadde ile aktive edici maddenin belirli bir derişimindeki çözeltisinin karıştırılması
- Hammadde ile aktive edici maddenin birlikte yoğrularak hamur haline getirilmesinden sonra 110 °C'de kurutulması (Uzun, 2008).

2.6.6. Aktif karbonun uygulama alanları

Aktif karbonlar eşsiz ve çok yönlü adsorbentlerdir. İstenmeyen koku, tat, renk giderimin de, endüstriyel ve atık sulardan diğer organik ve inorganik kirleticilerin uzaklaştırılmasında, çözücü geri kazanımı, yaşam alanları, restoranlar, yiyecek üretim ve kimyasal sanayisinde ortam havasının temizlenmesinde, çeşitli şurup ve farmasötik ürünlerden renk giderimin de, otomobil ekzosları ve endüstriyel gazların kontrolünde, birçok kimyasal, farmasötik saflaştırmada ve çeşitli gaz fazı uygulamalarında kullanılır. Ayrıca, hidrometalurjik alanda altın, gümüş ve diğer metallerin geri kazanımında, katalizör ve katalizör destekçisi olarak kullanımı da artmaktadır. Buna ek olarak, tıpta toksinlerin ve belirli rahatsızlıklarda bakteriyel enfeksiyonların uzaklaştırılmasında kullanımı bilinmektedir.

Yaklaşık olarak toplam üretilen aktif karbonların % 80'i (~300 000 ton/yıl) sıvı faz uygulamalarında yaklaşık % 20'side gaz fazı uygulamalarında kullanılmaktadır (Bansal, 2005).

2.6.6.1. Sıvı faz uygulamaları

Yaygın olarak aktif karbon, çözeltilerden organik safsızlıkların uzaklaştırılması da dahil olmak üzere bir çok saflaştırma işleminde kullanılmaktadır. Sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonlar toz veya granül şeklinde olabilmektedir. Toz haldeki aktif karbonların tane büyüklüğü 15– 25 μ m, granül ve değişik formlardaki aktif karbonların tane büyüklüğü de 0.3–3 mm arasındadır. Sıvı faz uygulamalarında kullanılmak üzere üretilen aktif karbonların % 60'ı toz formundadır. Toz haldeki aktif karbonun yaygın olarak kullanıldığı alan, karıştırma tanklarının kullanıldığı sistemlerdir. Bu tür işlemlerde, kullanılan aktif karbon tipi, sıvı faz ile temas süresi ve işlemde kullanılacak aktif karbon miktarı önem taşımaktadır. İşlem sonunda aktif karbon, filtrasyon veya çökeltme yolu ile ortamdan alınmaktadır.

Granül haldeki aktif karbonlar ise genellikle sıvı fazın sabit bir yataktan geçirildiği sürekli sistemlerde kullanılmaktadır. Sıvı faz içindeki safsızlıklar, yatak içindeki aktif karbon tarafından adsorbe edilirler. Yatakta bulunan aktif karbon yeterli doygunluğa ulaştığında işlem sona erdirilir. Endüstriyel uygulamalarda en az iki sabit yatak veya kolon seri halde kullanılmaktadır.

Aktif karbonun sıvı faz uygulamalarındaki ilk kullanımı, Amerika Şeker Rafinerileri Şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir. Şeker kamışından şeker üretiminde, şeker kamışının sap kısımlarından aktif karbon üretilerek, şeker şurubundan renk giderimi yapılmıştır. Gıda maddelerinin çoğunun kristalizasyon veya damıtma gibi fiziksel yöntemlerle saflaştırılması ya da iyileştirilmesi mümkün olamamaktadır. Aktif karbon kullanımı ile gıda maddesinin başka değerlerine zarar verilmeksizin safsızlıklarının giderilmesi mümkündür. Bu özelliği dolayısıyla pek çok gıda maddesinin tat ve renk veren maddelerinin giderilmesinde aktif karbon kullanımı yaygındır. Sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonların yaklaşık % 24'ü içme suyu iyileştirmede kullanılmaktadır.

Çizelge 2.2. Aktif Karbonun Sıvı Faz Uygulamaları (Akyıldız, 2007)

Endüstri	Tanımı	Tipik Kullanımı
İçilebilir su işlemleri	Granül aktif karbon filtreler Kullanılır	Organik bileşiklerin uzaklaştırılması, kötü koku ve tadın giderilmesi
Alkolsüz içecekler	İçilebilir su işlemleri, klor ile sterilizasyon	Organik bileşiklerin uzaklaştırılması ve klorun giderilmesi
Altının geri kazanımı	Leaching işlemleri	Sodyum siyanitte çözülmüş altının geri kazanımı
Petrokimya	Kullanılan buharın temizlenmesi	Yağ ve hidrokarbonları Uzaklaştırılması
Yer altı suları	Yeraltı sularındaki istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması	Kloroform, tetrakloroetilen ve trikloroetan içeren adsorplanabilir organik halojenlerin ve toplam organik halojenlerin azaltılması
Endüstriyel atık sular	İşlemler sırasında açığa çıkan suların çevre için uygun hale getirilmesi	Biyolojik oksijen içeriğinin, kimyasal oksijen içeriğinin ve toplam organik halojenlerin azaltılması
Yüzme havuzları	Organik içeriklerin uzaklaştırılması için ozon enjektisi	Kloramin seviyesinin kontrolü ve kalan ozonun uzaklaştırılması
Yarı iletkenler	Yüksek saflıkta su	Toplam organik karbonun Azaltılması
Alkoller	İçilebilir su işlemleri	Fenol ve trihalometanların uzaklaştırılması

Aktif karbonun sıvı faz uygulamalarındaki ilk kullanımı, Amerika Şeker Rafinerileri Şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir. Şeker kamışından şeker üretiminde, şeker kamışının sap kısımlarından aktif karbon üretilerek, şeker şurubundan renk giderimi yapılmıştır. Gıda maddelerinin çoğunun kristalizasyon veya damıtma gibi fiziksel yöntemlerle saflaştırılması ya da iyileştirilmesi mümkün olamamaktadır. Aktif karbon kullanımı ile gıda maddesinin başka değerlerine zarar

verilmeksizin safsızlıklarının giderilmesi mümkündür. Bu özelliği dolayısıyla pek çok gıda maddesinin tat ve renk veren maddelerinin giderilmesinde aktif karbon kullanımı yaygındır. Sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonların yaklaşık % 24'ü içme suyu iyileştirmede kullanılmaktadır.

Günümüzde içme suyu kaynaklarının çoğu çevresel etkiler basta olmak üzere bakteri, virüs, bozunmuş bitki örtüsü, halojenli maddeler, pestisitler ve pek çok uçucu organik madde ile kirlenmiş durumdadır. İçme suyundaki koku ve tat probleminden dolayı dezenfeksiyon işlemlerinde fazla miktarda klor kullanılması, çoğu kez suyun özelliklerini daha da kötüleştirmiştir. Su, 1 mg/litre'den daha az derişimde doğal ve doğal olmayan organik bileşikler içerebilir. Bu bileşikler, suyun klorla dezenfeksiyonu aşamasında klor ile tepkimeye girerek oldukça karmaşık ve tehlikeli bileşikler oluşturmaktadır. Örneğin, amonyak ve hümik asitlerin sebep olduğu sudaki kahverengi rengi gidermek için klorla yapılan dezenfeksiyonda, fenol, klor ile tepkimeye girerek kloro fenollere dönüşür. Yine fazla klor kullanımında uygun pH ve yüksek sıcaklıkta THM (trihalo metan) oluşumu artmaktadır. İçme suyu iyileştirmede yaygın olarak kullanılan havalandırma, kimyasal oksidasyon ve aktif karbonla fiziksel adsorpsiyon yöntemlerinden en etkilisi aktif karbonla yapılan adsorpsiyondur.

İçme suyu iyileştirmeden başka aktif karbon, atık su arıtmada da yaygın olarak kullanılmaktadır. Atık su arıtmada esas, ağır metallerin, organik kimyasal maddelerin ve mineral tuzların uzaklaştırılmasıdır. Kimyasal ve biyolojik arıtma sistemlerine ek olarak, granül aktif karbon içeren filtreler kullanılarak apolar organik maddelerin giderilmesi mümkün olabilmektedir. Sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonların % 6'sı yenilebilir yağların iyileştirilmesinde kullanılır. Hindistan cevizi yağı, hurma çekirdeği yağı, çeşitli bitkisel ve hayvansal yağlardan kırmızı, mavi ve yeşil pigmentlerin uzaklaştırılmasında ve ağartma toprağı ve aktif karbon kullanılmaktadır. Aktif karbon sadece renk gidermede değil, aynı zamanda yağlardaki koku verici maddelerin uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır. Aktif karbonun bir başka kullanım yeri de alkollü içki üretiminde istemeyen tat ve kokuların giderilmesidir.

Örneğin viski damıtıldığı zaman hiç de hoş olmayan bir tada sahiptir. Aktif karbon kullanımı ile hoş olmayan tat verici maddeler uzaklaştırılarak, üretilen içkinin depolanmasına imkan sağlanır. Aktif karbon, altın veya gümüşün siyanür ile çözündürülmesinden sonra, çözeltiliye geçen altın ve gümüş komplekslerini yüzeyine adsorplayarak çözeltiliden geri kazanılmasını sağlar.

Siyanürlü çözelti ile temas ettirilen 1 ton aktif karbon, yaklaşık 715 kg altın adsorplar. İlaç endüstrisinde de, çoğu antibiyotik, vitamin ve steroidler, fermentasyon ürünlerinden çözücü özütleme ve damıtma işlemlerini takiben aktif karbonla adsorplanarak izole edilirler (Gündüzoğlu, 2008).

Aktif karbonun, dünyadaki çevresel uygulama ve su temizleme alanlarındaki kullanımı, yıllık 300 milyon kg olup, bu değer her yıl % 7 oranında artış göstermektedir (Akyıldız, 2007).

2.6.6.2. Gaz fazı uygulamaları

Gaz faz uygulamalarında, sıvı faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonlardan daha sağlam ve yüksek yoğunluğa sahip granül halde veya şekillendirilmiş aktif karbonlar kullanılmaktadır.

Gaz faz uygulamalarında kullanılan aktif karbonlarda bulunan küçük gözenekler, gazlar ve organik buharlar için seçicilik ve yüksek adsorpsiyon kapasitesi sağlamaktadır. Gaz faz uygulamaları, toplam aktif karbon kullanımının % 20'sini oluşturmaktadır.

Çizelge 2.3. Aktif karbonun çözücü geri kazanımında kullanıldığı çeşitli endüstriyel uygulamaları

Endüstriyel alanı	Kullanılan Çözücü
Lastik ve kauçuk üretimi	Benzen, Toluen, Petrol Eteri
Sentetik deri ve fiberlerin üretimi	Aseton, hekzan, toluen, izopropil alkol
Yapıştırıcı üretimi	Toluen, hekzan, Petrol Eteri
Plastik film ve folyo üretimi	Eter, aseton, alkoller, tetrahirofuran
Kuru temizleme	Tetrakloroetan (perkloroetilen)

Çizelge 2.4. Aktif karbonun gaz faz uygulamaları (Uzun, 2008)

Endüstri	Tanımı	Tipik Kullanım
Çözücü Geri Kazanım	İşlemin ekonomisini optimize etmek ve buhar emisyonlarının kontrolü için organik çözeltilerin geri kazanımı	Asetat fiberler (aseton), Eczacılıkla ilgili uygulamalar (metilen klor), film kaplama ve boya (etil asetal), manyetik bant
Karbondioksit	Fermantasyon işlemlerinde karbondioksit saflaştırılması	Aminlerin, merkaptanların ve alkollerin adsorpsiyonu
Endüstriyel Havalandırma	Organik buharların adsorpsiyonu	
Atık İmha	Evsel, kimyasal ve klinik atıkların yüksek sıcaklıkta yakarak imhası	Baca gazlarından dioksinlerin ve ağır metallerin uzaklaştırılması
Sigara	Ağızlıkta toz ve tanecikli filtreler	Tadı ve kokusunun kontrolü veya sigara dumanındaki zararlı elementlerin bazılarının ekstraksiyonu (özütlemesi)
Şartlandırma	Isıtma ve havalandırma	Havaalanları, ofisler
Kompozit Fiberler	Köpük / lifli bileşenler içinde toz aktif karbonun empenyesi	Gaz maskeleri, suyun islenmesi, ayakkabı içi koku gidericileri
Koku Gidericisi	İstenmeyen kokuların giderilmesi	Filtre birimleri

Aktif karbonun endüstriyel alandaki önemli uygulamalarından biri çözücü geri kazanımıdır. Organik çözücülerin yüksek uçuculuk özellikleri, atmosfere doğrudan verildiğinde yangın, patlama ve sağlık problemleri gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Aktif karbonlar, adsorpsiyon ve sonrasında desorpsiyon ile çözücülerin geri kazanımı için etkin olarak kullanılmaktadır.

1.Dünya Savaşı sırasında, Almanlar'ın, klor gazı kullanmalarından dolayı koruyucu filtre olarak granül aktif karbon içeren gaz maskeleri üretilmiştir. Havadaki kirleticileri adsorplamak için de maksimum adsorplama kapasitesine sahip aktif karbon filtreler havalandırma ünitelerinde kullanılmaktadır. Aktif karbon aynı zamanda cilt üzerinden insan vücuduna nüfuz eden sinir gazlarına karşı da koruma sağlamaktadır. Bunun için hızlı ve etkin adsorpsiyona izin verecek şekilde ince veya fiber şeklinde aktif karbon içeren koruyucu giysiler kullanılmaktadır. Gaz ayırımı ve saflaştırılmasındaki diğer kullanım alanları ise; doğal gazdan propan ve diğer ağır bileşenlerin ayrılması, hidrojen, azot, helyum, amonyak, CO₂ ve CO gibi gazlardan safsızlıkların uzaklaştırılması olarak sıralanabilir. Motorlu araçlardan çıkan gazların çevreyi kirletmesini engellemekte de aktif karbon filtreler kullanılmaktadır (Akikol, 2005).

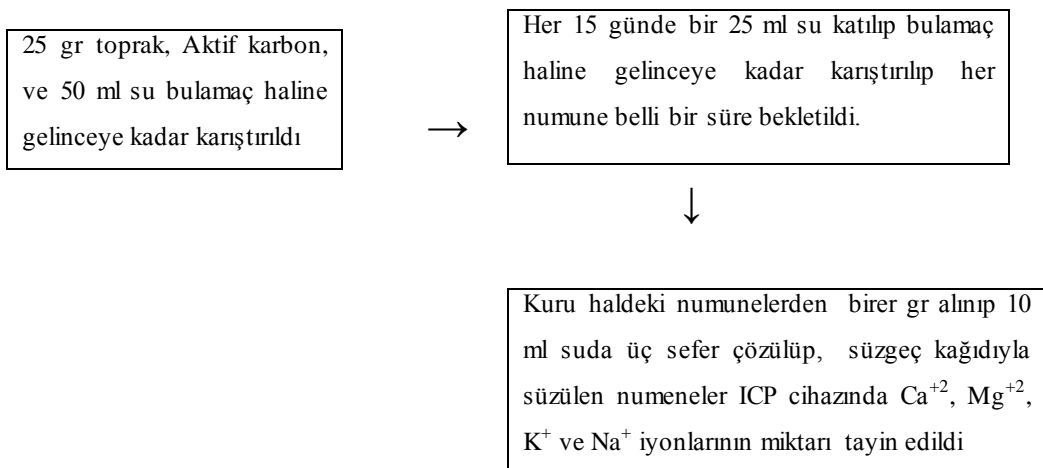
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneyde kullanılan materyaller

- Toprak (Şanlıurfa ilinin, Harran ilçesinin, Bozyazı köyünden alındı)
- Toz aktif karbon
- Granül aktif karbon
- Beher
- Erlen
- Spatül
- Baget
- Süzgeç kağıdı
- Huni
- ICP cihazı
- Saf su
- Kelepçe
- Toprak eleyici (800 Mic.)

Deney akış şeması:



3.2. Yöntem

3.2.1. Deneysel çalışmalar

Deneysel çalışma esnasında granül aktif karbon ve toz aktif karbonun topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki değişik konsantrasyon ve değişik zaman aralıklarındaki adsorpsiyon etkisi ayrı ayrı incelenmiştir.

3.2.1.1. Granül aktif karbonla ilgili deneysel çalışma

Granül aktif karbonla yapılan deneysel çalışma iki farklı çalışmayla yapıldı. Birinci deneysel çalışmada, granül aktif karbon ve toprak miktarı sabit tutulup zaman değişken alındı. Böylece; granül aktif karbonun topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisi araştırıldı. İkinci deneysel çalışmada ise ; toprak miktarı ve zaman sabit tutulup, değişik miktardaki (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 ve 3 gramlık) granül aktif karbonun topraktaki; kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisi araştırıldı.

3.2.1.1.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Bu çalışmada amaç sabit toprak ve sabit granül aktif karbon miktarıyla, değişken zaman aralıklarındaki granül aktif karbonun topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisini araştırmaktır.

Bunun için değişik zaman aralıklarında altı tane numune hazırlandı.

1. numunede; toprak elendikten sonra 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Bundan sonra 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 115 gün bekletildi.

2. numunede elenmiş topraktan 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Bundan sonra 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 100 gün bekletildi.

3. numunede elenmiş topraktan 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Bundan sonra 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 84 gün bekletildi.

4. numunede elenmiş topraktan 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Bundan sonra 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 70 gün bekletildi.

5. numunede elenmiş topraktan 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Bundan sonra 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 52 gün bekletildi.

6. numunede elenmiş topraktan 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr granül aktif karbon ve 50 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 21 gün bekletildi.

3.2.1.1.2. Granül aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Bu çalışmada amaç sabit zaman ve toprak miktarıyla, değişken granül aktif karbon miktarının topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisini araştırmaktır.

Bunun için değişik granül aktif karbon miktarıyla ilgili altı tane numune hazırlandı.

1. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 0.5 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
2. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
3. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1.5 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
4. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 2 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
5. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 2.5 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
6. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 0.5 gram granül aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.

3.2.1.2. Toz aktif karbonla ilgili deneysel çalışma

Toz aktif karbonla yapılan deneysel çalışma yine iki farklı çalışmayla yapıldı. Birinci deneysel çalışmada, toz aktif karbon ve toprak miktarı sabit tutulup zaman değişken alındı. Böylece; toz aktif karbonun topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisi araştırıldı. İkinci deneysel çalışmada ise; toprak miktarı ve zaman sabit tutulup, değişik miktardaki (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 ve 3 gramlık) toz aktif karbonun topraktaki; kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Potasyum (K) ve Sodyum (Na) metalleri üzerindeki adsorpsiyon etkisi araştırıldı.

3.2.1.2.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Bu çalışmada amaç sabit toprak ve sabit toz aktif karbon miktarıyla, değişken zaman aralıklarındaki toz aktif karbonun topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisini araştırmaktır.

Bunun için değişik zaman aralıklarında altı tane numune hazırlandı.

1. numunede; toprak elendikten sonra 25 gr toprak alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 115 gün bekletildi.
2. numunede; elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 100 gün bekletildi.
3. numunede; elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 günde bir 25 ml

su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 84 gün bekletildi.

4. numunede; elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 70 gün bekletildi.
5. numunede; elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 günde bir 25 ml su katılıp yine bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 52 gün bekletildi.
6. numunede; elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gr toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 21 gün bekletildi.

3.2.1.2.2. Toz aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Bu çalışmada amaç sabit zaman ve toprak miktarıyla, değişken toz aktif karbon miktarının topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonları üzerindeki adsorpsiyon etkisini araştırmaktır.

Bunun için değişik granül aktif karbon miktarıyla ilgili altı tane numune hazırlandı.

1. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 0.5 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.

2. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
3. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 1.5 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
4. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 2 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
5. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 2.5 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.
6. numunede elenmiş topraktan 25 gr alınıp üzerine 3 gram toz aktif karbon ve 50 ml su katılıp bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. 15 gün sonra tekrar 25 ml su katılarak bulamaç haline gelinceye kadar karıştırıldı. Toplam 43 gün bekletildi.

Tüm bu numuneler ICP cihazında analiz edilip topraktaki kalsiyum (Ca^{+2}), Magnezyum (Mg^{+2}), Potasyum (K^{+}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarının miktarları tek tek bulunup karşılaştırma yapıldı.

Deneyisel çalışmada özellikle toprak ve aktif karbon tartma işleminde dikkat edilmelidir, yani çok hassas ölçümler yapılmalıdır. Belli aralıklarla numuneler sulandırılmalıdır; çünkü aktif karbon sulu ortamda, adsorbe kapasitesini çok iyi

göstermektedir. Analiz işlemleri için numunelerden alınan örneklerin homojen olmasına dikkat edilmelidir. Özellikle granül aktif karbonda homojenlik konusunda hata oranı biraz daha fazladır. Suda çözme ve süzme işlemlerinde hassasiyet çok önemlidir. Sonuçlarda sapmaların en büyük sebeplerinden biri homojenliğin istenilen düzeyde sağlanmamasıdır. Ayrıca çalışmada özellikle toz aktif karbonun yüzeyde kalmamasına dikkat edilmelidir. Yani toprakla iyice karışması sağlanmalıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Granül Aktif Karbonla İlgili Deneysel Çalışma

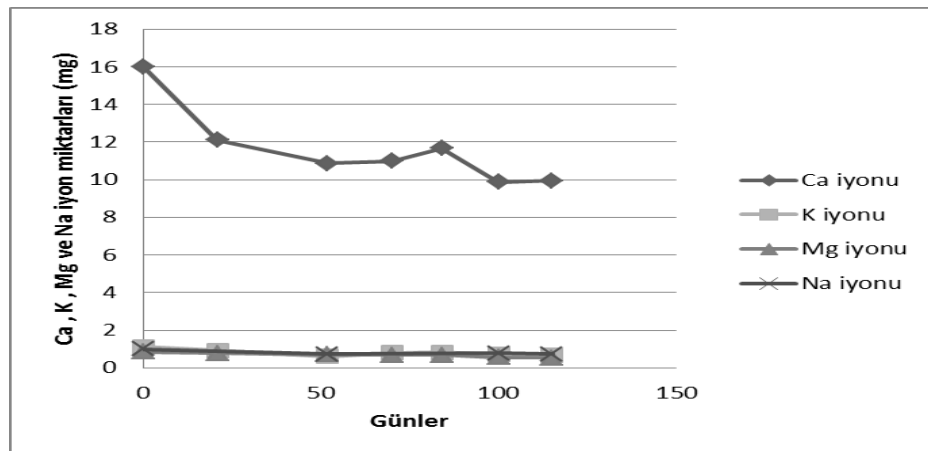
4.1.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Değişik günlerdeki, bir gram toprakta ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarının mg cinsinden değerleri şöyledir;

Çizelge 4.1. Granül aktif karbon miktarı sabit, zamanın değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarları (mg)

Günler	Ca^{+2} (mg)	K^{+} (mg)	Mg^{+2} (mg)	Na^{+} (mg)
0	16.008	1.109	0.845	0.986
21	12.112	0.916	0.770	
52	10.861	0.618	0.715	0.727
70	10.982	0.812	0.685	
84	11.663	0.829	0.681	
100	9.862	0.697	0.568	0.781
115	9.950	0.662	0.543	0.736

Bu değerlere göre ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyon miktarlarının değişik günlere göre grafiği aşağıdadır.



Şekil 4.1. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarlarının granül aktif karbon katıldıktan sonra değişik günlerdeki değişimi

Grafiğe baktığımızda granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Kalsiyum iyon miktarı 16.008 mg iken, toprağa granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 9.862 mg'a kadar düştüğü görülmekte. Buda topraktaki Kalsiyum iyonunun, yaklaşık % 39' unun adsorplandığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Potasyum iyon miktarı 1.109 mg iken, toprağa granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 0.618 mg'a kadar düştüğü görülmekte. Buda topraktaki Potasyum iyonunun, yaklaşık % 45'inin adsorplandığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Magnezyum iyon miktarı 0.845 mg iken, toprağa granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 0.543 mg'a kadar düştüğü görülmekte. Buda topraktaki Magnezyum iyonunun, yaklaşık % 36'sının adsorplandığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Sodyum iyon miktarı 0.986 mg iken, toprağa granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.727 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Sodyum iyonunun, yaklaşık % 27'sinin adsorplandığını göstermektedir.

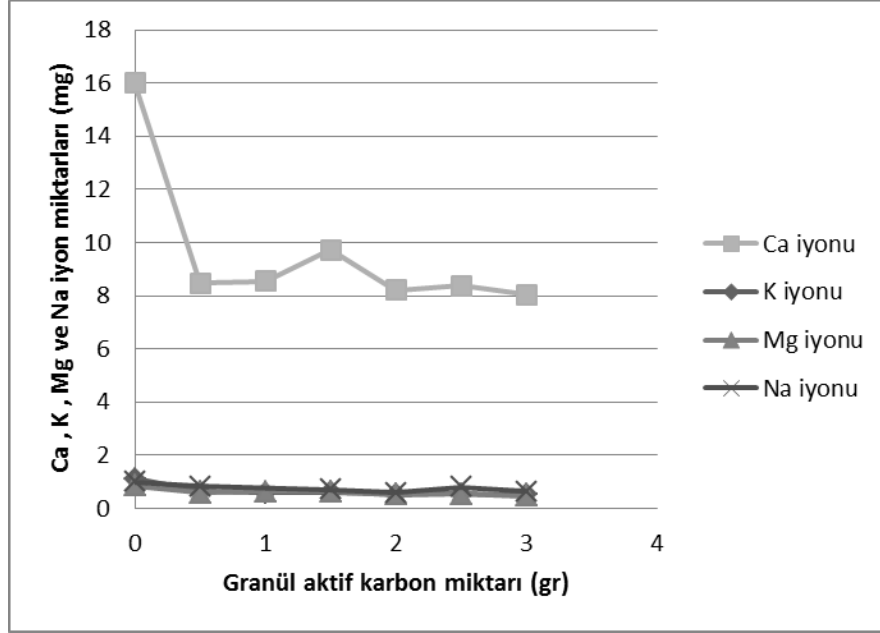
4.1.2. Granül aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Granül aktif karbon değişkenine göre, bir gram toprakta ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarının mg cinsinden değerleri şöyledir;

Çizelge 4.2. Zamanın sabit (43 gün), granül aktif karbon miktarının değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarları (mg)

Granül aktif karbon miktarı (mg)	Ca^{+2} (mg)	K^{+} (mg)	Mg^{+2} (mg)	Na^{+} (mg)
0	16.008	1.109	0.845	0.986
0.5	8.482	0.631	0.586	0.818
1	8.552	0.590	0.621	
1.5	9.728	0.617	0.624	0.698
2	8.204	0.527	0.520	0.573
2.5	8.375	0.540	0.544	0.790
3	8.040	0.502	0.471	0.630

Bu değerlere göre ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyon miktarlarının, granül aktif karbon değişkenine göre grafiği aşağıdadır.



Şekil 4.2. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarlarının, granül aktif karbon değişkenine göre değişimi

Grafiğe baktığımızda granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Kalsiyum iyon miktarı 16.008 mg iken, toprağa değişik miktarda granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 8.040 mg'a kadar düştüğü görülmektedir. Buda granül aktif karbonun, topraktaki Kalsiyum iyonunun, yaklaşık % 50' sini adsorpladığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Potasyum iyon miktarı 1.109 mg iken, toprağa değişik miktarda granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.502 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Potasyum iyonunun, yaklaşık % 55'inin adsorplandığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Magnezyum iyon miktarı 0.845 mg iken, toprağa değişik miktarda granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 0.471 mg'a kadar düştüğü görülmekte. Buda topraktaki Magnezyum iyonunun, yaklaşık % 44'ünün adsorplandığını, granül aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Sodyum iyon miktarı 0.986 mg iken, toprağa değişik miktarda granül aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki

miktarının 0.573 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Sodyum iyonunun, yaklaşık % 42'sinin adsorplandığını göstermektedir.

4.2. Toz Aktif Karbonla İlgili Deneysel Çalışma

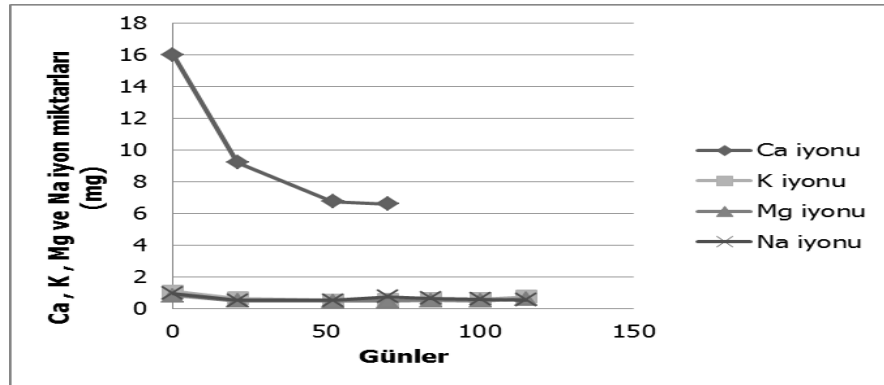
4.2.1. Zaman değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Değişik günlerdeki, bir gram toprakta ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarının mg cinsinden değerleri şöyledir;

Çizelge 4.3. Toz aktif karbon miktarı sabit zamanın değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarları (mg)

Günler	Ca^{+2} (mg)	K^{+} (mg)	Mg^{+2} (mg)	Na^{+} (mg)
0	16.008	1.109	0.845	0.986
21	9.232	0.666	0.524	0.531
52	6.780	0.531	0.484	0.539
70	6.663	0.592	0.485	0.768
84		0.651	0.533	0.684
100		0.620	0.514	0.622
115		0.770	0.636	0.574

Bu değerlere göre ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyon miktarlarının değişik günlere göre grafiği aşağıdadır.



Şekil 4.3. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarlarının toz aktif karbon katıldıktan sonra değişik günlerdeki değişimi

Grafiğe baktığımızda toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Kalsiyum iyon miktarı 16.008 mg iken, toprağa toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktar 6.633 mg'a kadar düşmektedir. Buda topraktaki Kalsiyum iyonunun, yaklaşık % 58' inin adsorplandığını, toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Potasyum iyon miktarı 1.109 mg iken, toprağa toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.531 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Potasyum iyonunun, yaklaşık % 52'sinin adsorplandığını, toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Magnezyum iyon miktarı 0.845 mg iken, toprağa toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.484 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Magnezyum iyonunun, yaklaşık % 43'ünün adsorplandığını, toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Sodyum iyon miktarı 0.986 mg iken, toprağa toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.531 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Sodyum iyonunun, yaklaşık % 46'sının adsorplandığını göstermektedir.

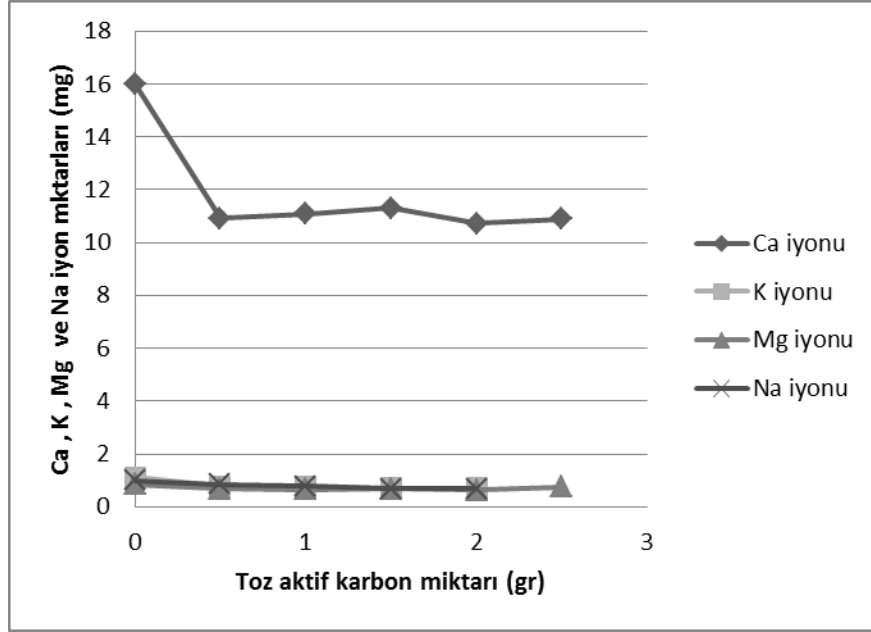
4.2.2. Toz aktif karbon değişkeniyle ilgili deneysel çalışma

Toz aktif karbon değişkenine göre, bir gram toprakta ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyonlarının mg cinsinden değerleri şöyledir;

Çizelge 4.4. Zamanın sabit (43 gün), toz aktif karbon miktarının değişken alındığı çalışmadaki 1 gr toprakta ölçülen Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarları (mg)

Toz aktif karbon miktarı (mg)	Ca^{+2} (mg)	K^{+} (mg)	Mg^{+2} (mg)	Na^{+} (mg)
0	16.008	1.109	0.845	0.986
0.5	10.912	0.782	0.689	0.852
1	11.092	0.740	0.650	0.770
1.5	11.302	0.713	0.680	0.671
2	10.724	0.710	0.637	0.674
2.5	10.897		0.746	
3				

Bu değerlere göre ölçülen Kalsiyum (Ca^{+2}), Potasyum (K^{+}), Magnezyum (Mg^{+2}) ve Sodyum (Na^{+}) iyon miktarlarının, toz aktif karbon değişkenine göre grafiği aşağıdadır.



Şekil 4.4. Bir gram topraktaki Ca^{+2} , K^{+} , Mg^{+2} ve Na^{+} iyon miktarlarının, toz aktif karbon değişkenine göre değişimi

Grafiğe baktığımızda toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Kalsiyum iyon miktarı 16.008 mg iken, toprağa değişik miktarda toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 10.724 mg'a kadar düştüğü görülmektedir. Buda topraktaki Sodyum iyonunun, yaklaşık % 33'ünün adsorplandığını toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Potasyum iyon miktarı 1.109 mg iken, toprağa değişik miktarda toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının 0.710 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Potasyum iyonunun, yaklaşık % 36'sının adsorplandığını, toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Magnezyum iyon miktarı 0.845 mg iken, toprağa değişik miktarda toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarın 0.637 mg'a kadar düştüğü görülmektedir. Buda toz aktif karbonun, topraktaki Magnezyum iyonunun yaklaşık % 25'ini adsorpladığını, toz aktif karbon katılmadan önce bir gram topraktaki Sodyum iyon miktarı 0.986 mg iken, toprağa değişik miktarda toz aktif karbon katıldıktan belli bir süre sonra topraktaki miktarının

0.671 mg'a kadar düştüğünü görüyoruz. Buda topraktaki Sodyum iyonunun, yaklaşık % 32'sinin adsorplandığını göstermektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Şu anda ülkemizde topraktaki tuz giderimi genelde drenaj yöntemiyle yapılmaktadır. Bildiğimiz gibi drenajla tuz gideriminin olumlu yanları kadar olumsuz yanları da bulunmaktadır. Drenaj sistemi yapılırken o anda ekili olan araziler olduğundan, ekine zarar vermektedir. Kayalı arazilerde yapılamaz. Drenaj sistemi yapıldıktan sonra toplanan suyun tahliye kanallarına ulaştırmada sorunlar yaşanmaktadır. Pahalı ve uzun zaman alan bir yöntemdir. Bu yönüyle ekonomiye yük getirmektedir. 2012 yıl sonu itibariyle ilimizdeki harran ovasında drenaj çalışması yapılmakta olup yeterli hızda ilerlenememektedir. Ayrıca drenaj sistemi yararlı minarelleri de topraktan uzaklaştırmaktadır. Drenaj sisteminin tüm bu olumsuzlukları bizi böyle bir araştırmaya itmiştir. Bizim amacımız daha ucuz bir adsorbansla ve daha ucuz bir yöntemle topraktaki tuzluluğu gidermektir. Bu çalışmada da hem toz aktif karbon hem de granül aktif karbon kullanıldı. Amaç hem toz aktif karbonu hem de granül aktif karbonun adsorbans kapasitesini görmek. Bunun için toz aktif karbon ve granül aktif karbonun hem değişik zamandaki hem de değişik konsantrasyondaki etkilerini inceledik. Toz aktif karbonun değişik günlerdeki adsorbans kapasitesinin % 43 ile % 58 arasında değiştiği, toz aktif karbonun değişik konsantrasyondaki adsorbans kapasitesinin % 25 ile % 36 arasında değiştiği incelendi. Granül aktif karbonun ise değişik günlerdeki adsorbans kapasitesinin %27 ile %45 arasında değiştiği, granül aktif karbonun değişik konsantrasyondaki adsorbans kapasitesinin %42 ile %55 arasında değiştiği görüldü. Aktif karbon miktarı sabit ve zaman değişkenindeki çalışmada toz aktif karbonun, granül aktif karbona göre daha fazla bir yüzdelle adsorbe ettiği görüldü. Zaman sabit (43 gün) aktif karbon miktarı değişken olduğu çalışmada ise granül aktif karbonun, toz aktif karbona göre daha fazla bir yüzdelle adsorbe ettiği tespit edildi. Toz aktif karbonun adsorbans hızı granül aktif karbonun adsorbans hızından daha fazla olmasına rağmen, aktif karbon miktarının değişken olduğu çalışmada granülün adsorbans yüzdesinin fazla çıkmasının sebebi, toz aktif karbonun toprakla iyi karışmamasıdır. Çünkü su katıldığında toz aktif karbon hafif olduğundan yüzeyde kalmakta, toprakla iyi karışmamaktadır. Bundan dolayı böyle bir hata çıkmaktadır. Sonuç itibariyle toz

aktif karbon olsun granül aktif karbon olsun topraktaki tuzu çok iyi bir şekilde adsorbe ettiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- AĞCA, M., ve ERGEZER, F., 1995. Harran Ovası Topraklarında Drenaj, Tuzluluk ve Alkalilik Sorunları. Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(3):81-90.
- AHMADPOUR A. and DO, D.D., 1997. The Preparation of Activated Carbon from Macadamia Nutshell by Chemical Activation, Carbon, 35:1723-1732.
- AKALAN, İ., 1988. Toprak Bilgisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 1058s.
- AKBABA, G., 2001. Işıyla Gölgesiyle GAP. Bilim ve Teknik Dergisi, 401:46-55.
- AKİKOL, İ., 2005. Farklı aktivasyon yöntemleriyle geliştirilen aktif karbonlar ile sudan Ağır metal giderimi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- AKYILDIZ, H., H₃PO₄, 2007. Aktivasyonu ile zeytin çekirdeğinden aktif karbon üretimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ANONİM, 2009. [http:// www.turkchemonline.com/index.php / nihai – urun / 164- Aktif karbon.](http://www.turkchemonline.com/index.php/nihai-urun/164-Aktif-karbon)
- AYBERK, S., 2002. Toprak Ekosistemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Bozulma.
- AYSU, A., 2005. Su ve Tarım, içinde: IV. GAP ve Sanayi Kongresi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, Ankara, s.135-141.
- BAHTİYAR, M., 1999. Giriş, içinde: Toprak Tuzlulaşması, Tema Vakfi Yayını, İstanbul, s.1-5.
- BANSAL, R.C., GOYAL, M., 2005. Activated carbon adsorption, CRC Press Taylor & Francis Group, USA.
- ÇEPEL, N., 1985. Toprak Fiziği İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını No:374, İstanbul.
- ÇEVİK, B., 1999. Tuzlulaşma Riski Altındaki Topraklarda Sulama, içinde: Toprak Tuzlulaşması, Tema Vakfi Yayını, İstanbul, s.48-56.
- ÇULLU, M.A., 1999. GAP'ta Tuzlulaşma ve Harran Ovası'nın Durumu, içinde:Toprak Tuzlulaşması, Tema Vakfi Yayını, İstanbul, s.56-64.
- DİNÇ, U., 1999. Sulu Tarım Alanlarında Tuzlulaşma ve Alkalileşme, içinde: Toprak Tuzlulaşması. Tema Vakfi Yayını, İstanbul, s.8-14.
- DİNÇ, U. ve ŞENOL, S., 1997. Toprak Etüd ve Haritalama, Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. No:161 Adana.
- GÜNDÜZOĞLU, G., 2008. Şeker pancarı küspesinden aktif karbon üretimi ve karakterizasyonu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Temel İşlemler ve Termodinamik Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- GOMEZ - SERRANO, PASTOR- VILLEGAS V. J. and PEREZ- FLORİNDI, A. 1996. Calahorro, FT-IR study of rockrose and of char and activated carbon, J. Analytical and App. Pyrolysis, 36:71-80.
- HASSLER, J.W., 1963. Activated Carbon, Chemical Publishing Company, New York, 171p.
- HAYASHİ, J. HORİKAWA, T. MUROYAMA K. and GOMES, V.G., 2002. Activated carbon from chickpea husk by chemical activation with K₂CO₃: preparation and characterization, Microporous and Mesoporous Materials, s.63-58.

- HAYASKI, J., HORIKAWA, T., TAKEDA, I., MUROYAMA, K. and ANİ, N.F., 2002. Preparing Activated carbon from various nutshells by chemical activation with K₂CO₃, Carbon, 40:2381-2386.
- KIRNAK, H., 2005. Harran Ovası'nda Sulama Sorunları ve Çözüm Önerileri, GAP IV. Tarım Kongresi, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayını, Şanlıurfa, 2:1216-1218.
- KÜÇÜKGÜL, E.Y., 2004. Ticari aktif karbon üretimi ve özelliklerinin belirlenmesi DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi.
- LUA A.C. and GUO, J., 2001. Preparation and characterization of activated carbons from oil-palm stones for gas-phase adsorption, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 179:151-162.
- MARSH, H., and RODRİGUEZ-REINOSO, F., 2006. Activated Carbon, Elsevier Science & Technology Books.
- UZUN, I., 2008. Kavak ağacı artıklarından aktif karbon üretimi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Temel İşlemler ve Termodinamik Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- ÖZÇİMEN, D., 2007. Çeşitli bitkisel atıkların karbonizasyon yoluyla değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- ÖZER, A., 1998. Modernleşme ve Güneydoğu. İmge Kitabevi, Ankara.
- PATRICK, J.W., 1995. Porosity in Carbons. Edward Arnold, London.
- REINOSO F.R. and SABİO, M.M., 1992. Activated Carbons from Lignocellulosic Materials by Chemical and/or Physical Activation: an Overview, Carbon, 30:1111-1992.
- RYCROFT D.W. and HALCROW-DOLSAR RWC, JV., 1994. Teknik Tartışma Raporu, 11:1-14.
- SARICI, Ç., 2001. Bazı Türk Linyitlerinden Aktif Karbon Hazırlanabilirliğinin İncelenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya.
- SOMERSAN, S., 1993. Türkiye'de Çevre ve Siyaset, Metis Yayınları, İstanbul.
- ŞEKER, A.F., 2007. Tekstil endüstrisinde kullanılan çeşitli boyarmaddelerin aktif karbon ile gideriminin incelenmesi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Gebze.
- TENG H. and YEH, T.S., 1998. Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coals with Zinc Chloride Activation, Ind. Eng. Chem. Res., 37:58-65.
- VAROL, E., 2007. Farklı biyokütlelere değişik ısıl işlemler uygulanması ve elde edilen ürünün özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eskişehir.
- YALÇIN N. and SEVİNÇ, V., 2000. Studies of the surface area and porosity of activated carbons prepared from rice husk, Carbon, 38:1943-1945.
- YANG, T.Y., 2003. Adsorbent: Fundamentals and Applications, A. Jhon Wilwy & Sons Inc Publications, New Jersey.
- YENMEZ, N., 2003. Güneydoğu Anadolu Projesi'nde Fırat Bölümü'nün Ziraat Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

1977 Yılında Şanlıurfa da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Şanlıurfa da tamamladım. 1997 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü kazandım.2002 yılında lisans öğrenimimi tamamladım. 2006 yılında Dicle Üniversitesinde Tezsiz Yüksek Lisansa başladım. 2007 yılında mezun oldum. Şu anda Milli Eğitim Bakanlığında öğretmen olarak görev yapmaktayım.

ÖZET

Bu çalışmada amacımız daha ucuz bir adsorbanla ve daha ucuz bir yöntemle topraktaki tuzluluğu gidermektir. Çalışma da hem toz aktif karbon hem de granül aktif karbon kullanıldı. Amaç hem toz aktif karbonun hem de granül aktif karbonun adsorpsiyon gücünü görmek. Bunun için toz aktif karbon ve granül aktif karbonun hem değişik zaman hem de değişik konsantrasyondaki etkilerini inceledik.

Toz aktif karbonun değişik günlerdeki adsorpsiyon kapasitesinin % 43 ile % 58 arasında değiştiği, değişik konsantrasyondaki adsorpsiyon kapasitesinin ise % 25 ile % 36 arasında değiştiği incelendi. Granül aktif karbonun değişik günlerdeki adsorpsiyon kapasitesinin %27 ile %45 arasında değiştiği, değişik konsantrasyondaki adsorpsiyon kapasitesinin ise %42 ile %55 arasında değiştiği görüldü. Aktif karbon miktarı (1 gr) sabit ve zaman değişkenindeki çalışmada toz aktif karbonun, granül aktif karbona göre daha fazla bir yüzdelle adsorbe ettiği görüldü. Zaman sabit (43 gün) aktif karbon miktarının değişken olduğu çalışmada ise granül aktif karbonun, toz aktif karbona göre daha fazla bir yüzdelle adsorbe ettiği görüldü. Normalde toz aktif karbonun adsorplama hızı daha fazladır; ama toz aktif karbon miktarının değişken olduğu çalışmada toz aktif karbon miktarı arttıkça toprağın yüzeyinde biriken, yanı toprakla iyi karışmayan toz aktif karbon miktarı artmaktadır. Granül aktif karbon, toz aktif karbona göre toprakla daha iyi karışmaktadır. Bu nedenle aktif karbonun değişken olduğu çalışmada toz aktif karbonun adsorplama kapasitesi granül aktif karbonun adsorplama kapasitesinden daha düşük çıkmıştır.

Sonuç itibariyle toz aktif karbon olsun granül aktif karbon olsun her ikisinin de topraktaki tuzu çok iyi bir şekilde adsorbe ettiği tespit edildi.

SUMMARY

In this study we adsorbent with a cheaper and cheaper way to resolve the salinity of the soil. In the study in both powder and granular activated carbon used is active carbon. The aim granular activated carbon and powdered activated carbon adsorption and see the power. To do this, powdered activated carbon and granular activated carbon and investigated the effects of different time and in different concentrations.

Powdered activated carbon adsorption capacity of the different days varied from 58% to 43%, the adsorption capacity of different concentrations were varied from 36% to 25%. Granular activated carbon adsorption capacity of the different days varied between 27% and 45%, the adsorption capacity of different concentrations were varied from 55% to 42%. The amount of active carbon (1 g), fixed and variable time study, powdered activated carbon, based granular activated carbon was found to have adsorbed by more than a percentage. A fixed time (43 days) with a variable amount of the active carbon is granular activated carbon paper, adsorbed on powdered activated carbon was found to have than a percentage. Normally, powdered activated carbon adsorption rate is higher, but the amount of powdered activated carbon in the study variables as the amount of powdered activated carbon deposited on the surface of the soil, as well as increasing the amount of powdered activated carbon not involved in good soil. Granular activated carbon, activated carbon powder by a better mix with the soil. For this reason, study, powder activated carbon adsorption capacity of the activated carbon is variable, granular activated carbon adsorption capacity was lower.

As a result, it was proved that both granule activated carbon and powdered activated carbon adsorbe the salt in the soil well.