

104295

T.C  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL ATIKSULARIN  $\text{CaCO}_3$ 'Lİ BİLEŞİKLERLE TEK  
KADEMELİ ÇÖZME HELEZONUNDA ARITILMASI

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. Asude ATEŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 06 / 06 / 2000 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

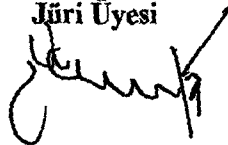
Prof. Burhan SÜMER

Jüri Başkanı



Prof. Dr. Mirali ALOSMAN

Jüri Üyesi



Yrd.Doc.Dr.Nevin YALCIN

Jüri Üyesi



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince her türlü yardım ve fedakarlığı hiç düşünmeden sağlayan, bilgi ve tecrübeleri ile ışık tutan, çalışmamın yöneticisi kıymetli hocam Sayın Prof. Burhan SÜMER' e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalar sırasında desteklerini esirgemeyen, değerli fikirleri , bitmek bilmeyen bilim aşkı ve yardımseverliği ile her zaman yanımda olan kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Mirali Alosman SEYFETTİNOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca verdikleri destek ve gösterdikleri hoşgöründen dolayı Doç. Dr. Recep İLERİ hocama ve Yrd. Doç. Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU hocama saygılarımı sunarım.

Çevre Mühendisliği Bölümü elemanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Ömür boyunca yanımda olan , iyi ve kötü zamanlarımda destek veren ve beni özveriyle büyütüp bugünlere getiren aileme şükranlarımı sunmayı borç biliyorum

Saygılarımla,  
Asude ATEŞ

## İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	X
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ÖZET.....	XIII
SUMMARY.....	XIV
BÖLÜM 1 GİRİŞ:.....	1
BÖLÜM 2 :EVSEL ATIKSULARIN KARAKTERİZASYONU VE ARITIM YÖNTEMLERİ:.....	2
2.1 Giriş.....	2
2.2 Evsel Atıksuların Bileşimi.....	3
2.3 Geleneksel Evsel Atıksu Arıtma Sistemleri.....	7
2.3.1 Biyolojik Arıtma.....	8
2.3.1.1 Aktif Çamur Sistemi:.....	8
2.3.1.2 Damlatmalı Filtreler: .....	11
2.3.1.3 Biyodiskler:.....	12
2.3.2 Kimyasal Arıtım:.....	13
2.3.2.1 Nötralizasyon:.....	14
2.3.2.2 Dezenfeksiyon:.....	15
2.3.2.3 Koagülasyon:.....	16
2.3.2.4 Flokülasyon .....	17
2.4 Arıtmadaki Verimlilik:.....	18

<b>BÖLÜM 3 NÖTRALİZASYON MADDELERİNİN TANITIMI VE KARAKTERİZASYONU.....</b>	<b>19</b>
3.1 Kirecin Özellikleri:.....	19
3.2 Kirecin Çevre Kirliliğinin Giderilmesindeki Genel Rolü: .....	20
3.2.1 Kirecin Sıvı Ortamların Rehabilitasyonunda Kullanımı:.....	22
3.2.2 Kirecin Gaz Ortamların Rehabilitasyonunda Kullanımı:.....	25
3.2.3 Kirecin Katı Ortamların Rehabilitasyonunda Kullanımı:.....	26
3.3 Kullanılacak Tüm Nötralizasyon Maddelerinin Kimyasal Terkibi...	27
<b>BÖLÜM 4 HELEZON VE GENEL ADI OLAN KONVEYÖRLER HAKKINDA BİLGİ.....</b>	<b>33</b>
4.1 Konveyörler:.....	33
4.2 Helezon .....	39
4.3. Kurulan Helezon Düzenine Ait Çizimler .....	41
<b>BÖLÜM 5 DENEYİN YAPILIŞI VE İZLENEN YOLLAR.....</b>	<b>45</b>
5.1 Malzeme Alet Ve Metod:.....	45
5.2 Laboratuar Deneylerinin Yapılışı:.....	46
5.3 Helezon Sisteminin Parçaları:.....	47
5.4 Helezon Sistemiyle Deneylerin Yapılışı:.....	48
<b>BÖLÜM 6 DENEYLERLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR:.....</b>	<b>49</b>
6.1 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı pH Değişimleri.....	49
6.2 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı KOİ Değerleri.....	53
6.3 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı KOİ Verimi.....	57

<b>BÖLÜM 7 TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>	<b>63</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>65</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>67</b>



## SİMGELER LİSTESİ

CaO	Kalsiyumoksit
Ca(OH) <sub>2</sub>	Kalsiyum Hidroksit
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyumkarbonat
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyumklorür
CaSO <sub>4</sub>	Kalsiyumsülfat
MgO	Magnezyumoksit
SiO <sub>2</sub>	Silisyumoksit
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
Pb	Kurşun
Fe	Demir
Mn	Mangan
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Cl	Klor
K <sub>2</sub> O	Potasyumoksit
Al(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Alüminyum Sülfat
FeCl	Demir Klorür
Ph	Asitlik Derecesi
rpm	Karıştırma Hızı
ppm	Konsantrasyon mg/lt
°C	Sıcaklık
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ <sub>5</sub>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
TOK	Toplam Organik Karbon
PVC	Polivinil Klorür
C	Kapasite m <sup>3</sup> / dak
L	Uzunluk, m
W	Maddenin Yoğunluğu kgr/m <sup>3</sup>

F	Tablodan Kolon Başına Alınacak Faktör
Q	Debi
D	Helezon Çapı
h	Hatve (m)
n	Devir Sayısı ( devir / dak )
k	Eğim Faktörü
h/D	0,5 – 1,0 Arasında Alınır
V	Hız
$\gamma$	Yoğunluk ( ton / m <sup>3</sup> )
$\varepsilon$	Doldurma Derecesi ( % )

**Kısaltmalar:**

m	Metre
dk.	Dakika
mg	Milligram
s	Saniye
gr	Gram
m <sup>3</sup>	Hacim Birimi
m <sup>2</sup>	Alan Birimi
vb.	Ve Benzeri
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Tasfiye Alternatifleri.....	7
Şekil 4.1 Helezon Gövdesinin Teknik Resmi.....	41
Şekil 4.2. Çözme Helezonunun Komple Resmi.....	42
Şekil 4.3.Çift Hatveli Helezon Milinin Teknik Resmi.....	43
Şekil 4.4 Tek Kademeli Çözme Helezonunun ve Deney Setinin Şematik Görünümü.....	44
Şekil 6.1 Atıksuya İlave Edilen Kireç Miktarına Göre pH Değişimi.....	51
Şekil 6.2 Atıksuya İlave Edilen İstiridye Kabuğu Miktarına Göre pH Değişimi.....	52
Şekil 6.3 Atıksuya İlave Edilen Kireç Miktarına Göre KOİ Değişimi.....	55
Şekil 6.4 Atıksuya İlave Edilen İstiridye Kabuğu Miktarına Göre KOİ Değişimi.....	56
Şekil 6.5 Atıksuya İlave Edilen Kireç Miktarına Göre KOİ Verimi.....	59
Şekil 6.6 Atıksuya İlave Edilen İstiridye Kabuğu Miktarına Göre KOİ Verimi.....	60
Şekil 6.7 Eklenen Maddelere Göre Verimlerinin Karşılaştırılması.....	61
Şekil 6.8 Verimlerin Karşılaştırılmasının Grafik Olarak Sunumu.....	62



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Tipik Evsel Pis Su Karakteri.....	6
Tablo 2.2: Aktif Çamur Sistemlerinde BOİ Uzaklaştırma Verimleri.....	18
Tablo 3.1: Kirecin Özellikleri.....	19
Tablo 3.2 : Dolomitin Kimyasal Terkibi.....	28
Tablo 3.3 : İstiridye Kabuğunun Kimyasal Terkibi.....	29
Tablo 3.4: Taş Ocağındaki Kireç Tozunun Kimyasal Terkibi:.....	30
Tablo 3.5 : Tebeşir Tozunun Kimyasal Terkibi:.....	30
Tablo 3.6 : Serpentin ( Yılan taşı) Nın Kimyasal Terkibi:.....	31
Tablo 3.7 :Kirecin Kimyasal Terkibi( Seytömer Analizi).....	32
Tablo 4.1 : F'e Göre Madde Sınıflandırması.....	36
Tablo 4.2 : Vidalı Konveyörlerin Kullanım Alanları.....	38
Tablo 6.1 : Kireç İle Yapılan Analizlerin pH Değerleri.....	49
Tablo 6.2 : İstiridye Kabuğu İle Yapılan Analizlerin pH Değerleri.....	50
Tablo 6.3 : Kireç İle Yapılan Analizlerin KOİ Değerleri.....	53
Tablo 6.4 : İstiridye Kabuğu İle Yapılan Analizlerin KOİ Değerleri.....	54
Tablo 6.5 :Kireç İle Yapılan Analizlerden Elde Edilen KOİ Verimler.....	57
Tablo 6.6 : İstiridye Kabuğu İle Yapılan Analizlerden Elde Edilen KOİ Verimler...58	

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Evsel atıksu, helezon sistemi,  $\text{CaCO}_3$  'lı bileşikler

Gelişen nüfus artışı ile birlikte evsel atıksu kontrolü gittikçe önem kazanmaktadır. Bugüne kadar kullanılan arıtım metodları yeterli verimliliği sağlamadığı ve pekçok sorun içerdiğinden yeni bir metoda yönelmek istenmiştir.

Evsel atıksuyun arıtılmasındaki bu yeni yaklaşım öncelikle makine bazında olmuştur. Makinadan kasıt helezonlu taşıma sistemidir. Bir diğer yenilik ise kullanılan nötralizasyon maddesi açısındandır. Çalışmamızda  $\text{CaCO}_3$  'lı bileşiklerden kireç öncelikli olmak üzere istiridye kabuğu, dolomit, perlit, zeolit, serpentin, kireç taşı atığı gibi doğal malzemeler kullanılmıştır.

Belli bir zamanda sürekli ve ters akımla karşılaştırılan atıksu ve nötralizasyon maddesi helezondan geçirilir ve çıkış suyundan alınan ölçümler ile istenilen verime ulaşip ulaşmadığı saptanır. Gerekli verim sağlanmış ise atıksu ortamı terk eder. Sağlamamış ise geri döngü ile geri gönderilir.

Atık çamur ise kullanılan doğal maddeler nedeni ile zenginleştiğinden pekçok yerde kullanım alanı bulur. Amaç sürekli ve atıksız teknolojiye ulaşmaktır.

## **SUMMARY**

### **CLEANING DOMESTIC WASTEWATER WITH HELECOID SYSTEM BY USING NATURAL $\text{CaCO}_3$ COMPOUNDS**

**Key Words:** Domestic Wastewater, Helecoid system, Compounds with  $\text{CaCO}_3$

With a great development of the population wastewater control became more important for human life. And classic methods of treatment systems can't be sufficed about technology and have many problems in management.

So we tried to built a new system that have some reforms in it. The reforms are about machine and neutralization substances. The machine is the helecoid transportation system. Other reform is about neutralization materials like natural  $\text{CaCO}_3$  compounds like limestone, oyster shell, dolomit, perlit, serpentinit....

In a definite time domestic wastewater and compounds be confronted continuous and opposite current in the helecoid, and take some samples from the control point. If its have a productive result; we take clean water from surrounding. But if it is not yet, we sent it back for recoming.

Waste mud became more rich with the natural compounds so we can be used it every place we need. As a result we aim continuous and no waste control technology.

## BÖLÜM 1 GİRİŞ

Günümüzde hızlı nüfus artışı, yaşam standartının yükselmesi, tüketimin artmasıyla evsel kaynaklı çevre kirlenmesi problemi giderek artmaktadır.

Bunun önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınmaması halinde kirlenmeye maruz kalan su kaynakları risk altındadır. Bu nedenle atıksuyun, alıcı ortama deşarjından önce kirletici parametrelerinin, deşarj edildikleri alıcı ortamların kullanım özelliklerini yitirtmeyecek derecede arıtılmaları gerekmektedir.

Şimdiye kadar evsel atıksuların arıtılmasında bilinen ve daha çok biyolojik ağırlıklı arıtma seçenekleri tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı evsel atıksuların arıtımı için uygulanabilecek mevcut teknolojilerin incelenerek uygulanmamış fiziko-kimyasal bir metod olan helezon sistemini gözlerönüne sermektir.

Bu amaçla yeni sistemin düzeneği kurulmuş, nötralizasyon maddesi olarak ana yapıda kireç ; fakat bununla birlikte çalışmanın bir diğer amacı olan atıksız teknolojiye yaklaşmak için dolomit, ıstridye kabuğu, şeker fabrikası atık kireci, taş ocaklarından çıkan atık kırıntı kireçtaşı gibi maddeler kullanılmıştır. Bunun nedeni çıkacak çamurun niteliğini arttırarak kullanım sahası yaratmaktır. Tüm malzemelerle yapılan deneylerin ışığında seçtiğimiz yöntemin arıtılabilirlik sonuçları ve diğer sistemlere göre avantajları tespit edilmiştir.

## **BÖLÜM 2 EVSEL ATIKSULARIN KARAKTERİZASYONU VE ARITIM YÖNTEMLERİ**

### **2.1. Giriş**

Her ülkede, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, gelişme için ayrılan para sınırlı olduğu halde, bu paraya ihtiyaç duyan pek çok yatırım dalları vardır ve adeta birbirleriyle yarış halindedir. Halk sağlığı yönünden ve diğer pek çok yönden oldukça önem taşıyan pis su tasfiyesine, yatırım bakımından genelde nadiren öncelik verilir. Ayrıca iklim şartları, mekanikleşme imkanları, yetişmiş bilgili personel bulma imkanları ve ya suyun nihai boşaltma mahalli ( arazi veya su kaynağı) gibi bölgesel şartlar tasfiye metodunun seçiminde gözönünde bulundurulmalıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki pis su tasfiyesiyle ilgili kişilerin bu problemlerle karşılaşması kadar olağan birşey olamaz. Bugüne kadar, pis su tasfiyesi konusunda, daima klasik ( konvansiyonel ) ve karmaşık metotlar tercih edilmiştir. Ancak, tasfiyeyi basitleştirici ve maliyeti düşürücü yeni ve basit metotların uygulanması daha akıllıca olacaktır [1] .

Konvansiyonel ve karmaşık metotlara daha çok yönelik olma ; kısmen kişinin değişikliklere karşı olan doğasal tepkisinden, kısmen oldukça iyi ve güvenilir tasfiye kabiliyetine sahip oksidleme havuzu ,oksidasyon hendeği ve havalandırılmalı havuzlar gibi basit yöntemlerin tasfiye kabiliyetini anlamamaktan ve tabiki bu konularla ilgili yeterli bilgi ve dökümantasyon olmayışından kaynaklanmaktadır.Son yıllarda basit ve ucuz tasfiyenin, kötü kalitede tasfiye anlamına gelmediği daha da iyi anlaşılmıştır. Ayrıca yine aynı dönemde tasfiyedeki karmaşıklıkların ortadan kaldırılarak, tasfiye kalitesi düşürülmeden, daha ucuz tasfiye metodları geliştirilmiştir. Eskiden herhangi bir şehre pis su tasfiyesi inşa edileceğinde akla aktif çamur veya damlatmalı filtre gibi konvansiyonel metodlar gelirken artık öncelikle uygulanabilirlik açısından yeni ve ekonomik yöntemler tercih edilmektedir.

## 2.2 Evsel Atıksuların Bileşimi

Lağım birçok şekilde bulunan organik ve mineral maddeleri içine alan sulu bir çözeltilerdir. İçinde ufak veya iri taneli yüzen süspansiyon maddeler, Zahirî veya hakiki koloidal maddeler, hakiki çözeltiler bulunur [1].

Evlerden gelen sular özellikle banyodan gelen sular ( sabun atıkları ), mutfaktan gelen sular ( yiyecek maddeleri ), ve tuvaletten gelen sular ( üre,pislik,kağıt )dan ibarettir. Aynı zamanda bakteriler, virüsler, protozoalar bulunur. Yağmurlu havalarda cadde ve damların yıkanması toplam hacme önemli katkıda bulunur. Bu yıkama sularının miktarı yalnız yağmurun şiddetine bağlı olmayıp kanalizasyon sistemine de bağlıdır [2].

Lağım görünüşü karakteri ve bileşimi ticari atıkların varlığı ile çok değişir. Lağımın içindeki su miktarı % 99.9 dan fazla olabilir. Halbuki toplam kuru madde %0.1 veya daha azdır. Çöktürülmüş lağımda 250-400 ppm organik karbon 80-120 ppm toplam azot vardır. Lağımdaki azot kısmen organik kaynaklı kısmen amonyak azotu halinde mevcuttur. Lağımlar göze çarpar miktarda sentetik deterjan ihtiva eder. İdrarın % 1' i sodyum klorür, % 2.5'i üredir. Lağımdaki sodyum klorür idrardan, sudan ve ticari atıktaki tuzlardan ileri gelir. Lağımın kalsiyum sülfat, sodyum sülfat, sodyum ve kalsiyum bikarbonat, sodyum fosfat gibi tuzları esas olarak sudan gelir. Fakat birçok tuzların kaynağı şüphesiz ki lağımdaki ticari atıklardır. Katkı maddesi olarak fosfat kullanan deterjanların yayılması neticesinde lağımdaki fosfat miktarı artar.

Kullanma sularında az miktarda çinko, bakır, krom,mangan,nikel ve kurşun vardır. Pislik ve ev atıkları yağ, sabun, protein ve karbonhidratlarla bunların bozunma ürünleri olan organik maddeleri hakiki, koloidal çözelti ve süspansiyon maddeleri halinde lağıma verirler. Lağımın bileşimi ve kirlilik derecesi ülkeden ülkeye şehirden şehire halkın adetleriyle diyeteye göre ve mevcut ticari atıkların bileşimi ile su sarfiyatıyla önemli derecede değişir. Çiftlik drenajı ve lağımdaki mevcut bakteriler çok fazladır.

Bakteriler her yerde toprak yüzeyinde ve tabii kirlenmemiş suda bulunur. Fakat kolayca bozulan organik maddeyi havi lağım , bakterilerinin gelişmesi için fevkalade uygun bir ortamdır. Birçok lağım bakterisi zararsız olup yalnız organik maddelerle beslenen saprofitik bakteri sınıfına aittir. Birkaçı patojenik bakteri sınıfına aittir ve tehlikelidir. Bundan dolayı halk sağlığı yönünden çok önem taşır. En önemli patojenik bakteriler tifo, paratifo, mide ve bağırsak iltihabı yapan basilli dizanteri ve koleraya sebep olan bakterilerdir. Normal tasfiye ile bütün hastalık yapan organizmalar bertaraf edilemez, dolayısıyla hastalık yapan organizmaların nehire akıtılması önlenemez. Hastanelerden ve veremli hastaların bulunduğu sanatoryumlardan gelen lağımda tüberküloz basilli bulunur.

Tam emniyet için klorlanması gerekir. İyi bir tesadüf ki patojenik bakteriler suda az yaşarlar ve aksi tesirlere karşı dayanıklılıkları azdır. Normal su bakterileri veya bağırsak bakterileri daha kolay parçalanırlar. Bu sebepten kolayca sayılan ve tetkik edilen koliform grubu organizmaları bulunmadığı zaman patojenik organizmalar olmamalıdır: Nehir sularında ve lağımda en fazla bulunan bakteri koliform grubuna aittir. Zararsızdırlar. Suyun bakteriyolojik yönden emniyetli olup olmadığını anlamak için yapılan organizma deneyinde kullanılırlar. Beyazımsı grimsi mavi demetler halinde nehir yatağındaki taşlara yapışan lağım mantarı denen mantarlar nehre deşarj edilen ev, süthane ve diğer ticari atıklarla fazla büyür. Bu mantarlar karbon hidrat ihtiva eden tekstil, kağıt, şeker, içki, süt fabrikaları atıkları içindeki organik madde ile organik veya anorganik azotla, az çözünmüş oksijenle pH 6-9 arasında ve az yüksek sıcaklıkta en iyi şekilde çoğalır. Bununla beraber 6 C<sup>0</sup> gibi düşük bir sıcaklıktada gelişebilirler nehirin aşağı kısımlarına taşınırlar. Balık ağlarını kirletir, soğutma bölümlerini örttükleri için bu suyu kullanan balıkçılar için problem olurlar Buna ilave olarak öldükleri zaman hidrojen sülfür neşrederek anaerobik bozunmaya uğradıklarından ayrı bir sıkıntı verirler [1].

Pis su ızgaradan geçirilir, daha sonra pis su içerisindeki kum, çakıl gibi maddeler uzaklaştırılır, çökeltme yapılır, çökelen çamur anaerobik olarak tasfiye edilir, çamur daha sonra kurutulur. Primer tasfiye ile sadece yüzen ve çökebilir katılar

uzaklaştırılabilir. Bu safhada BOİ'nin sadece % 30 – 35'i artırılabilir. Ancak daha fazla BOİ uzaklaştırılması istenirse genellikle sekonder tasfiye, nehir kirlenmesi kontrolü standartlarına cevap verebilir. Bazı olağanüstü hallerde ve pis suların tekrar kullanılması arzu edildiğinde, tersiyer tasfiye gerekir

Havanın havalandırma tankına geri gönderilen çamurun ve ham pis suyun havalandırma tankı boyunca dağıtılma şekline göre, aktif çamur prosesi değişik olarak isimlendirilir. 1- Azalan havalandırılmalı aktif çamur 2- Kademeli havalandırılmalı aktif çamur 3- Temas ( contact ) stabilizasyonu 4- Tam karışmalı aktif çamur

Bütün bunların dışında, uzun havalandırılmalı proses diye adlandırılan ve aktif çamurun diğer bir tipi olan tasfiye metodu, son bir kaç yılda oldukça popüler hale gelmiştir. Uzun havalandırılmalı proses Avrupa'da Pasveer tipi oksidasyon hendeklerinde kullanılmakta ve yine ABD' de küçük tesislerde "paket tesis" olarak tatbik edilmektedir. Bu prosesin inşası ve işletilmesi aktif çamurdan daha kolaydır; zira bu proseste, ilk çökeltme tankına ve ayrı bir anaerobik çamur tasfiyesine gerek yoktur. Buna karşılık uzun süre tatbik etmek gerekir, zaten adında buradan alır.

En basit sistem ise oksidasyon havuzlarıdır. Bu metod da pis su sığ bir havuzda sıcaklık ve havuzda yetişen alglerin faaliyetine bağımlı olarak uzun süre bekletilir. Oksijen algler tarafından sağlanır.

Mekanik havalandırılmalı havuzlar inşasındaki kolaylık ve işletilmesindeki basitlik bakımından aktif çamur ile oksidasyon havuzunun arasında kalır.

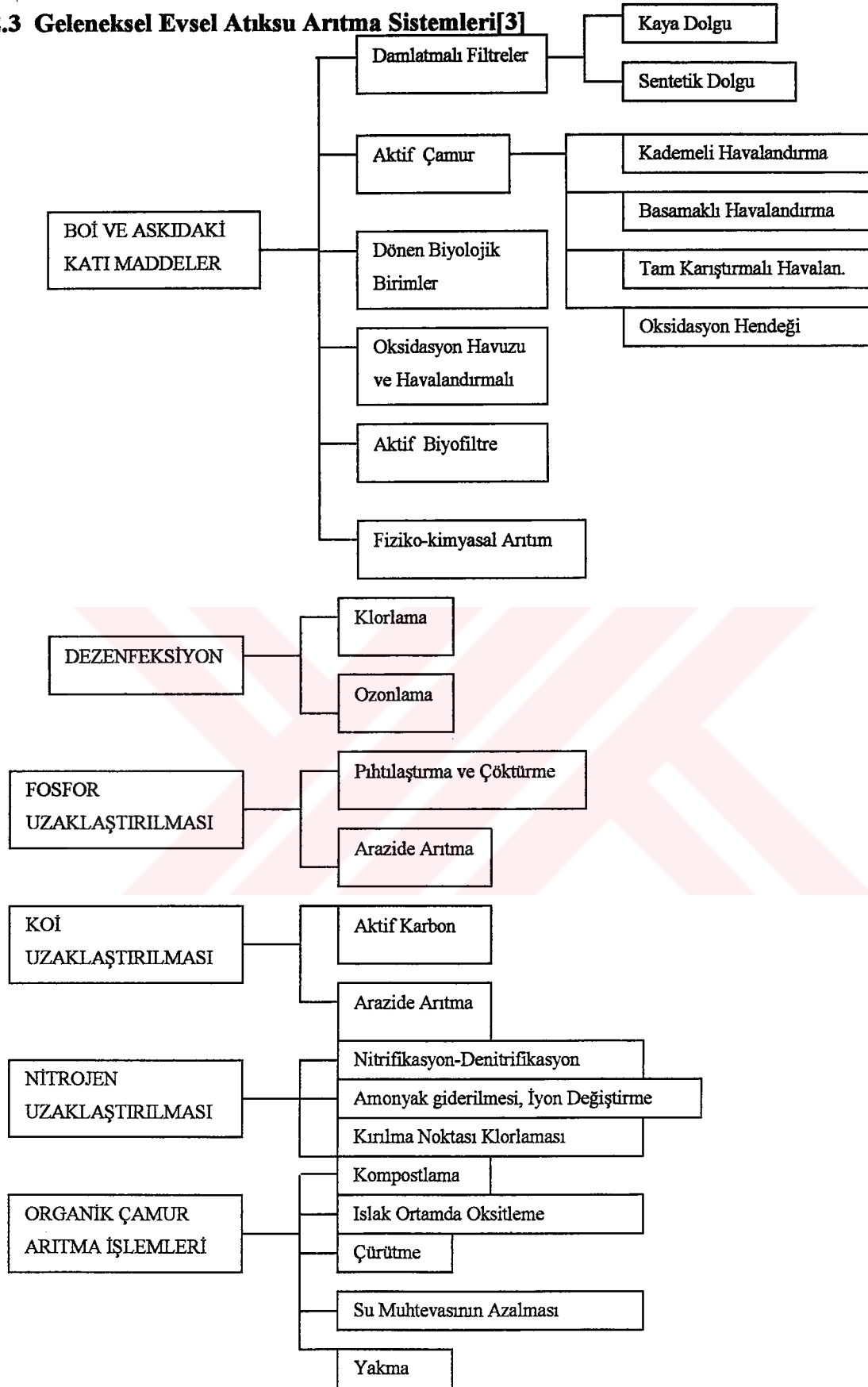


Tablo 2.1: Tipik Evsel pis su karakteri[2]

DEĞİŞKENLER	ÇOK YÜKLÜ(mg/lt)	ORTA YÜKLÜ(mg/lt)	SEYRELTİK (mg/lt)
Toplam Katı Madde	1200	700	350
Toplam Çözünmüş Katı Madde	850	500	250
Toplam Sabit Katı Madde	525	300	145
Toplam Uçucu Katı Madde	325	200	105
Toplam Askıdaki Katı Madde	350	200	100
Toplam Sabit Askıdaki Katı Madde	75	50	30
Toplam Uçucu Askıdaki Katı Mad.	275	150	70
T.Çökebilin Katı Madde(ml/lt)	20	10	5
BOİ <sub>5</sub>	300	200	100
TOK	300	200	100
KOİ	1000	500	250
Toplam Azot	85	40	20
Organik Azot	35	15	8
Serbest Amonyak	50	25	12
Nitrit	0	0	0
Nitrat	0	0	0
Toplam Fosfor	20	10	6
Organik Fosfor	5	3	2
İnorganik Fosfor	15	7	4
Klorür*	100	50	30
Alkalinite*( CaCO <sub>3</sub> olarak)	200	100	50
Yağ ve Gres	150	100	50

- Kullanma suyundaki miktarın artmasıyla bu değerler yükselecektir.

### 2.3 Geleneksel Evsel Atıksu Arıtma Sistemleri[3]



Şekil 2.1 Tasfiye Alternatifleri

### **2.3.1. Biyolojik arıtma**

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan en klasik ve eski metod biyolojik arıtma sistemleridir. Adından da anlaşılacağı gibi tüm sistem biyolojik canlılara bağlı olduğundan işletilmesi ve oluşacak problemler sonucunda yapılması gereken düzeltmelerin uzun zaman alması nedeniyle pek çok dezavantajı olmasına rağmen yine de en çok görülen sistemdir.

#### **2.3.1.1 Aktif çamur sistemi**

Bu metod ilk defa, Arden ve Lockett'in çalışmaları sonunda 1913-1914 yıllarında Manchester'de keşfedilmiştir [4]. Metod çökeltmiş atıksuların havalandırılması esasına dayanır. Aktif çamur sistemi aerobik biyolojik aktif ürünlerin (mikroorganizma) atıksu ile havalandırılarak karıştırıldığı ve oluşan flokların ayrı bir yerde çökeltildiği sürekli bir sistemdir. Bu sistemde üretilen biyolojik çamurun bir kısmı aşı çamuru olarak geri dönüştürülüp sürekli gelen atıksu ile karıştırılır. Aktif çamur sisteminde mikroorganizmalar atıksudaki organik maddeleri çözümleyip oksidasyon-sentez işlemi ile organik maddeleri CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> gibi son ürünlere dönüştürmektedir.

Sistemde istenilen verim bekletme süresinin ve aktif flokların konsantrasyonunun kontrol altında tutulması ile sağlanır. Sistemde havalandırma, basınçlı havalandırma (difüzer) veya yüzeysel karıştırıcılar ile sağlanmaktadır. Konvansiyonel aktif çamur sisteminde akım modeli piston akış şeklindedir.

#### **Aktif çamur modifikasyonları**

##### **Tam karışımli aktif çamur**

Tam karışımli aktif çamur sisteminde giriş suyu ve geri dönüş çamuru havalandırma tankına eşit aralıklarla yerleştirilmiş noktalardan verilir. Bundan dolayı havalandırma

tankı dengeleme tankı işlevi görüp organik yüklemeyi üniform olarak dağıtmakta ve oksijen kullanma hızı zamanla değişim göstermemektedir [5].

### **Kademeli havalandırma**

Kademeli havalandırmada amaç mikroorganizmaların ihtiyacı kadar oksijeni sağlamaktır. Bu sistemin konvansiyonel aktif çamur sisteminden farkı tank girişinde mikroorganizmaların oksijen ihtiyaçlarının fazla olmasından dolayı oksijenin daha fazla verilmesi (basınçlı hava difüzörlerinin daha sık yerleştirilmesi) ve tank çıkışına doğru oksijen miktarının kademeli olarak azaltılmasıdır.

### **Kademeli besleme**

Kademeli besleme konvansiyonel aktif çamur sistemi ile tam karışımli sistemin bir varyasyonudur. Bu sistemde giriş suyu havalandırma tankı boyunca değişik noktalardan eşit olarak dağıtılır, geri dönüş çamuru ise havalandırma tankı girişinden verilir, dolayısıyla verilen oksijenin daha verimli kullanılması sağlanır.

### **Kontakt stabilizasyon**

Kontakt stabilizasyon prosesi BOİ'nin büyük bir kısmını askıda veya koloidal formda olduğu atıksuların arıtılmasında uygulanmaktadır. BOİ'nin büyük bir kısmının çözünmüş halde bulunduğu endüstriyel veya evsel-endüstriyel atıksu karışımında projelendirmeden önce laboratuarda model çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu proseste giriş suyu ve geri dönüş çamuru bir kontakt tankında 30-90 dak. arasında havalandırılarak organik maddelerin floklar tarafından absorbe edilmesi ve enerji kaynağı olarak kullanılarak yeni hücrelerin meydana gelmesi sağlanır [5].

### **Uzun havalandırma**

Uzun havalandırma prosesi nisbeten daha az organik yükleme ve daha uzun havalandırma süresi gerektirmekte ve mikroorganizmaların yaşam sürecinin içsel

solunum bölümünde işlev görmektedir. Bu sistemde atıksudaki BOİ'nin sentez sonucunda oluşan biyolojik olarak çözünebilen çamurun okside olması için gerekli havalandırma süresi sağlanmaktadır. Artık çamur arıtılması ve uzaklaştırmasını kolaylaştırmak için bu sistemde ön çökeltme birimi kullanılmamakta ayrıca atık çamurun çürütülmesine de yukarıda belirtilen sebepten dolayı gerek yoktur. Uzatmalı havalandırma prosesi atıksu debisi az olan küçük yerleşim birimlerinde ve paket tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

### **Stabilizasyon havuzları ve havalandırılmalı lagünler**

Stabilizasyon (oksidasyon) havuzları atıksu arıtılması için boyutlandırılan sığ toprak çukurlardır. Arıtma işlemi için gerekli oksijen algler tarafından fotosentez yolu ile karşılanır. Bu havuzlar derinliklerine bağlı olarak aerobik ve aerobik-anaerobik tipte yapılabilirler. Havalandırılmalı lagünler ise stabilizasyon havuzlarının mekanik havalandırıcılar tarafından havalandırılan şeklidir. Her iki tipte sürekli akım esasına göre tasarlanmış olup dipte biriken çamur zaman zaman pompalar vasıtasıyla çekilerek uzaklaştırılır. Kullanılan filtre malzemesi çakıl, granit veya plastikten yapılmış özel şekiller olabilir. Oksijen ihtiyacı filtrede bırakılan çeşitli havalandırma delikleri vasıtasıyla karşılandığı gibi özel hava üfleyicilerden de faydalanılabilir. Ayrıca atmosfer ile atıksu ve filtre yatağı arasındaki sıcaklık farkından oluşan konveksiyon da oksijen sağlar. Damlatılmalı filtreler hidrolik ve organik yüklemeye göre hızlı ve yavaş olarak sınıflandırılırlar.

### **Anaerobik arıtma prosesleri**

Atıksuyun anaerobik şekilde arıtılması organik ve inorganik maddelerin moleküler oksijenin bulunmadığı bir ortamda anaerobik mikroorganizmalar tarafından çözümlenmesi ile gerçekleşir. Bu biyolojik işlem sırasında organik maddeler asit yapıcılar diye adlandırılan mikroorganizmalar tarafından organik asitlere dönüştürülür. Bundan sonra organik asitler metan yapıcı organizmalar tarafından metan ve CO<sub>2</sub> gazlarına dönüştürülür. Anaerobik arıtmanın en çok uygulandığı

birimler çamur çürütme tankları, anaerobik filtreler, anaerobik havuz ve lagünlerdir [5]

### 2.3.1.2 Damlatmalı filtreler

Bu birim içinde 6-10 cm. büyüklüğünde kırma taş veya plastik, sert kömür vs. gibi dolgu maddeleri bulunan yuvarlak bir tanktan oluşur. Bu tankın üzerine ilk arıtmaya tabi tutulmuş atıksu aralıklı olarak verilir (Bu işlem genellikle tankın merkezi etrafına yavaşça hareket eden delikli bir borudan oluşan düzenekle sağlanır). Bu şekilde filtreye verilen atıksu filtre dolgu malzemesinin üstünden süzülerek akmakta, bu arada filtre yatağındaki boşlukların tamamı atıksu ile dolmadığından aerobik şartlar devam etmektedir [6].

Bu işlem neticesinde atıksuyun içinde bulunan ve organik maddeleri parçalayan bakteriler taşların üzerinde bir ince tabaka meydana getirmektedir. Bu bakteriyel tabaka bilahare yakınından geçmekte olan organik kirleticilerin adsorblayıp metabolizmaları ve üremeleri için kullanarak karbondioksit ve suya dönüştürmektedir. Ancak zamanla bakteriyel tabaka kalınlaşmakta, organik maddeler ve oksijen tabakanın alt kesimlerine ulaşmamaktadır. Böylece tabakanın alt kesiminde anaerobik şartlar oluşmakta ve nihayet burada oluşan gazların yardımıyla bakteriyel tabaka taştan ayrılıp çıkış suyu ile birlikte dışarı akmaktadır. Temizlenmiş taşın üstünde kısa bir zaman içinde yeniden bir ince tabaka oluşmakta ve proses devam etmektedir.

Damlatmalı filtreden çıkan atıksu son çökeltme tankına verilir. Çökeltme tankındaki çamurun bir kısmı bazen damlatmalı filtreye, dolgu malzemesinin üstünde bakteriyel tabakanın oluşmasında bir nevi maya vazifesi görmek üzere, geri gönderilir.

Damlatmalı filtreler akış hızlarına göre yavaş ve hızlı olmak üzere ikiye ayrılır. Yavaş filtrelerde  $2000-4000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-gün}$ , hızlı filtrelerde ise  $10000-30000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-gün}$  atıksu verilmektedir. Damlatmalı filtrelerin en büyük avantajı organik yükün büyük değişimlere uğramasına rağmen verimi olumsuz yönde etkilenmemesidir [2].

### 2.3.1.3 Biyodiskler

Dönen biyodisk üniteleri, daha ziyade küçük yerleşim merkezlerinin evsel atıksularının giderilmesinde kullanılmakla beraber, bazı durumlarda düşük hacimli sanayi atıksularından BOİ gideriminde de kullanılabilirler. Bu üniteler plastik ( PVC ya da polistren ) den yapılan 2-3 m çapında , 2-3 cm kalınlığında disklerden oluşur. Diskler bir şaft üzerine birbirine paralel olarak yerleştirilir ve şaft bir motor yardımıyla döndürülür. Atıksu uzun ve sığ tankların içine konur ve diskler atıksu içine % 40-50 oranında batık şekilde döndürülür ( 2-10 rpm ). Organizmalar disk yüzeyinde biyofilm şeklinde büyürler ve atıksudaki organik bileşikler biyofilm içine difüzenirken organizmalar tarafından CO<sub>2</sub>'ye oksitlenirler. Dönüş sırasında biyofilmler hava ile temas ederek oksijen gereksinimini sağlarlar. Biyofilm kalınlığı yaklaşık 3-4 mm olup optimal kalınlık 2-3 mm civarındadır. Kalın biyofilmler, difüzyon limitlerine neden olduğu için; ince biyofilmlerde daha az etkin olduğu için tercih edilmezler. Sistem optimal biyofilm kalınlığı civarında çalıştırılır [7].

Yüzey biyofilm halinde büyüyen organizmalar dönüş sırasında yüzeyden kolayca kopabilirler. Bunu önlemek için gözenekli diskler ( metal tel örgüden oluşan ve sünger içeren ya da gözenekli seramikten olan ) kullanılabilir. Gözenekli diskler daha fazla organizma tuttukları için daha yüksek performans gösterirler ve şok yüklemelere karşı daha dayanıklıdırlar. Biyodisk üniteleri birden fazla kademe içerebilirler.

Diskleri çevirmek amacıyla gereken motor enerjisinden tasarruf etmek için atıksu, disklerin bıçak içeren ara yüzeylerine ( geliştirilmiş biyodisklerde ) dik olarak verilebilir. Böylece diskler suyun şelale etkisiyle çarpmasından yararlanılarak döndürülebilirler.

### 2.3.2 Kimyasal arıtım

Su ve atıksu arıtımında kimyasal oksidasyon, çeşitli nedenlerle istenmeyen bileşiklerin zararsız bileşiklere dönüştürülmesi veya daha sonraki arıtma işlemleri için uygun yapıya getirilmesi amacıyla uygulanır. Kimyasal oksidasyonunun yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı üzere her zaman tam olarak gerçekleşmesi gerekli olmayabilir. Oksidasyon çevre mühendisliğinde önceleri tat ve koku kontrolü için havalandırma yapılması ile başlamış daha sonra kullanım alanları genişlemiştir. Kimyasal oksidasyonun çevre mühendisliğindeki başlıca kullanımları arasında

- demir ve mangan giderilmesi
- dezenfeksiyon
- organik bileşiklerin giderilmesi
- alg kontrolü
- renk giderilmesi
- tat ve koku giderilmesi
- siyanür giderilmesi
- sülfür giderilmesi
- amonyak giderilmesi
- krom indirgenmesi
- korozyon kontrolü

sayılabilir. Kimyasal oksidasyon uygulanmasında arıtma amacına bağlı olarak çeşitli kısıtlamalar söz konusudur. Oksitlenme ürünlerinin zararlı olmaması arıtma veriminin yüksek olması ve uygun sürede gerçekleşmesi, oksitleyici maddenin ekonomik olması kısıtlayıcı faktörler arasındadır. Bu faktörler nedeniyle kimyasal oksidasyon uygulamaları çok yaygınlaşmıştır [8].



Oksidasyon uygulamaları başlıca oksidasyon vasıtaları ele alınarak aşağıda belirtilmiştir.

- Oksijen: Yaygın ve ekonomik bir oksidasyon vasıtasıdır. Oksijen ile oksidasyon daha çok havalandırma işlemleri ile yürütülür.
- Ozon : Ozon yüksek reaktifliğe sahip kuvvetli bir oksidan ve dezenfektandır. Ozonun oksidleme gücü sıcaklık ve pH'a bağlıdır.
- Potasyum Permanganat: Katı halde olan ve suda çok çözünen potasyum permanganat uzun yıllar su arıtımında kullanılmış güçlü bir oksidleyicidir. Başlıca kullanım alanları tat ve koku kontrolü, demir ve mangan giderme, dezenfeksiyon ve fenol oksidasyonudur.
- Klor : Klor  $H_2S$ ,  $NO^{-2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ 'yi kolaylıkla oksidler. Oksidleme gücü pH ile birlikte artar. Siyanür oksidasyonunda kullanılan en yaygın oksidandır.

### 2.3.2.1 Nötralizasyon

Nötralizasyon suların pH larının ayarlanması işlemidir. Atıksuyun pH ının ayarlanması çeşitli amaçlarla gerekebilir. Bunlar arasında atıksuyun alıcı ortama ve kanalizasyona deşarjından önce deşarj standartlarını sağlamak üzere pH' ının nötr pH civarına getirilmesi arıtma düzenlerinde biyolojik arıtmaya girişten önce pH ayarlaması, kimyasal çöktürme için en uygun pH sağlamak üzere ayar yapılması sayılabilir.

pH değişimi asit-baz reaksiyonları çerçevesinde ele alınabilir. Kuvvetli asit baz reaksiyonu ile oluşan titrasyon eğrisi çok ani bir dönümü işaret eder. Suların nötralizasyonunda en güç sorun kuvvetli asit veya baz içeren suların pH ayarındır. Zayıf asit veya zayıf bazların nötralizasyonunda ekivalan noktası pH 7'den farklıdır. Nötralizasyon eğrisi ise daha az eğimli olup ekivalan noktası civarındaki değişimler ani değildir. Zayıf asit veya baz içeren çözeltinin bir tampon kapasitesi vardır. Tampon kapasitesi pH değişimine karşı dirençi temsil eder [8].

pH hidrojen iyonu konsantrasyonunun logaritmik bir fonksiyonu olduğundan sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun dikkatle ayarı gerekir. Bu nedenle duyarlı bir pH ayarı için kontrol ve besleme düzeninin de çok duyarlı olması gerekir. pH ayarlama düzenlerinin özellikle tamponlanmamış sularda kesikli olması tercih edilir. Ancak atıksu miktarının fazla olduğu hallerde sürekli reaktörlerin kullanılması gerekmektedir. Sürekli reaktörlerde en basit pH kontrol düzeni aç-kapa tipi tam karışımli reaktörlerdir. Burada tank içindeki pH ölçülür ve sağlanması istenen pH'a bağlı olarak kimyasal madde ilavesi yapılır veya yapılmaz. Ayrıca pH ayarının daha duyarlı yapılabilmesi için ilave edilen kimyasal madde sisteminin tampon kapasitesini arttıracak türden örneğin; amonyak, soda v.b. seçilebilir.

Beslenecek kimyasal maddenin seçimi hem nötralizasyon düzeninin belirlenmesi açısından gereklidir hem de işletme ve ekonomisi açısından önem taşır.

### 2.3.2.2 Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon hastalık yapıcı ( patojen) mikroorganizmaların yok edilmesi veya etkisiz hale getirilmesidir. Dezenfeksiyonun bu yönüyle tüm organizmaların yok edildiği sterilizasyon işleminden ayrılır.

Dezenfeksiyon amacıyla fiziksel, kimyasal, mekanik ve radyasyona dayalı çeşitli dezenfeksiyon vasıtaları bulunmaktadır. Fiziksel olarak dezenfeksiyon; ısı, ışık ve akustik yollarla sağlanır. Mekanik dezenfeksiyon su ve atıksu arıtımında yer alan çöktürme, süzme gibi işlemler ile değişen verimlerde elde edilebilir [8].

Dezenfeksiyon için en yaygın kullanımı bulunan vasıtalar kimyasal dezenfeksiyon vasıtalarıdır. Bunlar arasında; klor ve klor bileşikleri, brom, iyot, ozon, fenoller, alkoller, ağır metal ve bileşikleri, boyar maddeler, sabun ve deterjanlar, hidrojen peroksit, potasyum permanganat, asit ve bazlar sayılabilir.

Dezenfektanların etkisi başlıca mikroorganizmaların hücre duvarının tahribi, hücre zarının geçirgenliğinin bozulması, protoplazmanın yapısının değiştirilmesi ve enzim inhibisyonu şeklinde olmaktadır.

Organizmaların cinsi ve fizyolojik durumu dezenfeksiyonun verimini etkiler. Suyun kimyasal yapısı da gerek dezenfektanı harcama gerekse onların etkilerini engelleme açısından dezenfeksiyon veriminde önem taşır. Sıcaklık genelde dezenfeksiyon ve hızını artırır.

### 2.3.2.3 Koagülasyon

Kuagülasyon su ortamındaki kolloid ( çok küçük askıdaki ve yerçekimi ile çökmeyen) parçacıkların taşıdıkları elektriksel yükten dolayı oluşmuş, durağan hallerinin, çeşitli yollarla bozularak birbirleriyle temas haline geçmeleri sonucu, daha kolayca çökebilen büyük kümeler ( yumaklar ) haline getirilmeleri olayıdır. Çeşitli organik veya inorganik kimyasallar ekliyerek kuagülant oluşumu, bu kuagülantlar yardımıyla kolloid parçacıkların durağan hallerinin bozulması ve sonuçta tek başına çökmeyen bu parçacıkların bir araya gelerek kolayca çökebilen kümeler haline dönüştürülmesi işlemlerinin bütününe “koagülasyon” denir [8].

#### Yaygın olarak kullanılan koagülantlar

Alüminyum (III) ve Demir ( III) tuzları su ve atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan kuagülantlardır. Bir Al(III) ve Fe( III) tuzu suya eklendiğinde ayrılarak  $Al^{+3}$  ve  $Fe^{+3}$  iyonları oluşturacaktır. Bu iyonların suyla reaksiyonları sonucunda ise  $Al(H_2O)_6^{+3}$  ve  $Fe(H_2O)_6^{+3}$  bileşikleri oluşur. Bu bileşiklerin suyla olan birtakım reaksiyonları sonucunda bileşiklerdeki  $H_2O$ ,  $OH^-$  iyonları ile yer değiştirir. Böylece suda çözünür olan  $Al(OH)^{+2}$ ,  $Al(OH)^+$  ve  $Al_8(OH)_{20}^{+4}$  gibi bileşikler oluşturur. Bu (+) yüklü iyonlar ise kolloid parçacıkların (-) yüklerini nötr hale getirir. Bu tür yüklerin çoğu 1 veya 2 (+) yük taşımaya ramen kolloid parçacıklar üzerine kolayca absorbe olmaları nedeniyle oldukça etkili koagülantlardır. Al(III) ve Fe( III) ‘in sudaki iyonlaşmaları ve oluşacak bileşikler suyun pH’ına bağlıdır [9].

### 2.3.2.4 Flokülasyon

Arıtılacak suya eklenen kuagülantlar yardımıyla durağan halden çıkarılan kolloid parçacıkların birbirleriyle temas ederek çökebilir kümeler haline getirilmesi, yavaş karıştırma ile flokülasyon işlemi sırasında gerçekleşir. Parçacıkların birleşerek çökebilir kümeler haline gelmesi için öncelikle temas halinde olmaları gerekir. Başka bir deyişle parçacıkların birbirine yaklaşabilmeleri için su ortamında hareket etmeleri gerekmektedir. Su ortamında üç fiziksel mekanizma kolloid parçacıkların hareket etmesine yol açar.

**Brownian Hareketi ( perikinetik flokülasyon ):** Bu mekanizma kolloid parçacıkların etrafındaki su molekülleriyle çarpışmaları sonucu hareket etmelerine yol açar.

**Akışkan Makaslama ( ortokinetik flokülasyon ):** Akışkan makaslama denilen bu mekanizma suyun kütleli olarak hareket etmesi ( genelde bir karıştırma mekanizması ile ) sonucu kolloid parçacıkları hareket haline getirir ve birbirleriyle teması sağlar.

**Parçalı çökme:** Parçalı çökme yerçekiminin ortaya çıkardığı ve su ortamlarında dikey olarak etkili olan bir hareket mekanizmasıdır.

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma başlıca su arıtımında; bulanıklık giderilmesi ve sertlik giderilmesinde, atıksu arıtılmasında evsel atıksu arıtımında, evsel atıksulardan fosfor giderilmesinde, endüstriyel atıksuların arıtılmasında; askıda madde; organik madde, renk, metal iyonu ve spesifik kirleticilerin giderilmesinde kullanılmaktadır [8].

## 2.4. Arıtmadaki Verimlilik

BOİ pis sulardaki organik maddenin bir ölçüsüdür. Aşağıda her tasfiye metodu için BOİ uzaklaştırma verimleri verilmiştir [1].

Tablo 2.2 : Aktif çamur sistemlerinde BOİ uzaklaştırma verimleri

TASFIYE METODU	BOİ UZAKLAŞTIRMA VERİMLERİ %
Klasik Aktif Çamur	90-93
Uzun Havalandırmalı Proses (Oksidasyon hendeği ve uzun havalandırmalı havuzlar)	95-98
Fakültatif Mekanik Havalandırmalı Havuzlar	75-90
Aerobik Çökeltmeiz Havalandırmalı Havuzlar	70-85
Oksidasyon Havuzları ( Fakültatif )	75-90

Bu metodlar arasında bir seçim yaparken arzu edilen BOİ uzaklaştırma yüzdesi tercih edilen işletme özellikleri ,gerekli arazinin bulunması ve bütün işletme masrafları ile kapital masrafların ekonomik olarak değerlendirilmesi , gözönünde bulundurulur. Pis su tasfiyesi konusunda eski günlerin tecrübeye dayalı projelendirme tekniği yerini yavaş yavaş akılcı metodlara bırakmaktadır. Aerobik biyolojik tasfiyenin temel prensiplerinin, aktif çamur prosesine olduğu gibi diğer bütün basit tasfiye tekniklerinede uygulanabileceği gün geçtikçe daha iyi anlaşılmıştır.

## BÖLÜM 3 KULLANILAN $\text{CaCO}_3$ 'Lİ BİLEŞİKLERİN TANITIMI VE KARAKTERİZASYONU

### 3.1 Kirecin Özellikleri

Kireç piyasada ya dökme kireçtaşı veya sönmemiş kireç olarak ya da işlenerek 25 kg ağırlığında kraft torbalar içinde toz sönmüş kireç olarak satılmaktadır. Maliyetinin düşük olması nedeni ile sönmemiş kireç çoğu kere dökme toz halinde temin edilmektedir. Kostik özelliğinden dolayı kireç gözlere ve deri dokularına zarar verdiği için taşınması, depolanması ve ilave edilmesi sırasında gerekli önlemler alınmalıdır. Kuru kireç ve yanmış kireçle ilgili özellikler Tablo 3.1'de verilmiştir [10].

Tablo 3.1 : Kirecin Özellikleri

Kireç Adı	Piyasada Bulunma Şekli	Gözlem Sonucu Değerlendirme	CaO Muhtevası	Suda Çözünürlüğü
CaO (KalsiyumOksit)	Dökme olarak yada özel ambalajlarda	Beyaz,açık gri,stabil değil	% 70 – 96	1 / 2-12 oran
Ca(OH) <sub>2</sub> (KalsiyumHidroksit)	Toz halinde yada kraft torbalarda	Beyaz,atmosferden CO <sub>2</sub> ve rutubet emer	% 78 - 98	1 / 100 oran

Kireç reaksiyonunda iki problemle karşılaşılmaktadır. Kireç ilavesi sırasında  $\text{CaCO}_3$  oluşmakta ve ortamın pH değeri yükselmekte ve kireç kalitesi bozulmaktadır. Diğer problem ise CaO'nun su buharı ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> ile reaksiyonu sonucu kekleşme

meydana gelmekte ve kirecin kimyasal özelliği bozulmakta ve etkisi azalmaktadır. Bu promlemden dolayı kirecin taşınması, depolanması ve ilavesi sırasında su buharı ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> ile temasının kesilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Sönmüş kireç ya kraft torbalarda ya da dökme olarak depolanmaktadır. Kağıt içinde bulunan kireç değerine göre % 20 daha pahalıdır. Bu bakımdan büyük tesislerde ucuz olmasından dolayı dökme kireç tercih edilir. Ancak küçük tesislerde depolama ve karıştırma üniteleri ile deneyimli personel ihtiyacından dolayı maliyetler aynı olmakta hatta kağıt torbadaki kireç ilavesi basit ünitelerle yapılabilmesi ve deneyimli elemana ihtiyaç duyulmamasından dolayı daha ucuza gelmektedir. Sönmemiş kireç (CaO) yangın tehlikesi olabilecek yerlerde, sönmüş kireç (Ca(OH)<sub>2</sub>) ise yağış ve rutubet etkisi olabilecek alanlarda depo edilmemelidir. Kirecin depolarda maksimum bekleme süresi 60 günü geçmemelidir.

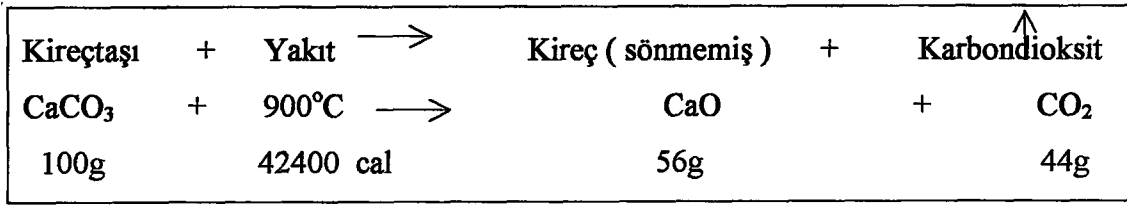
### 3.2 Kirecin Çevre Kirliliğinin Giderilmesindeki Genel Rolü

Çağımızda başdöndürücü bir hızla artan çevre kirliliği sorunları özellikle son yıllarda doğamızın ekolojik dengesini ve insan sağlığını ciddi biçimde tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Kullandığımız ve içtiğimiz su, evsel ve endüstriyel atıksularla, soluduğumuz hava fabrika bacalarından çıkan zehirli gaz ve tozlarla; üzerinde yaşadığımız topraksa asit yağmurlarıyla sürekli bir kirlenme içindedir [11].

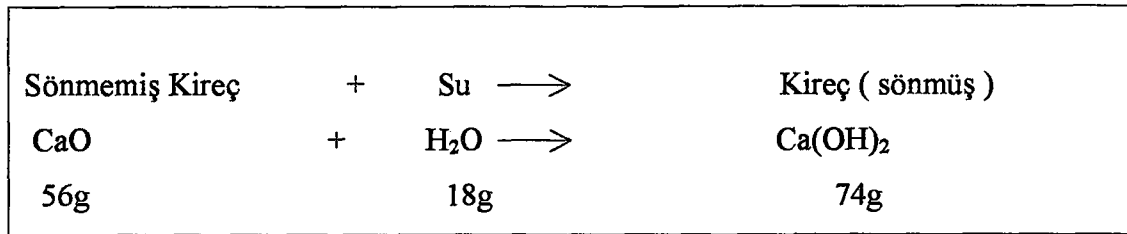
Doğal atıkların ve sanayileşmenin önüne geçilemeyeceğine göre yapılması gereken çevre kirliliğini asgari boyutlara indirmek amacıyla gerekli önlemleri almaktır.

Bu önlemlerin başında, prensip olarak ortamdaki zararlı atığı , aktif bir kimyasalla ; örneğin kireçle reaksiyona sokarak bünyeden dışarı alıp daha sonra bu reaksiyon ürününü çeşitli yöntemlerle elimine etmek veya tekrar kullanılabilir hale dönüştürmek gerekmektedir.

Kireç doğada Kireçtaşı ( CaCO<sub>3</sub>) veya Kalker olarak bulunan kayaların belli ebeda indirildikten sonra fırınlarda yakılmasıyla elde edilir.



Elde edilen sönmemiş kireç higroskopik özelliklere sahiptir ve suyla reaksiyona sokularak toz halindeki sönmüş kirece dönüştürülür.



Zararlı çevre atıklarının bertarafında bu iki tip kireç ürününün yanısıra seyrek olmakla beraber bazen direct olarak öğütülmüş kireçtaşı kullanılır ( örneğin baca gazlarının desülfürizasyonunda ).

Kirecin çevre korunmasında kullanılmasını mümkün kılan başlıca özellikleri şunlardır:

- 1- Bileşimindeki Ca<sup>+2</sup> ve az miktarda Mg<sup>+2</sup> iyonunun yüksek reaksiyon kabiliyetinden dolayı kirliliklerle çökelen bileşikler oluşturması.
- 2- Asitlere karşı yüksek nötralizasyon gücü
- 3- İnce tane yapısı ve dolayısıyla geniş spesifik yüzeye sahip olması nedeniyle kirlilikleri absorbe edebilme özelliği ( bilhassa baca gazı desülfürizasyonunda önemli)
- 4- Bakterilere karşı dezenfeksiyon aracı olarak etkili olması

Kireç, bu özellikleri ve ucuz olması nedeniyle bilhassa teknolojileri gelişmiş ülkelerde çevre arıtımında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Buna göre örneğin Amerika'da tüketilen kirecin % 28'i ( 5.263.000 t ) çevre amaçlı kullanılması ve yıllık kişi başına düşen çevre kirecinin 22 kg olmasına mukabil, Türkiye'de çevre amaçlı tüketilen kireç toplam tüketimin ancak % 1.5'u mertebesinde olup ( yak. 60.000 t ) kişi başına tüketilen çevre kireci yıllık 1 kg civarındadır [11].



### 3.2.1 Kirecin sıvı ortamların rehabilitasyonunda kullanımı

Türlü kirlilik ve zararlı maddeler içeren evsel ve endüstriyel atıksular boşaltıldıkları kanalizasyon, deniz, akarsu, göl, ırmak gibi yerüstü veya sızdıkları yeraltı sularında kısa zamanda yoğun kirlenmelere sebep olurlar. Kirliliğe neden olan madde türleri genellikle aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

Biyolojik ( organik ) kirlilikler: Besin atıkları, yağ, gübre, bazı azot bileşikleri, sülfidler, yapay organik maddeler vb.( Gıda endüstrisi, ilaç fabrikaları, fermentasyon endüstrisi, petrokimya tesisleri, tekstil sanayi, şeker sanayi, gübre sanayi, evsel kirlilikler )

A- Çözünmüş inorganik kirlilikler: Asitler, bazlar, tuzlar, mineraller( inorganic kimya endüstrisi, cam sanayi, madencilik vs.)

B- Yüksek derecede zehirli kirlilikler: Pb,Hg,Cd,Cu gibi ağır metal iyonlarının neden olduğu inorganik toksidik maddeler ile tarım ve böcek ilaçları gibi organik toksidik maddeler ( Ağır metal endüstrisi, tarım ilaçları endüstrisi, tabakhaneler vb. )

C- Patolojik kirlilikler : Bakteriler ( Hastane atıkları )

D- Radyoaktif kirlilikler

E- Süspansiyon halinde bulunan kirlilikler: Kil, kum vb.

Tüm bu yukarıda bahsedilen kirliliklerden dolayı atıksuların alıcı ortamlara boşaltılmadan önce arıtılarak kirlilik parametrelerinin insane sağlığını ve doğanın dengesini tehdit etmeyecek boyutlara indirgenmesi şart koşulmalıdır.

### **Ham suların arıtılması ve şartlandırılması**

Doğal kaynağından alınan hamsu, evsel ve endüstriyel olmak üzere başlıca iki amaca hizmet etmektedir. Yerel belediyelerce yapılan evsel hamsuların ıslahında kirecin rolü aşağıdaki gibidir [13].

- **Yumaklaştırma :** Kireçteki  $Ca^{+2}$  ve  $OH^-$  iyonları sudaki kirlilik partiküllerini birbirinden ayıran elektrostatik kuvvetleri azaltarak onların yumaklaşmasını sağlar ve böylece çökelmelerine katkıda bulunur.
- **Ph ayarlama :** Suyun içinde çözünmüş  $CO_2$  miktarını azaltmak için yapılan havalandırma işlemi sırasında Kireç, Fe ve Mn iyonlarını çökeltmek için gerekli optimal Ph değerini ayarlar ( pH: Fe  $\geq$  7; Mn  $\geq$  8 ) . Diğer taraftan flokülant olarak suya verilen, Al ve Fe tuzlarının optimal etki etmesi için suyun Ph değerini yükseltir.
- **Sertlik ayarlama:** Kireç şehir hatlarına verilecek suyun pH ve sertlik derecesini ayarlar. Aşırı sert su fazla sabun/deterjan tüketimine; aşırı yumuşak su ise kalp kaslarında bazı rahatsızlıklara ve dağıtım şebekelerinde korozyona neden olur.
- Kireç ayrıca suyun dezenfekte edilmesinde ve flor çöktürmesinde de kullanılır.
- **Atık çamur muamelesi:** Kireç, arıtma sırasında çöken çamurun şartlandırılması ve stabilizasyonunda kullanılır.

Şartlandırma çamurun daha iyi susuzlaştırılabilmesi için yapılan bir ön işlem olup aynı zamanda dezenfeksiyon ve koku giderme gibi yararları da vardır. Stabilizasyonun ana amacı ise patojenleri yoketmek ve çamurun süzülebilme özelliğini arttırmaktır.

## Atıksuların Arıtılması

Atıksu arıtımı evsel ve endüstriyel kullanımlar sonucu oluşan atıksuların,deşarj edildikleri alıcı ortamı kirletmemeleri için uygulanan prosesleri kapsar. Organik atıkların yoğun olduğu evsel atıksuların arıtılmasında Fiziksel/ Biyolojik arıtma sistemi kullanılmasına mukabil sanayide, atıksuyun karakterine bağlı olarak Fiziksel/Kimyasal veya Fiziksel/Biyolojik veya kombine sistemler kullanılır [13].

Biyolojik arıtma bakteri ve mikroorganizmaların özellikle organik kirleticileri yiyerek bünyeden uzaklaştırabilir çevreye zararsız yeni organizmalara (atıkçamur) ve gazlara ( biyogaz:metan ) dönüştürmeleri prensibine dayanır. Proseste oksijen kullanılırsa Aeorbik; kullanılmazsa Anaerobik sistem diye adlandırılır. Her iki sistemde de kireç, bakterilerin yaşayabilmesi için gerekli ortamın pH ayarlamasında ve atık çamur ıslahında kullanılır [12].

Kirecin yoğun olarak kullanıldığı Fiziksel/Kimyasal arıtma sistemi ise, atıksuya ilave edilen kuagülant veya yumaklaştırıcılarla kirleticilerin kimyasal yapısını değiştirip çöktürme prensibine dayanır. Bu nedenle de biyolojik arıtmaya göre daha çok çamur çıkar ve çamur ıslah işleri önem kazanır.

Kimyasal arıtma işlerinde kirecin kullanıldığı başlıca prosesler şunlardır:

- \*Fosfat çöktürme ( Defosfatizasyon)
- \*Nitrat giderme ( Denitrifikasyon)
- \*Atıksulardaki asit anyonlarını (örneğin  $SO_4$ ;Cl gibi) kalsiyum bileşiği olarak çöktürme ( örneğin  $CaSO_4$ , $CaCl_2$  v.s.)
- \*Atıksulardaki ağır metal katyonlarını (örneğin Pb,Zn,Sn gibi) hidroksit olarak çöktürme ( örneğin  $Pb(OH)_3$ , $Zn(OH)_2$ , $Sn(OH)_4$  gibi)
- \*Arsenik,Baryum ve Silikatların çöktürülmesi
- \*Nötralizasyon ve Ph dengeleme
- \*Su yumuşatılması

\*Kirlilik göstergeleri olan Biyolojik ve Kimyasal oksijen ihtiyaçlarının azaltılması ve berraklaşma

\*Sterilizasyon ve koku giderimi

\*Atık çamurun islah prosesleri (Şartlandırma ve Stabilizasyon)

Atıkçamurun susuzlaştırma prosesi sırasında çıkan süzüntü suyu, ya arıtma prosesine geri döndürülür ya da kireçle pH değeri dengelendikten sonra alıcı ortama deşarj edilir. İçindeki katı madde oranı arttırılmış çamur keki ise şayet zehirli atıklar içeriyorsa insinatörlerde yakılır ve yanma gazları içindeki zararlı maddeler (örneğin kükürt) yine kireçle arıtıldıktan sonra atmosfere verilir. Diğer bir yanma ürünü olan kül ise arazi dolgusu olarak kullanılabilir. Zehirli madde içermeyen çamur kekinin diğer bir kullanım yolu ise kireçle nihai pH dengelemesi yapıldıktan sonra gübre olarak tarımsal arazilere verilmesidir.

Kirecin çevre açısından bir diğer uygulaması ise foseptik atıklarının araziye verilmeden önce bakteri ve kokudan arıtılması amacıyla kireçle stabilizasyonudur.

### 3.2.2 Kirecin gaz ortamların rehabilitasyonunda kullanımı

Enerji üretiminde atom santralleri yapımı dışında dünyada genel eğilim kömür kullanarak Doğal gaz ve fuel-oil gibi diğer kaynakların başka alanlarda tüketimini sağlamaktır. Kömür ve linyit kullanan termik santrallerin sorunu ise bu yakıtların ihtiva ettiği kükürtün yanması sonucunda baca gazında çevreye zararlı ve asit yağmurlarına yol açabilen  $SO_2$  /  $SO_3$  oluşumudur.Örneğin A.B.D. de toplam  $SO_2$  emisyonununun % 70'i kömür kullanan termik santrallerden kaynaklanmaktadır [11].

Kömür kullanan termik santrallarda ve baca gazıyla çevreye zararlı atık veren diğer işletmelerde (örneğin çöp yakma tesisleri) baca gazının arıtılması için en etkili ve en ekonomik yöntem proseste kireç ürünleri kullanmaktır.

Kireç, öğütölmüş kireç taşı olarak kömürle karıştırılarak direkt kazana verildiği gibi kuru, sulu veya öğütölmüş kireçtaşı olarak yanma gazlarının içinede püskürtülebilir.

Örneğin baca gazına püskürtülen kireç,  $SO_2$  ile reaksiyona girerek kükürtü % 95 lere varan bir desülfürizasyon randımanıyla  $CaSO_2$  olarak çökeltir.

Kireç ile çalışan desülfürizasyon sistemlerinin arıtma randımanları kireç taşıyla çalışan sistemlere göre daha büyük olduğundan yüksek kükürlü ucuz kömür ve linyit yakabilirler. Bu ise kirece, daha pahalı bir ürün olmasına ramen ilk yatırım giderleri yüksek olan kireçtaşlı sistemlere göre uzun vadede ekonomik bir üstünlük kazandırır.

### 3.2.3 Kirecin katı ortamların rehabilitasyonunda kullanımı

Evsel ve endüstriyel katı atıkların depolanmasında ortaya şu problemler çıkar:

- 1- Atığın organik kısımlarında bakteri üreyebilir.
- 2- Stabil olmayan çöp, su ve toksidik maddeler ihtiva eder.
- 3- Çöpün bazı kısımları asidik yapıda olabilir.
- 4- Koku problemi vardır.
- 5- Sızıntı tehlikesi mevcuttur

Çöpün uygun ekipmanlarla öğütülmüş sönmemiş kireç ile karıştırılması veya kireç sütüyle enjeksiyonu bu problemlerin bertarafında önemli ölçüde rol oynar. Şöyle ki:

\*Kireç pH değerini yükselterek katı çöp içinde bazik bir ortam yaratır ve böylece her bakterinin üremesine engel teşkil eder hem de çöprü nötralize ederek asidik karakterini alır.

\*Kireç, çöpün suyuyla reaksiyona girerek onun susuzlaştırılmasını, dolayısıyla stabilizasyonunu ve katılaşmasını temin eder. Bunun sonucunda da katı çöplerin su sızdırma oranı azaldığı gibi çöpün başka bir yere nakli kolaylaşır [11].

\*Kireç çöpteki kurşun ve çinko gibi ağır metallerin iyonlarının neden olduğu toksidik maddelerle tepkimeye girerek onları zararsız çökeltilere dönüştürür.

\*Kireç kötü kokuya neden olan metan ve  $H_2S$  gibi gazlarla reaksiyona girerek kokuyu giderir.

Sonuç olarak görüldüğü gibi doğa dostu kireçin evsel ve endüstriyel atıksuların arıtımından zehirli baca gazlarının arıtımına; göl ve deniz kıyılarının rehabilitasyonundan orman topraklarının iyileştirilmesine; katı atıkların ıslahından toprak stabilizasyonuna kadar pek çok çevresel uygulamaları mevcuttur. Sanayisi gelişmiş ileri ülkelerde rutin hale gelmiş bu uygulamaların, yurdumuzda da çevresel kirlenmenin boyutlarına paralel olarak gittikçe yaygınlaşması kaçınılmazdır. Çevre teknolojilerinin en önemli girdilerden ve diğer kimyasallara göre çok daha ucuz olan ve ayrıyeten de hammaddesi yurdumuzda bol miktarda bulunan kireçin bu gelişmelere önemli katkılarda bulunacağı şüphesizdir [11-12-13].

### 3.3 Kullanılacak Tüm Nötralizasyon Maddelerinin Kimyasal Terkibi

#### Dolomit

Genellikle  $\text{CaCO}_3$  'tan ve  $\text{MgCO}_3$  'tan oluşan dolomit bir dağ mineralidir. Bazı hallerde bileşik sadece  $\text{CaCO}_3$  'tan da oluşabilir. Kireç üretim malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu mineralin kaynakları Türkiye ve Rusya başta olmak üzere pek çok yerde görülmektedir. Bunun dışında dolomite periyodik sistemdeki diğer elementlere de rastlanabilir [14].

Tablo 3.2 : Dolomitin kimyasal terkihi[14]

<b>İÇERDİĞİ BİLEŞİK</b>	<b>% MİKTARI</b>
CaCO <sub>3</sub>	44,6- 99,3
MgCO <sub>3</sub>	0,15-44,6
Na	0,01-0,15
Co	0,15
Cu	0,1
Fe <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub>	0,01-3,11
Mn	0.2-3
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub>	0,01-2,15
Ni	0,11
Zn	0,1-0,425
H <sub>2</sub> O	2,8-3,5

Tablo 3.3 : İstridye Kabuğunun Kimyasal Terkibi[15]

İÇERDİĞİ BİLEŞİKLER	% MİKTARI
CaO	50-52
MgO	1,2-1,33
CO <sub>2</sub>	31-33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5-2,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2
K <sub>2</sub> O	0,2
Na <sub>2</sub> O	0,5
H <sub>2</sub> O	2,0
Kızdırma kaybı	10,3

Not: Çalışmamızda kullanılan istridye kabuğu öncelikle öğütücüde işleme sokulmuş ve 1 mm.'lik eleklerden geçirildikten sonra un olarak deneylerde kullanılmıştır.



Tablo 3.4 : Taş Ocağındaki Kireç Tozunun Kimyasal Terkibi:[15]

İÇERDİĞİ BİLEŞİKLER	% MİKTARI
CaO	51,5
MgO	4,2
CO <sub>2</sub>	40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18
K <sub>2</sub> O	0,24

Tablo 3.5 : Tebeşir Tozunun Kimyasal Terkibi:[15]

İÇERDİĞİ BİLEŞİKLER	% MİKTARI
CaO	51
MgO	7,6
CO <sub>2</sub>	40,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1

### Serpentinit ( Yılantaşı )

Genellikle Trakya bölgesinde Bulgaristana doğru uzanan zonda yer alır. İç Anadolu Bölgesinde ve Doğu Anadolu Bölgesinde serpentiniti perlit ile birlikte bulmak mümkündür. Nötralize edici doğal bileşik olarak zeolit, serpentinit,dolomit Ege Bölgesinde, Karadeniz sınırında, Ağrı ve Allahüekber Dağı eteklerinde bulunur [16].

Tablo 3.6 : Serpentinit ( yılantaşı) nın Kimyasal Terkibi:

İÇERDİĞİ BİLEŞİK	% MİKTARI
SiO <sub>2</sub>	40-42
MgO	33-34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2-3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,2
MnO	0,1-0,2
CaO	1,5-1,8
Na <sub>2</sub> O	1,5
K <sub>2</sub> O	0,1-0,2
ZnO	0,13-0,14
CuO	0,13-0,14
H <sub>2</sub> O	11-16

Tablo 3.7 :Kireçin Kimyasal Terkibi( Seyitömer analizi)[15]

<b>İÇERDİĞİ BİLEŞİK</b>	<b>% MİKTARI</b>
CaO	79,4
SiO <sub>2</sub>	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16
MgO	0,06

## **BÖLÜM 4 HELEZON SİSTEMİ VE GENEL ADI OLAN KONVEYÖRLER HAKKINDA BİLGİ**

### **4.1 Konveyörler**

Genel olarak katı maddelerin taşınmasında kullanılan konveyörler mümkün olduğu takdirde bazı katı maddeler ince toz haline getirildikten sonra bir akışkan tarafından ve süspansiyon halinde de taşınabilirler. Bu araştırma da genel amaç taşıma olmamakla birlikte bu bilgiye istinaden helezon kullanılmıştır. Bu nedenle cihaz seçimi çok sayıdaki faktörlere bağlıdır. Bunlar arasında en önemli olanlar, lüzumlu kapasite, maddenin şekli ve tane büyüklüğü , maddenin yatay,düşey veya eğimli bir doğrultuda taşınıp taşınamayacağı gibi konulardır. Bu tarz cihazlar bir hesaplama sonucundan çok endüstriyel tecrübelere dayanılarak projelendirilmektedir. Çok önemli konveyörlerin bir kısmının,uygun bir sınıflaması aşağıdaki gibidir [17].

- 1- Kayışlı Konveyörler
- 2- Zincirli Konveyörler

- a) Sıyrırmalı Konveyörler
- b) Tablalı Konveyörler
- c) Kovalı Konveyörler
- d) Kovalı Elevatörler

- 3- Vidalı Konveyörler

- 4- Pnömatik Konveyörler

Çalışmamızda kullanılan sistem yukarıda sayılanlardan Vidalı Konveyörler grubuna girmektedir. Bu nedenle bu grubun geniş açıklamasına yer verilecektir.

### **Vidalı Konveyörler:**

Çok ufak tanecikler halinde olan maddeler ile, hamur halinde olan katıların taşınmasında kullanılan önemli bir konveyör tipidir. Bu cihaz esas olarak U şekilli bir oluğun içerisinde yer alan bir şaft etrafına, spiral bir kanadın sarılmasından meydana getirilmiştir.

Vidayı meydana getiren bu sargıya kanat adı verilmekte olup; dilimli, helezoni veya özel yapıda olabilir. Dilimli konveyör kısa dilimlerden meydana gelmiş olup; bunların herbiri daire şeklinde diskler olarak yapılmış ve sonra bir yarıçap boyunca kesilmişlerdir. Hazırlanan bu parçalar, spiral şekli verilmek üzere uygun bir şekilde bükülmüşlerdir. Disklerin her biri konveyöre tam bir dönme temin eder ve bunlardan istenilen kadarı bir şafta perçinlenir. Buna karşılık helezoni kanat uzun tek bir şeritten yapılmış olup; bu şeride, helezoni bir şekil verilmiş ve merkezi şafta kaynakla bağlanmıştır. Şaft standardlaştırılmıştır ve bunun için katalog numarası 80 olan çelik boru kullanılır. Temperatur ve aşınmanın dökme demir kullanılmasını zorunlu kıldığı hallerde, standart bir şafta dökme demir kanatlar bağlanır. Yapışkan maddeleri için şerit kanatlar kullanılır. Karıştırma operasyonu için ise kesikli kanatlar uygundur. Bu konveyör standart bir kanatlı konveyörün kanat uçlarını bir miktar kestikten sonra, bu kısımları arkaya kıvrımak sureti ile meydana getirilir

Vidalı konveyörün en az pahalı ve en basit tipi, vida kısmı bir bütün olarak alınacak yerde parça parça alınması ve sonra bu parçaların merkezi şaft üzerine geçirilmesi ile meydana getirilir. Standart bağlama, içerisi boş bir şaft üzerine kaynaklanmış kısa vida kısımlarından meydana gelmiştir. Bu kısımlar, merkezi şaft üzerine geçirilerek tpit olunurlar. Konveyör şaftı uç kısımlarında güçlendirilmiş olup, bağlama şaftının bir kısmı mil ucu olarak görev yapar. Daha pahalı ve daha iyi bir şekilde yapılmış konveyörler için daha kaliteli askılar, çeşitli tipte spiraller, çeşitli oluk yapıları, daha kaliteli ve daha pahalı yataklar ve daha çok yardımcı parçalar kullanılır [17].

### **Vidalı Konveyör Olukları**

Konveyör olukları genel olarak çelik sac levhalardan yapılır. Standart kısımlarının uzunlukları 2.4, 3.00, 3.6 m kadardır. En basit oluk alt kısmı yarım yuvarlatılmış sacdan, düz olan yan kenarları ise tahtadan yapılmış olanlardır. Bu tip oluklar için çelik kaplama sadece kanadın iki yanı boyunca ve tahta kısımları örtecek şekildedir. Şaftın uygun yataklara oturtulması gerekmektedir. Yatakların ikisi konveyörün alt ve üst plakaları tarafından taşınır. Fakat oluk uzunluğu boyunca askılar konulması da gerekmektedir. Genel olarak her kısım için bir askı vardır. Daha hassas bir şekilde yapılmış askılar ayarlanabilir yataklara sahiptirler ve daha iyi bir şekilde yağlanabilirler. Konveyör ile taşınan madde, askı yatakları ile temas geldiği için, yağ veya gres ile kirlenebilir ve bir sakınca teşkil eder. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için ya yağ emdirilmiş tahta burçlar veya beyaz pikten yapılmış yağlama istemeyen burçlar kullanılır.

Konveyör bitimi için çeşitli tipte yapılarla karşılaşılır. Konveyörün hareket temin eden ucu genel olarak boşaltma yapanucundan farklıdır. Konveyör vidasının hareketi, bir konik dişli tarafından sağlanır. Konveyörlerin her tipinde, uygun olan parçaların seçimi yatırım giderleri, operasyonda karşılaşılan zorluklar, taşınacak maddenin değeri ve problemin diğer özellikleri gözönüne alınarak yapılabilir.

### **Vidalı Konveyörlerle İlgili Hesaplamalar:**

İlk problem vidanın büyüklüğü ve hızıdır. Maddeler tecrübe ile kazanılan yükleme şekli ve maddenin konveyör üzerindeki etkisi gözönüne alınarak beş sınıfa ayrılabilir. Bu bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Kuru küller, kırılmış kuartz, kum vs. gibi çok aşındırıcı maddeler d sınıfının yarı yükü ile çalıştırılırlar [17].

## F: madde faktörü

**a sınıfı maddeler:** hafif ufak taneli, aşındırıcı olmayan maddeler, serbest akan , 480-640 kgr/m<sup>3</sup> yoğunluğa sahip

**b sınıfı maddeler:** orta ağırlıkta, aşındırıcı olmayan maddeler, tanecik veya ufak parçalar halinde olup taneciklerle karışmış, 830 kgr/m<sup>3</sup> e kadar yoğunluğa sahip

**c sınıfı maddeler:** aşındırıcı olmayan veya aşındırıcılığı az olan maddeler, 640-1200 kgr/m<sup>3</sup> yoğunluğa sahip

**d sınıfı maddeler:** aşındırıcılığı az veya hiç olmayan maddeler, toz veya parçalar ile tozların karışımı halinde, 830-1600 kgr/m<sup>3</sup> yoğunluğa sahip

Tablo 4.1 : F' e göre madde sınıflandırması [17]

F: 1,2 a sınıfı	F: 1,4 – 1,8 b sınıfı	F: 2 – 2,5 c sınıfı	F: 3 – 4 d sınıfı
Arpa	Şap, toz	Şap ,parçalı	Boksit
Biralık kuru tahıllar	Baklagiller ,iç	Boraks	Kemik unu
Kömür, toz edilmiş	Kömür, toz ve mucur	Biralık yaş tahıllar	Karbon siyahı
Mısır unu	Kakao taneleri	Ođun kömürü	Çimento
Pamuk çekirdeđi unu	Kahve taneleri	Kömür, elenmiş	Tebeşir
Un	Mısır taneleri	Kömür, linyit	Kil
Kireç ,toz edilmiş	Mısır, öğütölmüş	Kakao	Fluorit
Malt , çimlenmiş arpa	Jelatin tanecikleri	Mantar öğütölmüş	Alçı taşı, kırılmış
Pirinç	Grafit yaprakları	Uçan kül, temiz	Kurşun oksit
Buğday	Kireç , sönmüş	Kireç, sönmemiş	Kireç, ufak parçalı
		Süt, kurutulmuş	Kireçtaşı tozu
		Kağıt hamuru	Asid fosfat, % 7 nemli
		Kağıt kırıntıları	Kum, kuru
		Tuz taneli veya toz	Killi şist, kırılmış
		Tortu, fabrika atığı	Karataş(arduvaz)
		Sabun toz edilmiş	,kırılmış
		Soda	Şeker, ham
		Nişasta	Kükört
		Şeker	Çinko oksit

Vidalı konveyörün çalıştırılması için gerekli güç aşağıdaki eşitlikten bulunur.

$$hp = \frac{C L W F}{4500}$$

**C** : kapasite m<sup>3</sup>/dakika

**L** : uzunluk, m

**W** : maddenin yoğunluğu kg /m<sup>3</sup>

**F** : tablodan kolon başına alınacak faktör



Tablo 4.2: Vidalı Konveyörlerin Kullanım Alanları[17]

<b>Kullanım Alanı Bilgileri</b>	<b>Vidalı Konveyörler</b>
Taşıma Yolu	Yatay veya 15° ye kadar eğimli, 90° ye kadar eğimle kullanılabilir ama kapasite düşer.
Kapasite ton / saat	150
Hız m/ dak	100 rpm ( dönüş/ dak )
Yükleme noktası	Herhangi bir nokta olabilir.
Boşaltma noktası	Oluğun sonundan yada bir kapı kullanılarak ara bir noktadan
Aşındırıcı madde taşınımı	Uygun değildir.

## 4.2 Helezon Sistemi

Helezon ileticiler yaklaşık 2220 yıl önce Archimedes tarafından sulamada kullanılmak üzere pompa olarak geliştirilmiştir. Günümüzde helezon ileticiler çok değişik amaçlar için ve değişik malzemelerin naklinde kullanılan sürekli ileticilerdir. Helezon iletici, ayaklar üzerine oturan, giriş ve boşaltım ağızları bulunan bir tekne teknenin içinde yataklanmış olan boru mil üzerine helezon şeklinde sarılmış iletici kanatlardan oluşmaktadır. Mil bir tahrik sistemi tarafından ( motor, kavrama, dişli kutusu ) tahrik edilmektedir. Teknenin içine dökülen iletim malı ise, kendi ağırlığı ve sürtünme ile teknenin altına oturmakta ve kanatlar vasıtasıyla daima ileriye doğru itilmektedir. Yatay, eğik ve hatta özel durumlarda dik iletimler için de kullanılan helezon ileticiler , aynı zamanda katı – sıvı ayırımıda yapmaktadır. Bu özellikler nedeniyle başlıca; çimento, kireç, şeker, bira fabrikalarında, un değirmenlerinde, şekerleme endüstrilerinde ve çeşitli kimya proseslerinde kullanımları ise günümüzde görülmektedir.

Çalışmamızda ise şimdiye kadar yukarıda saydığımız şekillerde kullanılan mekanizmanın çeşitli avantajları düşünülerek neden arıtmada da kullanılmasının sorusu sorulmuş ve böylece daha önce arıtmada kullanılmayan düzenek oluşturulmuştur. Sistemimizde iletim malı evsel atıksu ile kullanılacak diğer bölümlerde açıklamalarıyla anlatılmış olan nötralizasyon maddelerinden biridir [18].

Standartlarda, taşınacak malzemenin tane büyüklüğü, helezon dış çapı ( D ) ile orantılandırılmıştır ve tane büyüklüğü;  $amax = ( 0,08 - 0,25 ) \times D$  olarak tavsiye edilmektedir.

Helezon taşıyıcılar ile ilgili dizayn parametreleri aşağıda verilmiştir.

1- İletim miktarı ( Q ) ton / saat olarak verilmiştir.

$$Q = ( C . ( \pi . D^2 / 4 ) . h . n . \gamma . \epsilon . k ) . 60$$

Burada;

C = Helezon faktörü

D = Helezon çapı

h = hatve (m)

n = devir sayısı ( devir / dak )

$\gamma$  = yoğunluk ( ton / m<sup>3</sup> )

$\epsilon$  = doldurma derecesi ( % )

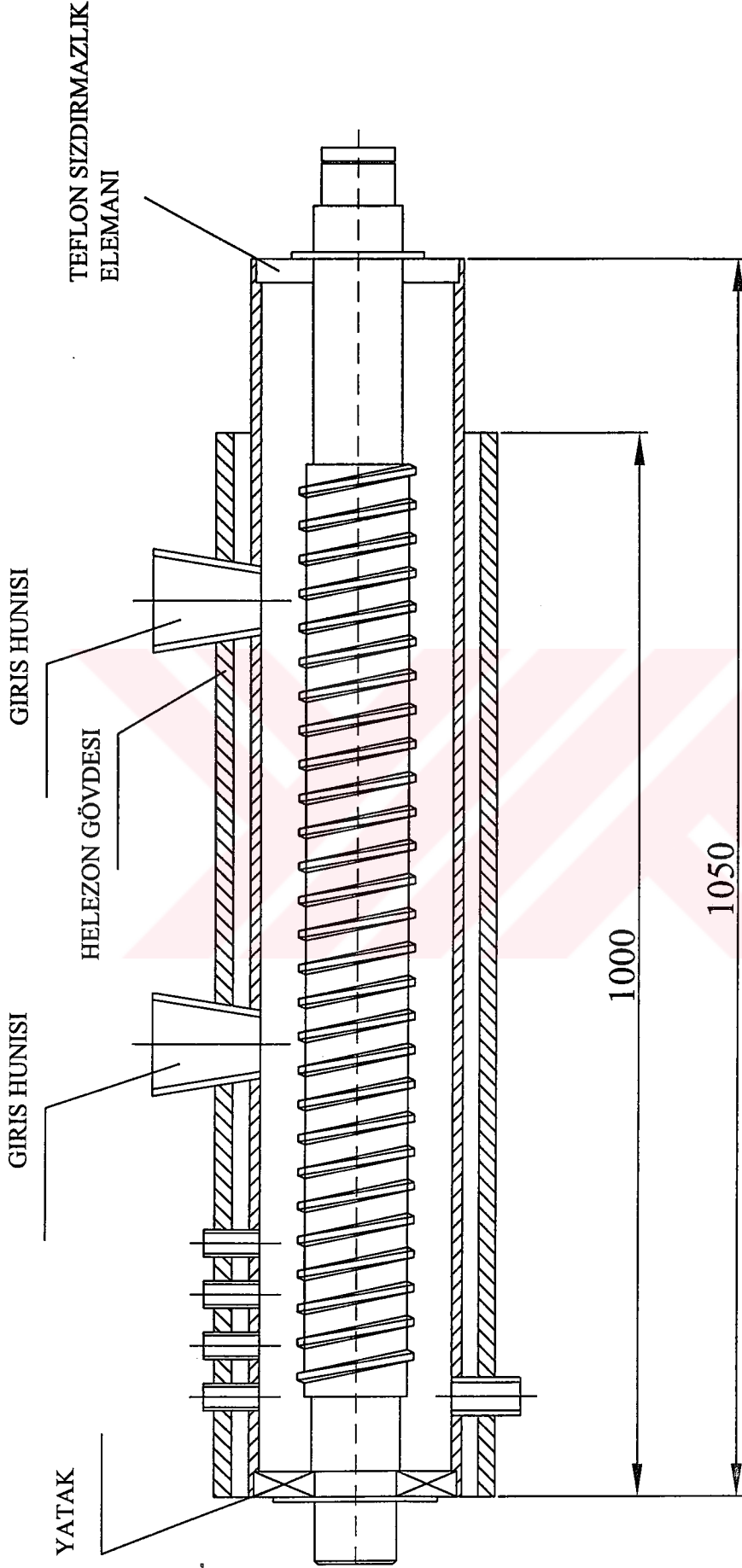
k = eğim faktörü

$h / D = 0,5 - 1,0$  arasında alınır.

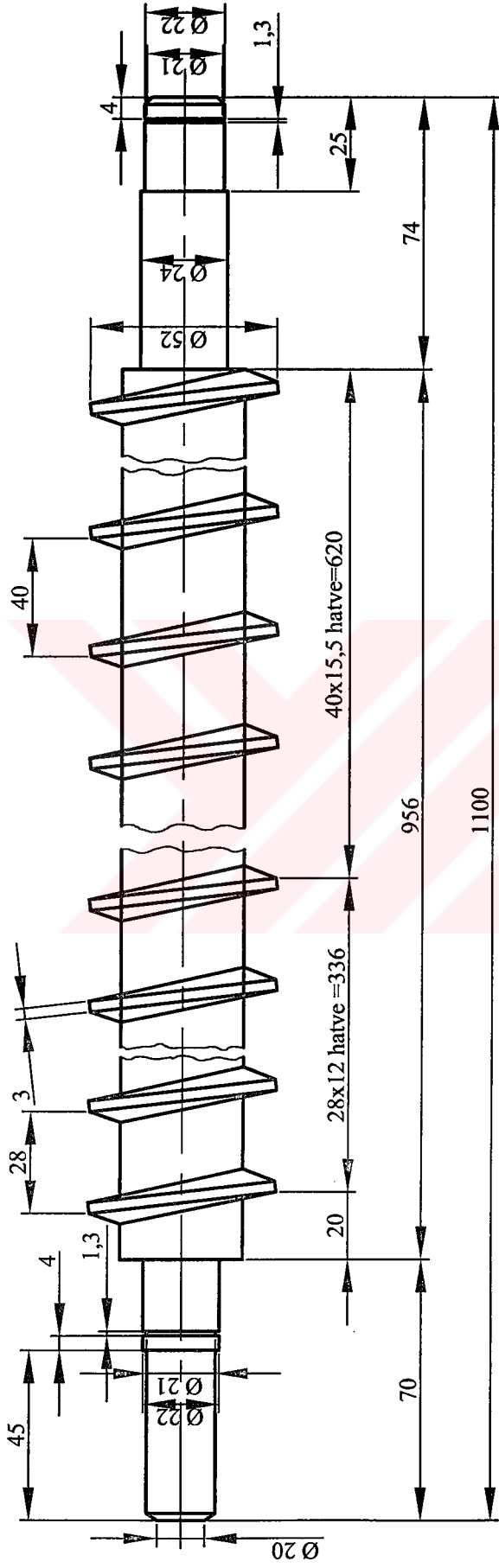
2- İletim hızı ( V ), m / sn olarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V = ( n . h ) / 60$$

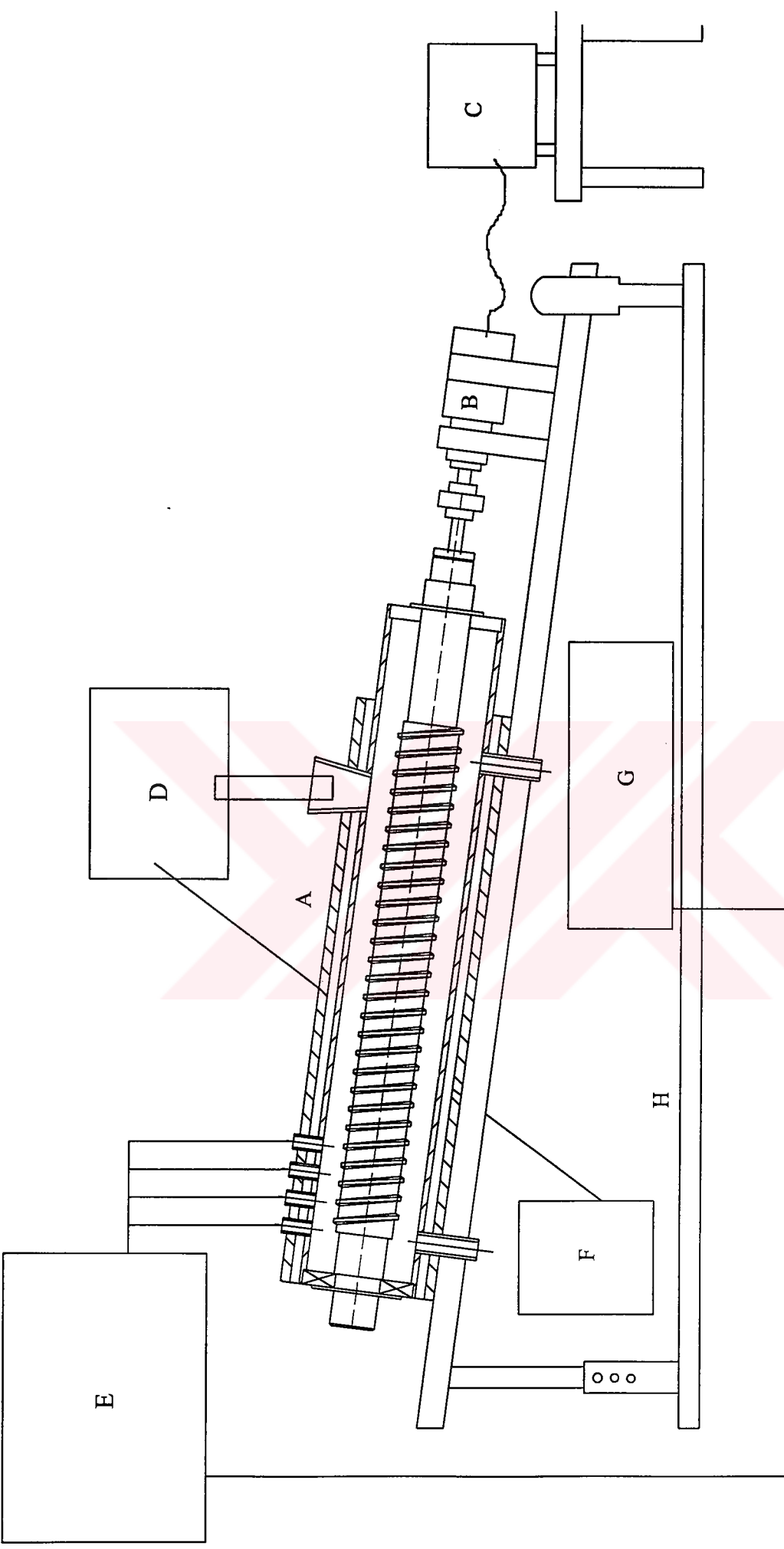




Şekil 4.2 Çözme Helezonunun Komple Resmi [19]



Şekil 4.3 Çift Hatveli Helezon Milimin Teknik Resmi [19]



Şekil 4.4 Tek Kademeli Çözme Helezonu Ve Deneysel Şematik Görünümü

## **BÖLÜM 5 DENEYLERİN YAPILIŞI ve İZLENEN YOLLAR**

### **5.1 Malzeme Alet ve Metod**

Araştırmamızda deneyler iki yönlü gerçekleştirilmiştir.

- 1- Laboratuvar Şartı ( Laboratuvar aletleriyle )
- 2- Yarım Sanayi Şartı ( Kurulan Mekanizmayla )

Kullanılan metod atıksuların arıtılmasında ilk kez kullanılmaktadır. Böyle bir sisteme yönelmenin nedeni ise günümüze kadar evsel, endüstriyel atıksuların tam olarak arıtılması için kullanılan metodlardan ( literatürde belirtilen ) gerekli verimin elde edilemeyişidir. Yani mevcut sistemler günün taleplerine uygun değildir. Öyle ki atıksu, artııcı madde ve temizlenen suyun bir ortamda olması en önemli yetersizliklerden biridir. Ayrıca diğer negatif özellikler ( zaman, kullanım kolaylığı, süreklilik, ekonomi vb. ) gözönüne alınarak helezon metodunun daha olumlu olduğuna karar verilmiştir [20].

Birinci çalışmada yani laboratuvar şartında amaç helezona girmeden önce işlerimizi kolaylaştırmak amacıyla optimum şartları belirlemektir.

Bunun için kullanılan malzeme :

- 1- Kireç taşı
- 2- İstridye kabuğu
- 3- Evsel atıksu

İşlemede sadece bu materyalden faydalanılmıştır. Fakat sürdürülecek çalışmalarda dolomit,serpentinit, kaolin, zeolit, perlit, şeker fabrikasının kireç bazlı atığı gibi malzemeler kullanılacaktır.



**Kullanılan Aletler:**

1-Silindirik cam ve seramik kap ( 250,500,1000 mlt 'lik)

2-Jar test

3-Cadas 30S spektrofotometre

4-Dr.Lange KOİ test kiti

5-pH metre

6-Sartorius marka Tartı

7-Etöv

8-Öğütücü

9-Elek (1mm'lik )

10-Numune kabı ( steril)

11-Dr. Lange Termostat

12-Saf su aleti

**5.2 Laboratuar Deneylerinin Yapılışı**

Öncelikle Adapazarı'nın çeşitli yerlerinden evsel atıksu numuneleri alınmış ve KOİ değerleri ve pH'ı hemen ölçülmüştür. Kullanılacak olan nötralizasyon maddelerinin

pH değerlerini belirlemek için bir ön deney yapılmış ve bunun üzerine istridye kabuğunun standart pH değeri 7.57, kirecin pH değeri 9.65 olarak bulunmuştur.

Laboratuarda evsel atıksuya eklenecek kireç ve istridye kabuğundan 0,1 ile 30 g /lt arasında değişen farklı dozajlardaki miktarlar ayrı ayrı sartorius tartıda ölçülerek, jar teste sokmadan önce 1 lt evsel atıksu ile doldurulmuş kaplara ilave edilmiştir. 1dakika hızlı karıştırma ( yaklaşık 200 devir/dakika ) uygulanmış ve pH değeri tekrar alınmıştır. Sonra 30 dakika yavaş karıştırma safhasına gelinmiş ( yaklaşık 20 devir/dakika) ve bundan sonra atıksu 1 saat çöktürmeye bırakılmıştır. Bu saat sonunda pH tekrar ölçülmüş ve üstteki berrak arıtılmış sudan Dr.Lange KOİ testine konulmak üzere 2 ml alınmıştır. Yapılan ölçümler sonunda hem kireç hemde istridye kabuğu için gereken optimum miktar belirlenerek diğer ölçümler için gereken zemin oluşturulmuştur..

### 5.3 Helezon Sisteminin Parçaları

#### A-Helezon Sistemi:

Helezon sistemi, içinde Şekil 4.3'te gösterilen standartlarda helezonu taşıyan boru ve bağlantı ayrıntılarından oluşur. Tüm düzeneyin ölçülü ayrıntıları Şekil 4.1 ve 4.2 'de gösterilmektedir.

#### B-Helezon Tahrik Ünitesi:

Değişik miktarlardaki evsel atıksu ve nötralizasyon maddesini taşımak, karıştırmak ve arıtımını sağlamak için frekans ayarlayıcı ile birlikte hareket eden bir motordan oluşmaktadır. Kullanılan motor Federal motora ait, 1.5 HP, 1.1 KW, 220-380 V, 4.8-8.8 A, 50 Hz özelliklerine sahip IP 54 F Class bir motordur.

#### C-Frekans Konvertörü:

Helezonda kullanılacak olan devir hızlarını ayarlamak için motor devrini ayarlayan bir frekans konvertörü bağlanmıştır. Ayarlayıcı Siemens MICROMASTER marka 3 faz AC motorlarının hız kontrolünü yapmak üzere tasarlanmış frekans inverteridir.

Saptanan devirler yaklaşık olarak 1-50 arasında oynamaktadır fakat frekans inverteri bunu 0-400 aralığında yapabilmektedir.

D-Nötralizasyon maddesi deposu

E-Evsel Atıksu Deposu

F-Atık Çamur Deposu

G-Aritılmış Su Deposu

H-Helezon Şasisi ve Açık Verme Ünitesi

Bu bölüm, sistemi üzerinde taşıyan şasi ve helezona eğim verebilen bir düzeneden oluşmaktadır. Katı-sıvı ayırımını gerçekleştirmek için helezon açısı (  $0^{\circ}$ - $25^{\circ}$  ) ayarlanabilmektedir. Düzeneç ise 30x30x2 boyutlarında saç profil malzemeden yapılmıştır.

#### **5.4 Helezon Sistemiyle Deneylerin Yapılışı:**

Helezon sisteminde yapılacak deneyler için laboratuvar şartlarında belirlenen optimum şartlardan yararlanılmıştır. Öncelikle helezon şasi ve açı ünitesine yaklaşık  $4^{\circ}$ - $6^{\circ}$  arasında bir açı verilmiştir. Evsel atıksudan yaklaşık 10-12 lt. alınarak 140-160 gr. ıstırdye kabuğu ve 230-270 gr. kireç ile reaksiyona sokulmuştur. Reaksiyonu gerçekleştirmek için frekans ayarlayıcıyla motor deviri yaklaşık 2-5 olarak kabul edilmiştir. Bu şartlar altında yapılan arıtım sonucunda laboratuvar deneylerine yaklaşan verimler elde edilmiştir.

## BÖLÜM 6 DENEYLERLE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

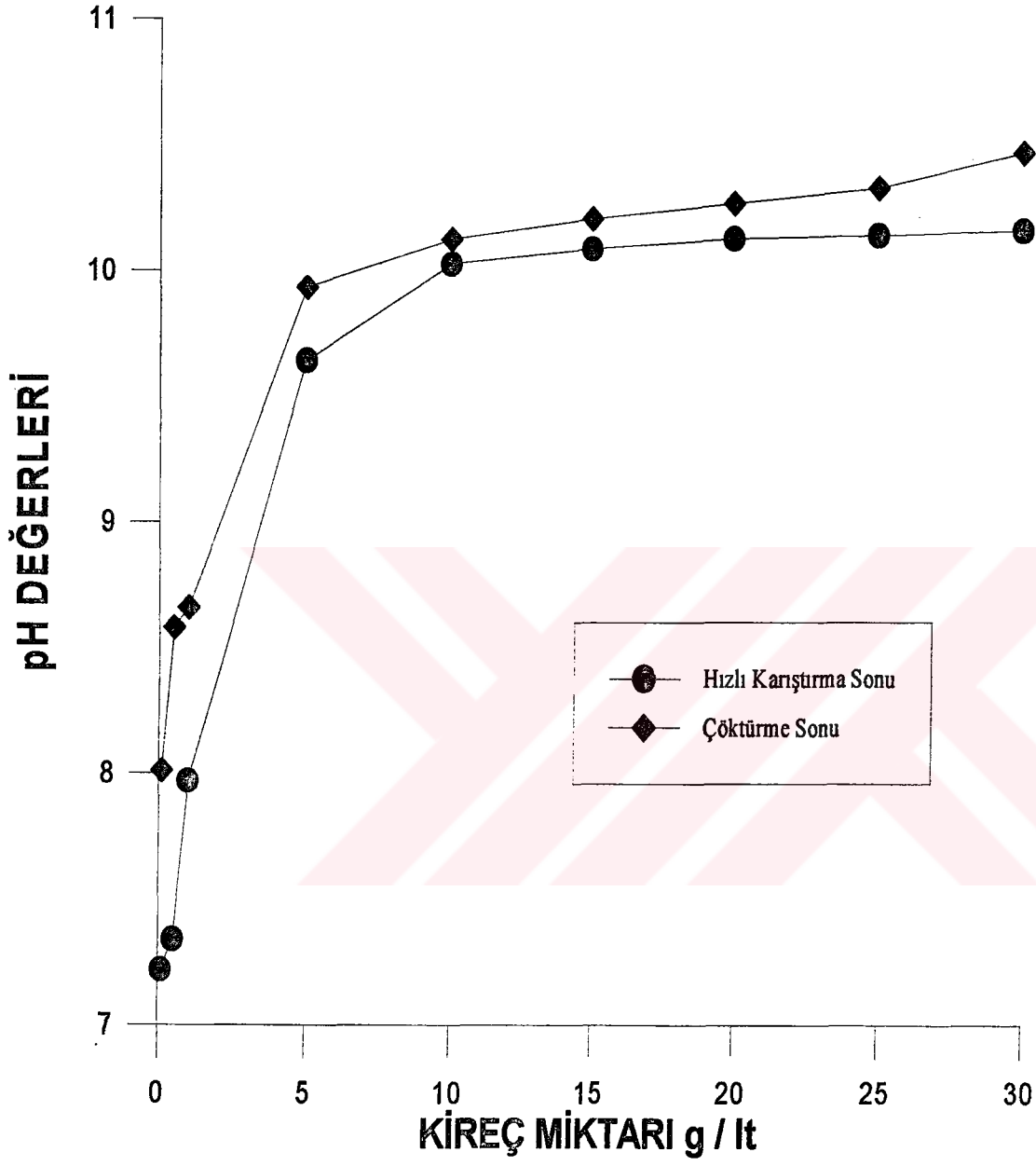
### 6.1 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı Ph Değişimleri

Tablo 6.1 : Kireç İle Yapılan Analizlerin pH Değerleri

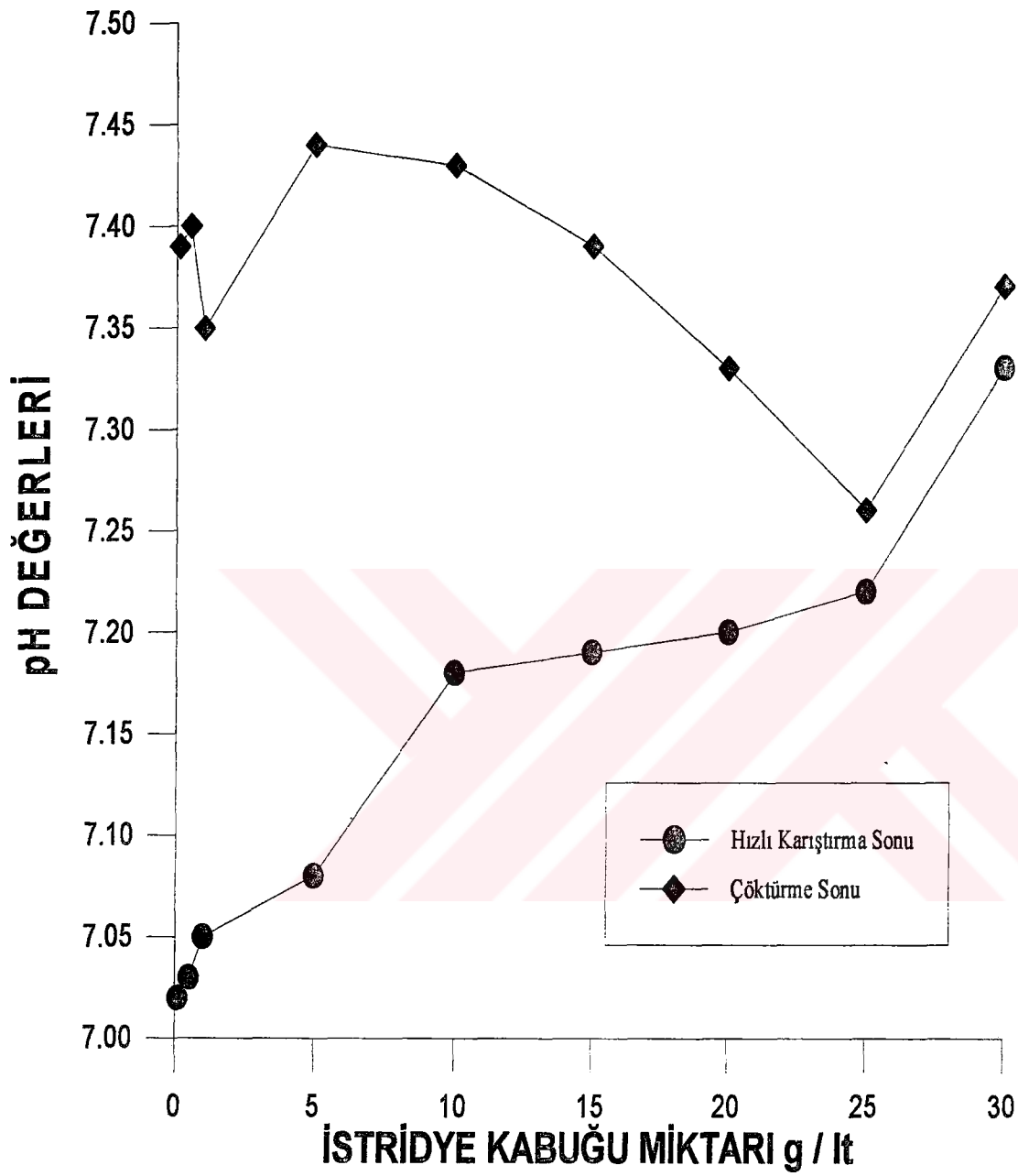
1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN KİREÇ MİKTARI	HIZLI KARIŞTIRMADAN SONRA	ÇÖKTÜRME DEN SONRA
0.1 gr için	7.22	8.01
0.5 gr için	7.34	8.58
1 gr için	7.97	8.66
5 gr için	9.64	9.93
10 gr için	10.02	10.12
15 gr için	10.08	10.20
20 gr için	10.12	10.26
25 gr için	10.13	10.32
30 gr için	10.15	10.46

Tablo 6.2 : İstridye Kabuğu İle Yapılan Analizlerin pH Değerleri

1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN İSTRİDYE KABUĞU MİKTARI	HIZLI KARIŞTIRMADAN SONRA	ÇÖKTÜRME DEN SONRA
0.1 gr için	7.02	7.39
0.5 gr için	7.03	7.40
1 gr için	7.05	7.35
5 gr için	7.08	7.44
10 gr için	7.18	7.43
15 gr için	7.19	7.39
20 gr için	7.20	7.33
25 gr için	7.22	7.26
30 gr için	7.33	7.37



Şekil 6.1: Atıksuya İlave Edilen Kireç Miktarına Göre pH Değişimleri



Şekil 6.2: Atıksuya İlave Edilen İstridyeye Kabuğu Miktarına Göre pH Değişimleri

## 6.2 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı KOİ Değerleri

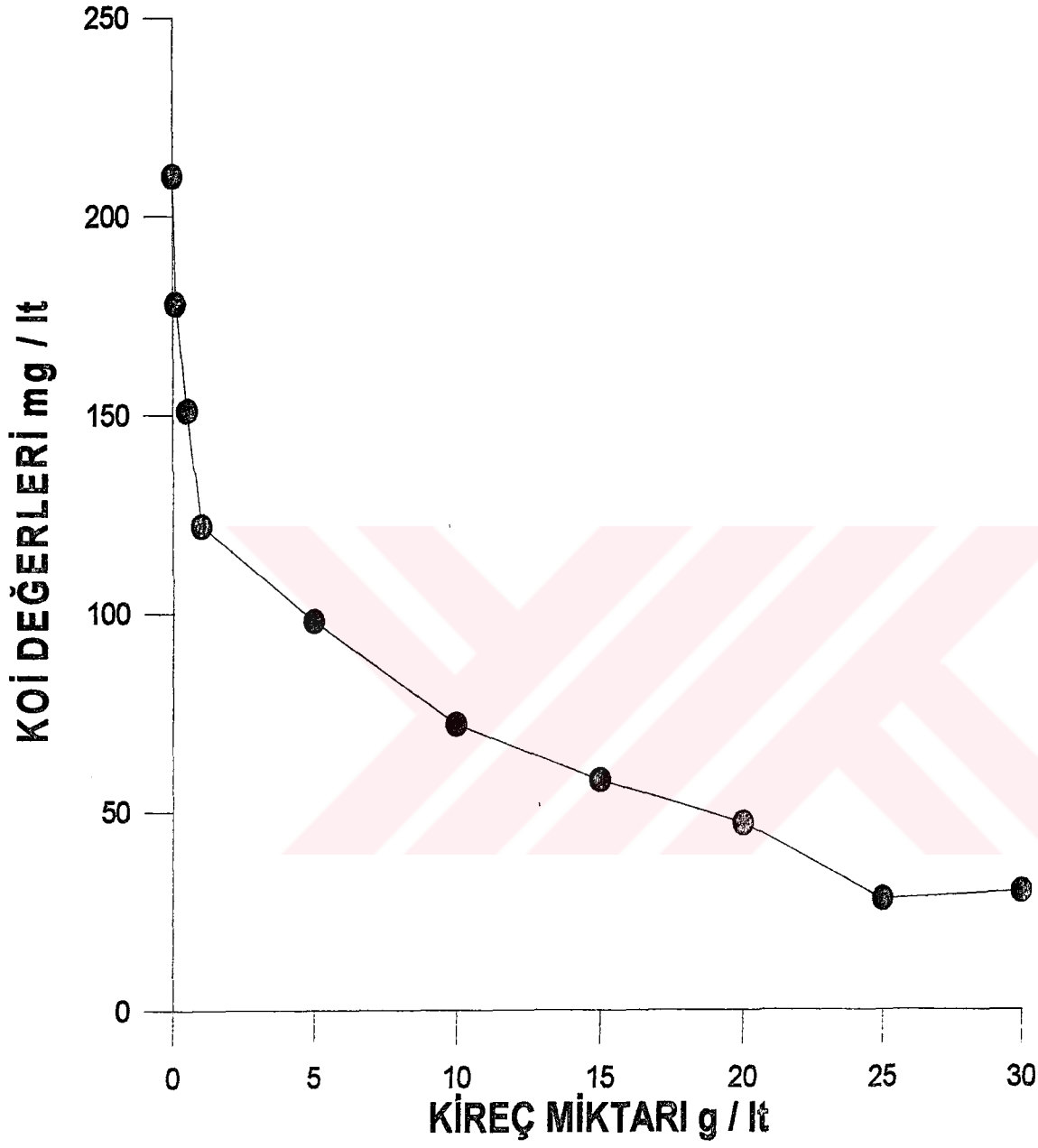
Tablo 6.3 : Kireç İle Yapılan Analizlerin KOİ Değerleri

1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN KİREÇ MİKTARI	KOİ DEĞERLERİ ( mg / lt )
0	210
0.1 gr için	178
0.5 gr için	151
1 gr için	122
5 gr için	98
10 gr için	72
15 gr için	58
20 gr için	47
25 gr için	28.3
30 gr için	30

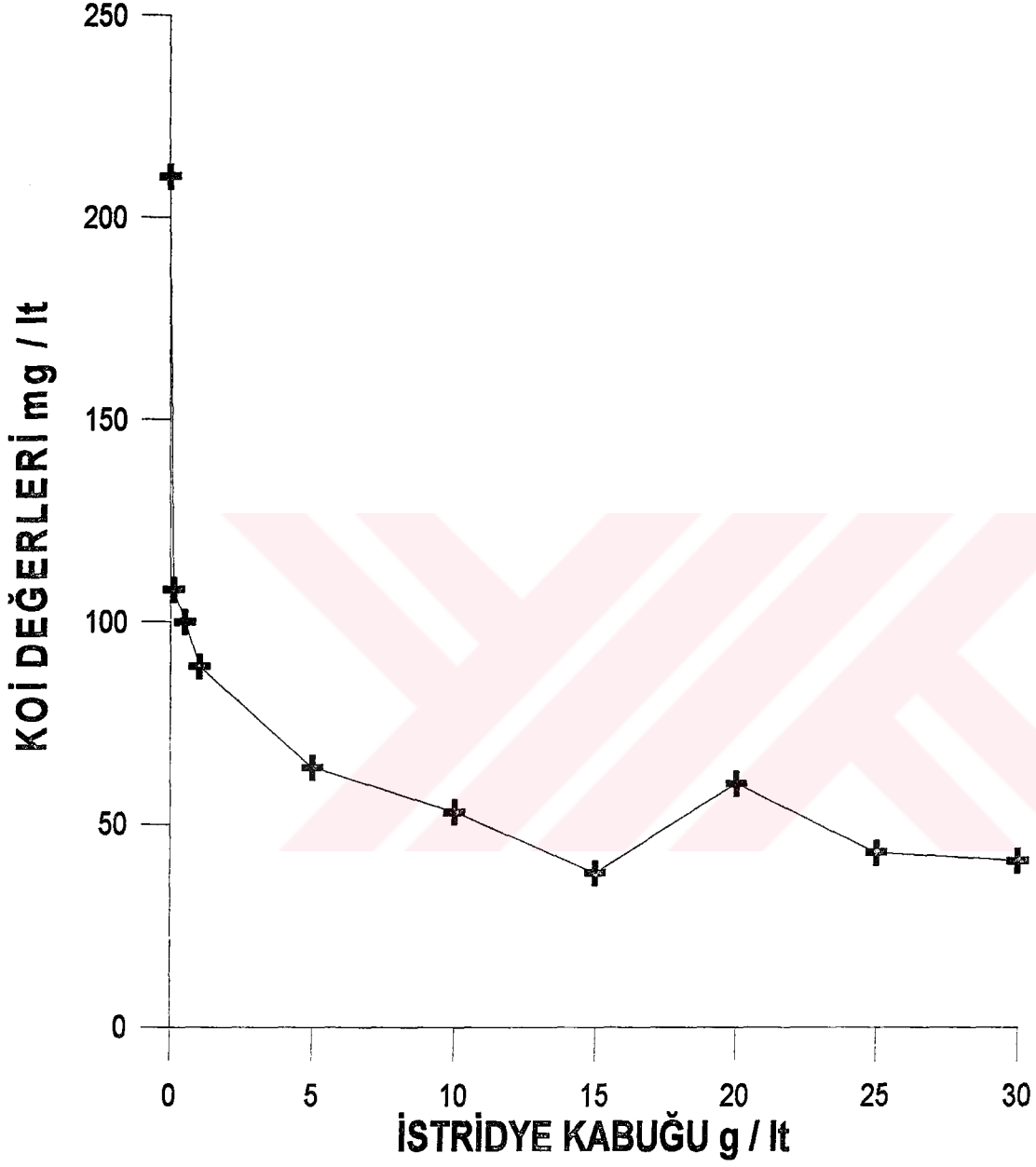


Tablo 6.4 : İstridyе Kabuğu İle Yapılan Analizlerin KOİ Değerleri

1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN İSTRİDYE KABUĞU MİKTARI	KOİ DEĞERLERİ ( mg / lt )
0	210
0.1 gr için	108
0.5 gr için	100
1 gr için	89
5 gr için	64
10 gr için	53
15 gr için	38
20 gr için	60
25 gr için	43
30 gr için	41



Şekil 6.3: Atıksuya Verilen Kireç Miktarına Göre KOİ Değerleri



Şekil 6.4: Atıksuya Verilen İstiridye Kabuğu Miktarına Göre KOİ Değerleri

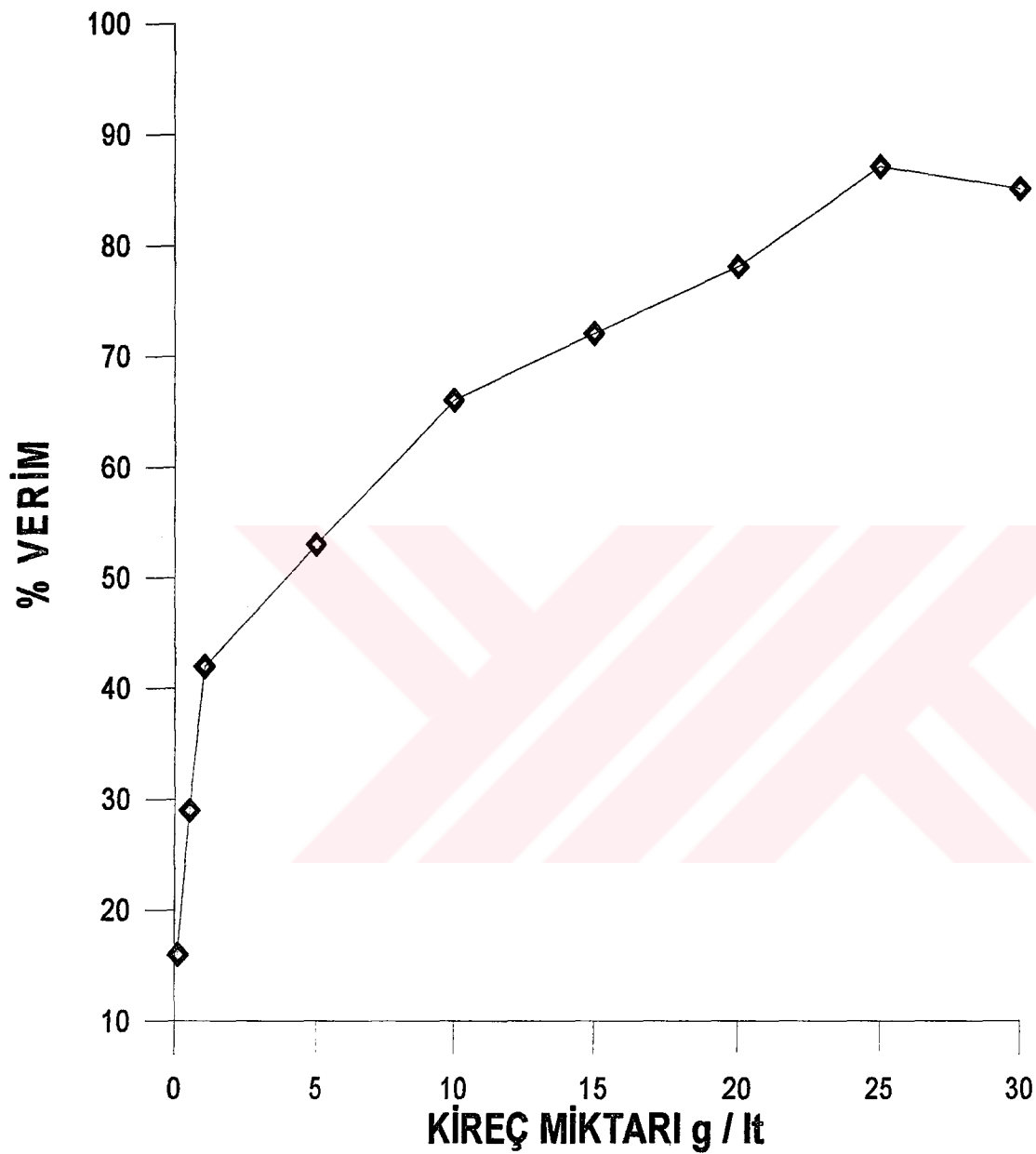
### 6.3 Atıksuya İlave Edilen Madde Miktarına Bağlı KOİ Verimleri

Tablo 6.5 : Kireç İle Yapılan Analizlerden Elde Edilen KOİ Verimleri

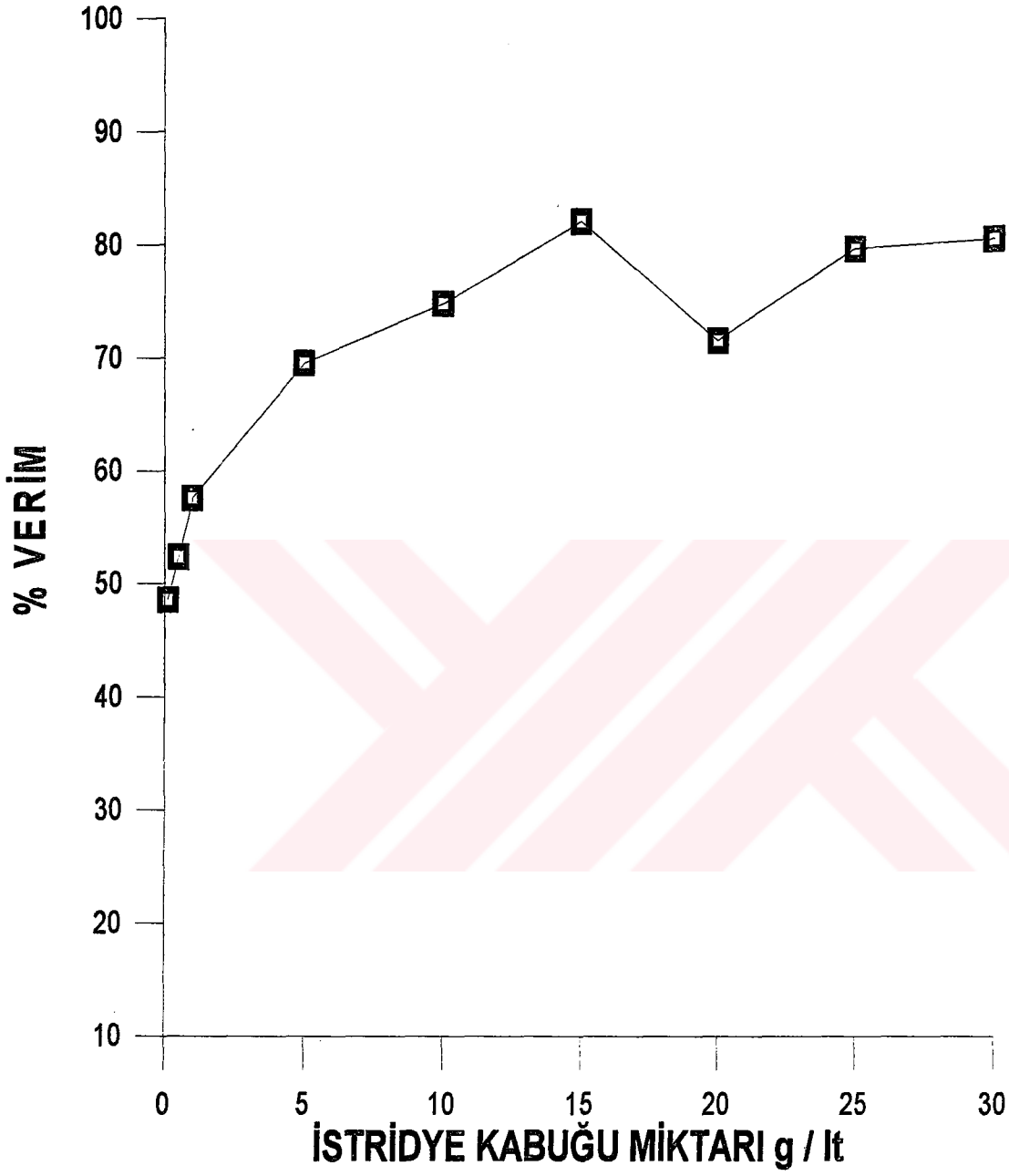
1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN KİREÇ MİKTARI	KOİ VERİMİ (%)
0.1 gr için	16
0.5 gr için	29
1 gr için	42
5 gr için	53
10 gr için	66
15 gr için	72
20 gr için	78
25 gr için	87
30 gr için	85

Tablo 6.6 : İstridyе Kabuğu İle Yapılan Analizlerden Elde Edilen KOİ Verimleri

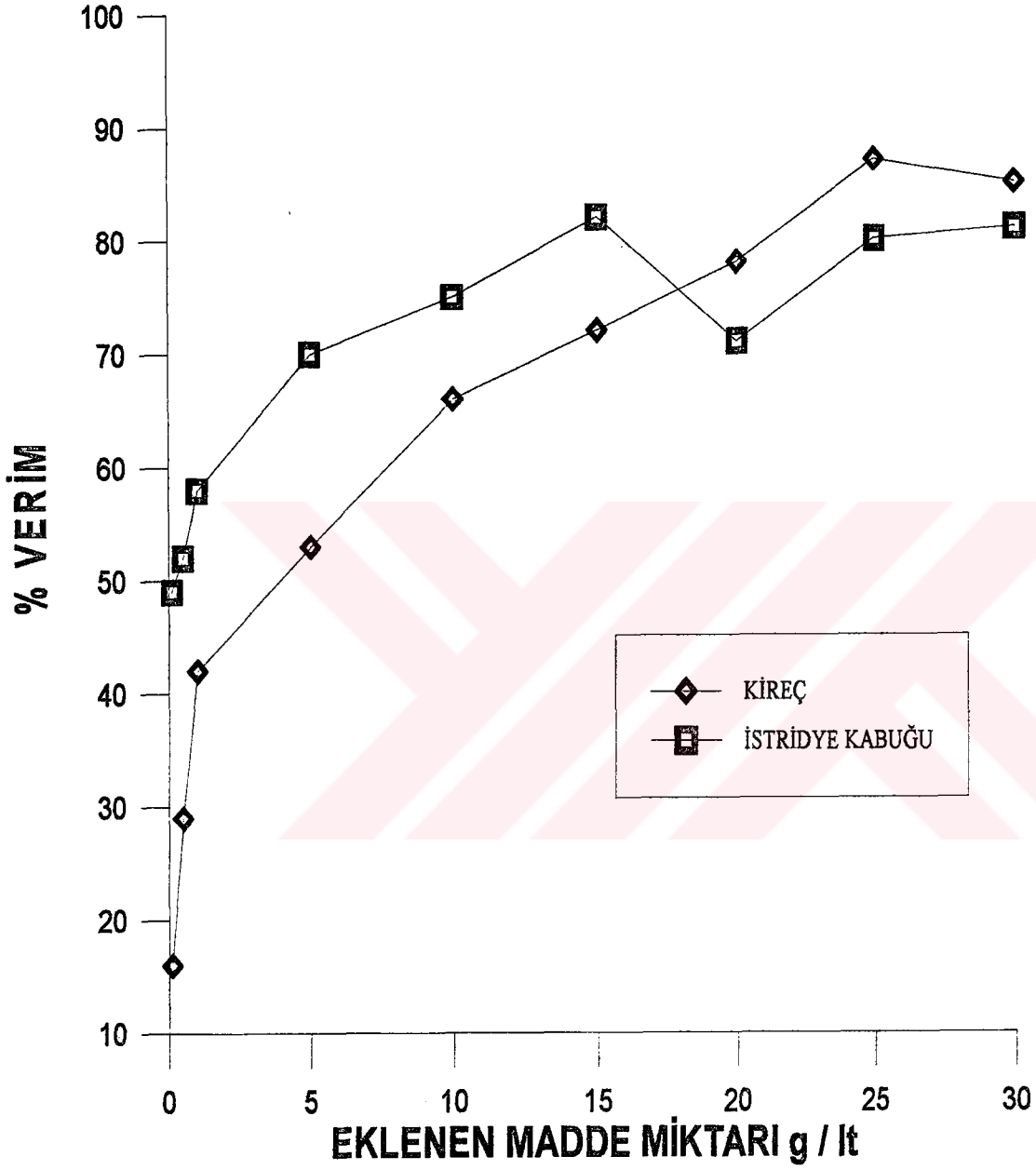
1 LİTRE ATIKSUYA İLAVE EDİLEN İSTRİDYE KABUĞU MİKTARI	KOİ VERİMİ ( % )
0.1 gr için	49
0.5 gr için	52
1 gr için	58
5 gr için	70
10 gr için	75
15 gr için	82
20 gr için	72
25 gr için	80
30 gr için	81



Şekil 6.5: Atıksuya Verilen Kireç Miktarına Göre Elde Edilen Verim

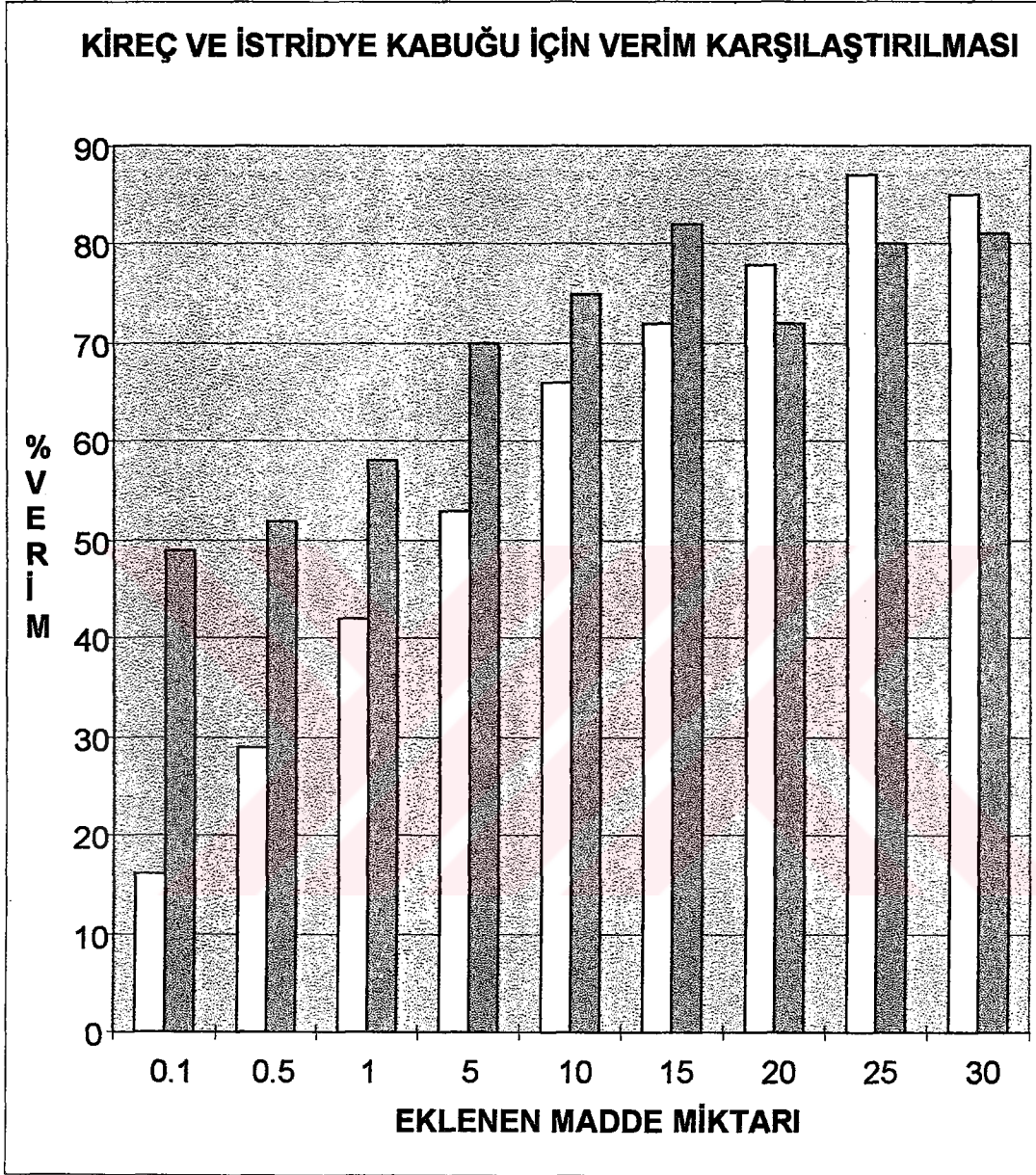


Şekil 6.6: Atıksuya Verilen İstiridye Kabuğu Miktarına Göre Elde Edilen Verim



Şekil 6.7: Elde Edilen Verimlerin Karşılaştırılması





ŞEKİL 6.8 : Verimlerin karşılaştırılmasının grafik olarak sunumu

## BÖLÜM 7 TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmamız sonucunda ortaya en önemli sonuç tek kademli çözme helezonu ile evsel atıksuların istenilen verimi elde edecek şekilde arıtılabilmesidir. Diğer arıtma sistemlerine göre helezon sisteminin artıları şöyle sayılabilir [19-20-21-22]:

-Bilindiği üzere evsel atıksuyun arıtılmasında kullanılacak maddeler aktif maddelerdir. Zaten kullanılmalarındaki amaçta onların bu aktifliğinden yararlanarak kirliliği bünyelerine almalarına imkan vermek ve atıksuyu temizlemektir. Fakat aktiflik kirliliği bünyeye aldıkça ( doygunluğa eriştikçe ) azalır. Klasik arıtma sistemlerinde atıksu, arıtıcı madde ve arıtılmış su biraradadır. Helezon sisteminde ise arıtılan su direkt olarak dışarı çıkmakta, istenilen verime erişilmemişse geri döngü ile geri verilmektedir. Bu da diğer metodlara göre 2-3 kat zaman kazanımı demektir.

-Şimdiye kadar hiç kullanılmamış yeni bir yöntemdir. Ayrıca basit ve ucuz maliyeti avantajını arttırır.

-Nötralizasyon maddeleri olarak kireç başta olmak üzere ıstıridye kabuğu, perlit, zeolit, serpentinit, dolomit, taş ocağı atık kireçtaşı gibi materyallerin kullanılacak olması hem işletme maliyetini azaltması hem de oluşacak atık çamurun bileşimini zenginleştireceğinden gübre ve dolgu maddesi olarak kullanım alanını arttırmaktadır.

-CaCO<sub>3</sub>'lü bileşiklerin atıksu ile karşılaştıklarında ısı çıkacağından yani reaksiyon ekzotermik olduğundan ayrıca sisteme ısı verme ihtiyacı kalmaz bu da bir avantajdır.

-Sistem sürekli . Sürekli olması sistemin hızlı işlemesi açısından önemlidir.

-Sistem geri döngülüdür. Kullanılan nötralizasyon maddesi aktivasyonunu yitirinceye kadar sistemde dolaşır. Atıksu ise ilk helezon geçişinde gerekli verimi sağlanamazsa tekrar sisteme geri gönderilerek tam verime ulaştırılır.

-Amacımız olan sürekli ve atıksız teknolojiye ulaşmaya en yakın olan sistem kullanılandır.

Araştırmaların daha ileri aşamalarında yapılması gerekenler ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Tek kademeli çözme helezonunun boyu daha fazla arttırılarak optimum çözme boyu ve  $h/D$  oranı araştırılmalıdır.
- Yeni yöntem daha da geliştirilerek farklı alanlarda örneğin içme sularında kullanılabilir.
- Bu yöntem farklı fazlardaki atıkların temizlenmesinde örneğin: katı-sıvı, sıvı-sıvı, gaz-gaz, katı-katı vb. şekilde kullanılabilir.



## KAYNAKLAR

- [1]- Dumlu.G., Kirli Sular ve Analiz Metodları, DSİ Basım ve Fotofilm İşletme Müdürlüğü Matbaası, s:1-17 , Ankara, 1979
- [2]- Dursun A., Damlatmalı Filtreler, İller Bankası Yayınları, No:43, s: 8-33, Ankara, 1984
- [3]- Curi K ,Velioglu S.G., Bogaziçi Mühendislik Fakültesi Teknik Sistem Araştırmaları Enstitüsü Çevre Sorunları Çalışma Grubu Kurs Notları, s: 11-17, İstanbul, 13-18 Ekim 1980
- [4]- Muslu Y., Atıksuların Arıtılması, Cilt 1, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, s: 350-370, İstanbul, 1996
- [5]- Curi K., Biyolojik Arıtma , Atıksu Arıtma Sistemleri , T.M.M.O.B Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Editör Kocasoy G., s: 141-150, İstanbul, 1991
- [6]- Baban A., Biyolojik Arıtma Sürecinde Mikroorganizma Davranışı, T.M.M.O.B Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Editör Kocasoy G., s: 211-217, İstanbul, 1991
- [7]- Kargı F., Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 2. Baskı, s: 162-173, İzmir, 1995
- [8]- Tünay O., Kimyasal Arıtma, Atıksu Arıtma Sistemleri , T.M.M.O.B Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Editör Kocasoy G., s: 119-135, İstanbul, 1991
- [9]- Eroğlu V., Su Tasfiyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, s: 80-94, 4. Baskı, İstanbul, 1995
- [10]- Aral.N., Arıtma Çamurlarının Kireçle Stabilizasyonu, Doğa Dostu Ürünlerle Çevre Kirliliği Kontrolü, s: 55-57, Adapazarı, 1998
- [11]- Lokman L., Doğa Dostu Kirecin Çevre Kirliliğinin Giderilmesindeki Genel Rolü, Doğa Dostu Ürünlerle Çevre Kirliliği Kontrolü, s: 9-15, Adapazarı, 1998
- [12]- Alpaslan N., Eysel Atıksuların Kireçle Arıtılabilirliği, Çevre Korumasında Kireç, Editör: Curi K. , S:42-48, İstanbul,1997
- [13]- Kocasoy G., Atıksuların Arıtılmasında Kirecin Kullanılması, Çevre Korumasında Kireç, Editör: Curi K. , S:19-30, İstanbul,1997

- [14]-Schantschabel P., Die Methoden zur Bestimmung des Kalkbedarfs im Baden, Zeitschrift für Pflanzenernahrung , Düngung und Badenkunde, V:54, No:2, 1951
- [15]- Alosmanov M.S., Kopulev B.A., Sanayi Atıklarının ve Doğal Kaynaklı Atıkların Değerlendirilmesi Tekniği, Kimya Sanayi Dergisi,s: 18-47, Moskova, 1986
- [16]- Vetter H., Ist eine Starkere Aufkalkung unserer Ackerbaden Zweckmassing? Weser.Ems. 1969
- [17]- Çataltaş İ., Kimya Mühendisliğine Giriş, İnkılap Kitapevi, s:797-825, İstanbul, 1985
- [18]- Demirsoy M., Transport Tekniği, Birsen Yayınevi, s:439, İstanbul, 1984
- [19]- Ediz N., 5Tinkal Cevherinin Zenginleştirilmesi ve Borlu Suların Arıtılmasında Tek Kademeli Çözme Helezonunun Kullanımı, Doktora Tezi, T.C. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,s:69-93, Haziran 1999
- [20]-Rebinder P.A., Evsel Atıksuların Fizikokimyasal Metodla Arıtılması, s:362-367, Moskova, 1986
- [21]- Galle R.R., Evsel Atıksuların Arıtılması İçin Teknik Yöntem, Cilt 1, s:30-33, 1956
- [22]- Seyfettinoğlu M.A., Ediz N., Treatment of Industrial Wastewater Containing Various Chemical Matters, Environmental Issues And Waste Management İn Energy and Mineral Production, ODTÜ, Paşamehmetoğlu and Özgenoğlu(eds), s:679-682, Rotterdam,1998

## ÖZGEÇMİŞ

Asude ATEŞ , 1975 yılında Sakarya'nın Adapazarı merkez ilçesinde doğdu. İlkokulunu Sakarya Sabihahanim İlkokulunda tamamladı. Ortaokul ve Liseyi Sakarya Anadolu Lisesinde bitirdikten sonra 1993 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden 1997 yılında mezun oldu. Yine Şubat 1998'de Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Programına başladı. Bir süre Sakarya İl Çevre Müdürlüğünde çevre mühendisi olarak görev yaptıktan sonra Aralık1998'de Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümüne Araştırma Görevlisi olarak girdi ve halen bu görevini sürdürmektedir.