

ATIK SULAR VE TEMİZLENMELERİ

Turgut GÜNDÜZ*

İnsan yaşamıyla ilgili (antropojenik) kaynaklardan kanalizasyon sistemine verilen suların toplamına atık sular denir. Bunlar bir yerleşim biriminin birçok pisliğinin bir araya geldiği son derecede kirlı sulardır. İçlerinde suda çözünen tuzların, asitlerin bazıları yanı sıra, suda çözünmeyen katılar, sıvılar, süspansiyonlar, emülsiyonlar ve ayrıca çok çeşitli türde zararlı bakteriler bulunur. Böyle suların temizlenmesine ilk defa, 1870 yılında ABD'de başlanmıştır.

Zamanımızda, gelişmiş ülkelerde, atık suların çok büyük bir kısmı temizleme işlemine tâbi tutulur. Temizleme başlıca üç kademe yapılır. Ancak her temizleme üç kademeli değildir. Bazı temizlemeler birinci kademe, bazıları da ikinci kademe bırakılabilir.

Birinci kademe, atık sulardaki katı parçacıklar (organik ve inorganik) ayrılır ve atık sular, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (biochemical oxygen demand, BOD) daha az olan bir su haline getirilir.

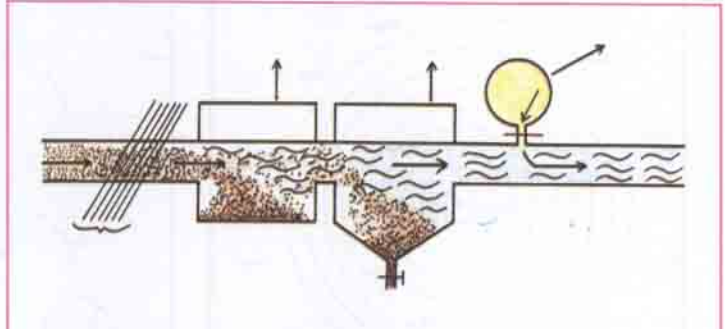
İkinci kademe, atık suların biyolojik oksijen ihtiyacı daha da düşürülür; yani atık sular organik maddelerden büyük oranda temizlenir. Ancak, süspansiyon ve emülsiyon halindeki maddelerle, suda çözünen maddeler ortamda kalır.

Üçüncü kademe ise, atık sularda süspansiyon halinde bile parçacık kalmadığı gibi suda çözünen organik ve inorganik maddelerin de hemen hepsi ayrılır. Böyle bir ayırmada başlıca üç metot kullanılır. Bunlar, a) biyolojik, b) kimyasal, c) fiziksel metotlardır.

Üçüncü kademe temizlemeye ileri temizleme de denir. Bu kademeden sular, şehir su şebekesine verilebilir. Her kademe temizlemede özet olarak şunlar yapılır:

BİRİNCİ KADEME TEMİZLEME

Birinci kademe temizleme, geniş tank veya havuzlarda yapılır (Şekil 1). Atık sular, havuz veya tanka alınmadan önce ince delikli bir ızgaradan geçirilerek içinde bulunan kaba organik (dışkı) ve inorganik maddeler (büyükçe kum, çakıl gibi) süzülür. Süzülen sular geniş bir tanka alınır ve tankta içinde bulunan daha küçük organik ve inorganik maddeler dinlendirmeye köktürülür. Bundan sonra sular daha derin ikinci bir tanka alınır. Burada, sularda bulunan daha da küçük parçacıklarla, süspansiyon ve emülsiyon



Şekil 1: Birinci kademe kirlı su temizleme sistemi.

yon halinde bulunan parçaların büyük bir kısmı köktürülür. İkinci basamak temizleme işlemi yapılmıyacaksa bu sular klorlanarak nehir veya başka bir yatağa pompalanır. Klorlamayla böyle sularda bulunan zararlı bakteriler yok edilir.

Birinci kademe temizlemeden sonra, nehir veya başka bir kaynağa verilen sularda, katı halde, gözle görülür parçacıklar kalmadığı gibi, süspansiyon ve emülsiyon halinde bulunan parçacıkların da yaklaşık % 60'ı köktürülmüş olur. Bu süzülerek ayrılan katı parçacıklar ve köktürülen süspansiyon ve emülsiyonlarla azotlu bileşiklerin % 20'si, fosforlu bileşiklerin de % 10'u ayrılmış olur. Bütün bunlardan sonra, atık suların biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) yaklaşık % 35 düşürülmüş olur. Ancak, bu suların biyokimyasal oksijen ihtiyacılarının % 35 düşürülmesi, onların temiz kullanılabilir olması anlamına gelmez. Zira bunların biyokimyasal oksijen ihtiyacı yüzlerle ve bazı hallerde binlerle ifade edilecek kadar yüksektir. İncelenebilir bir suyun biyokimyasal oksijen ihtiyacı en çok 5 mg/l'dir. Bu da gösteriyor ki, atık sular için birinci kademe temizleme yeterli değildir; ama çok önemlidir. Bugün ABD gibi gelişmiş ülkelerde bile, temizlemenin sadece bu kademesini yapan birçok tesisler vardır.

İKİNCİ KADEME TEMİZLEME

İkinci kademe temizleme, daha çok biyolojik prosesler (doğal degradasyon prosesleri) üzerine kurulmuştur. Bu proseslerle kirlı suların biyokimyasal oksijen ihtiyacı daha da düşürülür. Bunun için, başlıca iki proses geliştirilmiştir. Birinci processte, kirlı sular, iri tanelli çakıl ve taşlardan yapılan 1-3 m kalınlığındaki bir tabakadan süzülür. Bu süzülme esnasında bakteriler çakıl ve taşlar üzerinde toplanarak çoğalır ve suda süspansiyon ve emülsiyon halinde bulunan organik maddeleri kullanarak, suyun biyolojik oksijen ihtiyacını büyük ölçüde düşürürler. Kirlı sular böyle bir tabakadan veya filtreden (aktive edilmiş tabaka) geçtikten sonra, filtre tabakasının altında bulunan borulardan dışarı alınır. Bu temizlemede en önemli husus, organik maddelerin geniş yüzeyli taş ve çakıllar üzerinde absorbe olması ve bak-

* Prof.Dr., A.Ü. Fen Fakültesi Kimya Bölümü Ankara.

terilerin çoğalması için iyi bir ortam hazırlanması ve çoğalan bakterilerin de bu maddeleri parçalamalarıdır. Kirli suları temizleyen esas proses budur. Tabakanın üst kısımlarında daha çok aerobik, alt kısımlarındaysa daha çok anaerobik bakteriler ürer ve parçalanma hem aerobik, hem de anaerobik olarak devam eder. İkinci proseste, kirli suyun BOD değeri % 80 düşürülür (Organik madde % 80 azalır). Bu kademedeki temizleme, bazen kirli sulara aktive edilmiş veya içi bakteri dolu çamur katılarak da yapılır. Bunun için çamur, kirli suyla karıştırılır ve içinden basınçlı hava geçirilir. Böylece, aktive edilmiş çamur, kirli su ve oksijen birbirleriyle çok iyi temas eder. Temas süresi, birkaç saat devam eder. Bu süre içinde organik maddeler, bakteriler tarafından parçalanır. Böyle bir reaksiyon basit olarak, organik madde + O₂ + Bakteri - CO₂ + NH₃ + H₂O + Enerji (1) şeklinde gösterilebilir.

Yakın bir geçmişte yapılan bir değişiklikle, böyle bir proseste hava yerine saf oksijen kullanılmış ve havayla olduğundan, çok daha iyi sonuç elde edilmiştir. Böylece, saf oksijen kullanılarak birim hacimdeki bakteri konsantrasyonu artırılmakta ve dolayısıyla temizleme daha etkili hale getirilmektedir. Bu şekilde sisteme verilen oksijenin % 90'ı bakteriler tarafından kullanılırken, hava gönderme sisteminde oksijenin ancak yüzde 5-10'u kullanılabilir. İşlem görmüş sular havalandırma veya saf oksijen gönderme tankından, dinlendirme tankı denen ikinci tanka alınır. Bu tankta aktive edilmiş çamur dibe çöker ve üzerindeki su alınır. Alınan su, doğal sulara karıştırılır veya üçüncü kademe temizleme işlemine tâbi tutulur. Dinlendirme tankında dipte toplanan aktive edilmiş çamur, tekrar kullanılmak üzere ikinci parti kirli suya gönderilir.

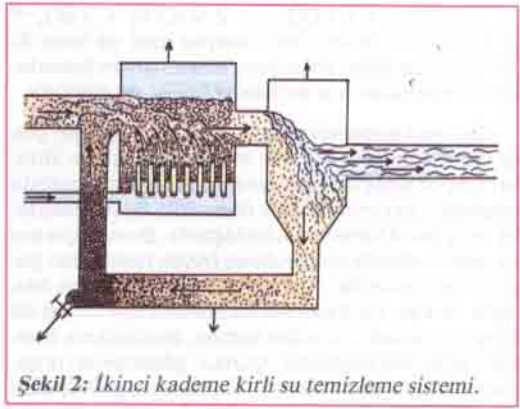
Birinci ve ikinci kademe temizleme işlemlerinden sonra atık suların özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

ÜÇÜNCÜ KADEME TEMİZLEME

Üçüncü kademe temizleme (ileri temizleme) genellikle çok az uygulanır. ABD gibi ileri ülkelerde bile bu uygulama % 3-5'i geçmez. Çünkü birinci ve ikinci kademe temizlemelerinde suların BOD değerleri çok düşürülmüş ve zararlı bakteriler yok edilmiştir. Ancak, böyle sular hâlâ bir miktar süspansiyon ve bol miktarda su da çözünen organik ve inorganik maddeler ihtiva eder. Su kalitesinin istenen düzeyde olması isteniyorsa bu maddelerin de uzaklaştırılması gerekir. Uzaklaştırılacak maddeler başlıca dört gruba ayrılır.

- 1) Süspansiyonlar
- 2) Çözünmüş organik maddeler
- 3) Çözünmüş tuzlar
- 4) Çözünmüş mineraller

Süspansiyonlar (parçacıklar) daha çok aktive edilmiş çamurdan gelir. Dinlendirme kabında her ne kadar çöktürme yapılıyorsa da gene de

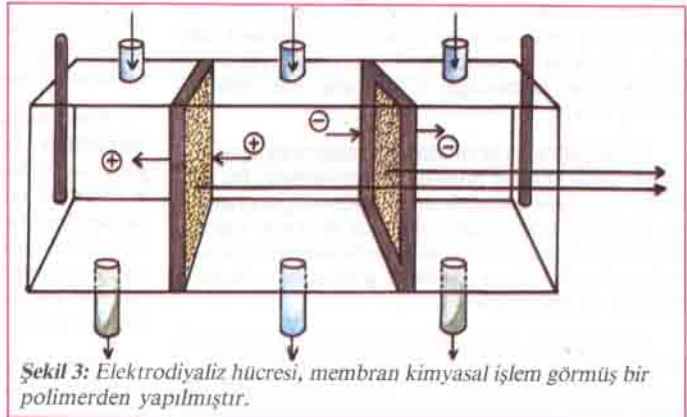


Şekil 2: İkinci kademe kirli su temizleme sistemi.

bir miktar süspansiyon halindeki parçacıklar üçüncü basamağa geçer ve çöktürülmeleri gerekir. Bunlar bu kademedeki uygulanacak öteki işlemleri (elektrodiyaliz veya ters osmoz) güçleştirirler. Onun için bu süspansiyonların uzaklaştırılması gerekir. Bu amaçla başlıca alum (alüminyum sülfat) Al₂(SO₄)₃ 12 H₂O kullanılır. Alum kalevi ortamda;

Tablo 1: Birinci ve İkinci Kademe Temizlemeden Sonra Atık Suların Özellikleri

ATIK SULARIN ÖZELLİKLERİ	BİRİNCİ KADEME (Azalma)	İKİNCİ KADEME (Azalma)
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD)	% 35	% 90
Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD)	%30	% 80
Organik maddeler	% 20	% 60
Süspansiyonlar	% 60	% 90
Toplam azot	% 20	% 50
Toplam fosfor	% 10	% 30
Tuzlar	—	% 5

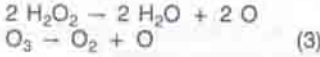


Şekil 3: Elektrodiyaliz hücresi, membran kimyasal işlem görmüş bir polimerden yapılmıştır.

$Al_2(SO_4)_3 + 6 HCO_3^- \rightarrow 2 Al(OH)_3 + 3 SO_4^{2-} + 6 CO_2$ (2) reaksiyonu cereyan eder ve kaba Al(OH)₃ parçacıkları çökerken, süspansiyon halindeki katı maddeleri de birlikte sürükler ve çöktürür.

Üçüncü kademeye gelen kirlı sular içinde, çok az oranda da olsa organik maddeler bulunur. Bunların da uzaklaştırılması gerekir. Bu işlem, özellikle toksikoloji bakımından çok önemlidir. Böyle maddeler en iyi aktif karbonla uzaklaştırılır. Bunun için sular, aktif karbonla doldurulmuş büyük tanklardan geçirilir veya süzülür. Kullanılan karbon granüle halindedir. Ancak, toz halindeki karbonun kullanılması da araştırılmaktadır. Granüle karbon, absorplama özelliğini zamanla kaybeder. Çünkü, gözenekleri organik maddeyle dolar (tıkanır). Bu duruma gelmiş olan granüle karbon, rejenerasyon edilir. Rejenerasyon için halen birkaç metot kullanılmaktadır.

Çözünmüş organik maddeler, kimyasal olarak da uzaklaştırılabilir. Bunun için, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve ozon (O₃) kullanılır. Her iki maddeden de atomik oksijen açığa çıktığından, organik maddeleri çok kolay yükseltir:



Bu iki madde, kötü kokuları, renkli maddeleri ve patojenik (hastalık yapan) organizmaları da yok eder.

Kirlı sularda azotlu ve fosforlu bileşiklerin bulunması ötrofikasyona sebep olduğundan, iyi değildir. Bunların da uzaklaştırılması gerekir. Böyle sularda fosfor, genellikle fosfat halinde bulunur ve çöktürülerek ayrılır. Süspansiyon halindeki parçacıkları çöktürmede kullanılan alüminyum sülfat (alum) bu arada fosfatı da çöktürür.



Alüminyum fosfat da öteki çökelekler gibi kabın dibinde toplanır.

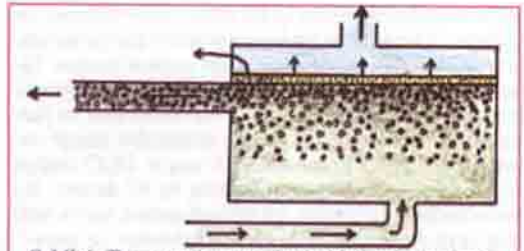
Azotlu bileşiklerin uzaklaştırılması, azotun ortamda ne halde bulunduğuna bağlıdır. Örneğin, amonyum iyonu NH₄⁺ şeklindeyse, suyun pH'ı yedinin üstüne çıkarılır. Bu pH da,



reaksiyonu cereyan eder ve amonyak serbest hale gelir. Böyle bir suyun pH'ı 10 yapılır ve içinden hava geçirilirse, amonyağın % 85'i ortamdaki uzaklaştırılmış olur.

Amonyaklı sulu ortamdaki uzaklaştırmak için, son zamanlarda yeni bir proses denenmektedir. Bu proseste, amonyak bazı bakterilerle yükseltgenerek nitrat haline (nitrifikasyon), nitrat da bir kısım bakteri tarafından azot gazı haline (denitrifikasyon) dönüşürmektedir. Buna, biyolojik proseslerin karşımı metodu da denebilir.

Kirlı sularda, nitrat ve fosfattan başka inorganik madde olarak Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻Cl⁻, HCO₃⁻ iyonları bulunur. Bu iyonlar çok zararlı değildir. Ancak, konsantrasyonları büyük olduğundan,



Şekil 4: Ters osmoz metoduyla kirlı suların temizlenmesi. Kirlı su üzerine, osmatik basıncını yenecek kadar basınç yapılır ve su membrandan geçmeye zorlanır.

tuzluluk meydana getirirler. Böyle suların tuzluluğu doğal sularinkinden çok daha fazladır. Bundan dolayı, sözü edilen iyonların ortamdaki uzaklaştırılması gerekir. Bunun için ya elektrodializ metodu veya ters osmoz metodu kullanılır. Elektrodializ metodunda özel olarak planlanmış bir cihaz kullanılır (Şekil 3). Cihazda görülen membran çok önemli olup, kimyasal işlem görmüş bir polimerden yapılmıştır. Cihazdaki elektrotlar arasında uygun bir potansiyel uygulandığında, membranlarla ayrılmış bölmedeki iyonlar yüklerinin cinsine göre ya anoda veya katoda doğru göç ederler.

Membrandan geçen iyonlar anot ve katot bölgelerinde toplanır. Böylece, membranlarla ayrılmış kısımda tatlı su kalır. Bu su yeniden kullanılabilir gibi daha ileri bir işleme de tâbi tutulabilir.

Elektrodializ metodunda karşımıza başlıca iki problem çıkar:

1) Organik maddeler bu metotla ortamdaki uzaklaştırılmazlar ve bunlar aynı zamanda gözenekleri tıkarlar. Böylece cihazın verimi düşer veya çalışmaz hale gelir.

2) Bol miktarda salamura çıktığından, bunların atılması için doğal bir kaynağa ihtiyaç duyulur. Bu nedenle böyle cihazlar nehir ve deniz kıyılarında kurulabilir. Elektrodializ metodu, bir defa uygulandığında, atık suyun % 92'si, tuzların da % 35'i geri kazanılır. Tuzların % 35 oranında geri kazanılması küçümsenmeyecek bir işlemdir. Bu orandaki tuz, suya ilk kullanılması esnasında karışmış olan tuza yakındır. Böyle bir su şehrin genel su şebekesine verilebilecek niteliktedir.

Elektrodializ yerine ters osmoz olayı da kullanılmaktadır. Ters osmoz olayına geçmeden önce osmoz olayını basit olarak açıklayalım. Birbirinden yarı geçirgen bir membranla (zar) ayrılmış iki hücre, konsantrasyonları farklı bir tuzun iki çözeltisiyle doldurulursa, konsantrasyonları eşit oluncaya kadar seyreltik çözelti tarafındaki hücrede bulunan su molekülleri değişik tarafa geçer. Konsantrasyonlar eşit olunca geçiş durur.

Ters osmoz olayında ise membrandan iyonlar değil, su molekülleri geçer. Bunun için yarı geçirgen membrana basınç uygulanır (Şekil 4).

ELEKTRONİK KULAK KALP SESLERİNİ GÖRÜNTÜYE ÇEVİRİYOR

Jeremy WEBB

Yakın bir gelecekte doktorlar, hastalarının kalp seslerini dinliyor oldukları gibi görebilecekler de. Kalp seslerinin görüntüye çevrilmesi şeklindeki bu yenilikle, pekçok ciddi kalp rahatsızlıklarını çok daha erken dönemde tespit edebilecekler.

Kalp kapaklarının fonksiyon bozuklukları, kalp delikleri, kalp damarlarının daralması gibi rahatsızlıklar çoğu kez ölümcüldür. Kan, deforme yer veya deliklerden geçerken karakteristik bir ses çıkarır. Bu seslerin stetoskopla dinlenip tanımlanabilmesi uzun süren bir eğitimi gerektirir. Bu bile hastalığın yapısı ve boyutlarını tespitle yetersiz kalabilir.

Dynamic Spectral Phonocardiograph (DSP) isimli bilinen araç, çok hassas bir mikrofon ile kalp seslerini kaydeder. Bu araç, daha sonra sesleri uygun frekanslara çevirip ekrana yansıtır.

DSP aleti, doktora ekranda kalp atımlarının hem sesini hem de görüntüsünü izleme imkânı tanıyor. Kızı Jean Bennet ile bu makineyi keşfeden Yale Üniversitesi uygulamalı fizik profesörlerinden William Bennet, "Olayı hem görüntü hem de ses olarak izlemek gerçek durumu mükemmel bir şekilde ortaya koyuyor" diyor.

Kalp sesleri, kanın kalp boşluklarından geçiş sırasında, kalp kapaklarının kapanması sonucu oluşur. Birinci kalp sesi, kalp kasıldığı zaman ortaya çıkar. 300 milisaniye sonra da kalbin genişlemesi sırasında ikinci kalp sesi oluşur.

Bu iki sestan başka seslerin varlığı, bir kalp patolojisinin bulunabileceğini düşündürür. Mitral kapakçık, sol atrium ile sol ventrikül arasındadır. Bu kapak iyi fonksiyon görmemeye başlarsa, kan ventrikülden atriuma kaçmaya başlar. Bu kaçak çok az ise oluşacak ses yüksek frekans ve düşük şiddette olur. Büyük kaçaklar alçak frekanslı ve yüksek şiddetli ses oluştururlar.

Bennet, tamelde mikrofondan gelen elektriksel sinyalleri işleme tâbi tutmaktadır. Ses sinyalleri önce rakam kodlarına çevrilir. Sonra da bunlar, fast fourrier transformi isimli matematiksel bir teknikle işleme tâbi tutulur. Bu da kompleks ses dalgalarını sade tonlara çevirir. Yüksek sesler sivri-çentikli dalgalar oluştururken, yumuşak sesler sivri olmayı basık dalgalar oluşturur.

Alabama Üniversitesi doktorlarından Louis Dell'Italia, sistemin bir prototipini test etti ve onu kalp kapak rahatsızlıklarında halen kullanılmakta olan Doppler ultrasonografi ile kıyasladı. Doppler ultrasonografi metodunda, kalbe yüksek frekansta sesler gönderilir ve yansıyan sesler değerlendirilir. Bu sayede kanın hızı ve yönü ölçülür. Fakat Dr. Dell'Italia'nın söylediğine göre, kaburgalar bu yüksek frekanslı sesleri geçişine belirli bir oranda engel olurlar. Bu sebepten dolayı, yaklaşık olarak hastaların % 10'unda Doppler ultrasonografisi fonksiyonsuz kalır.

Dr. Dell'Italia, mitral kapak bozukluklarını tespitte her iki metottan da benzer sonuçlar alındığını söylemektedir. Söylediğine göre, patolojinin derecesini belirlemede DSP oldukça etkiliymiş. Bununla beraber Dr. Dell'Italia, DSP'nin geniş kullanım alanına girebilmesi için üzerinde daha fazla araştırmanın yapılması gerektiğini belirtiyor.

Prof. Dr. Bennet, DSP görüntülerinin kaydedilmesi sayesinde hastalığın gelişiminin de izlenebileceğini söylüyor. Ayrıca, bu şekildeki DSP görüntülemesi sayesinde, suni kalp kapaklarının ne zaman fonksiyonsuz kalacağı tahmin edilebilecek.

Sonuçta aynı anda kalbin hem elektriksel hem de mekanik durumu izlenebilecek.

New Scientist 2 Kasım 1991'den çev.:
Hakan ÖZKUL

Şekilde görüldüğü gibi kirli su, yüksek basınç altında hücreye girer ve su molekülleri yarı geçirgen zardan geçerek temizlenmiş su olarak çıkar. Böylece sudan yabancı maddelerin uzaklaştırılması yerine, su yabancı maddelerden (organik ve inorganik) uzaklaştırılır. Bu metodun uygulanmasında karşılaşılan başlıca iki zorluk vardır ve şöyledir:

1) İnce yarı geçirgen membrana destek sağlayacak bir iskeletin dizaynı,

2) Zamanla membranın organik maddelerle tıkanması. Ancak, bu metottaki membran tıkanması, elektrodializ metodundaki kadar ciddi sorun yaratmaz.

Bu metotta atık suda bulunan katıların % 90'ı bertaraf edilir. Atık suların tekrar kazanılmasıysa, yak-

laşık % 75'tir. Salamura veya acı suların nereye atılacağı, bu metotta da ciddi bir problemdir.

KAYNAKLAR

- 1) Environmental Chemistry: Air and Water Pollution, H.S. Stoker, S.L. Seager Scott, Foresman and Company, 1976, USA.
- 2) Water Quality and Treatment, The American Water Works Association, Inc. McGraw. Hill, 1971.
- 3) Environmental Pollution and Control: P. Aarne Vesilind, Ann Arbor Science, 1975, Michigan USA.
- 4) Su kirliliği ve Çevre Kontrolü, Doç. Dr. Orhan Üslü ve Yrd. Doç. Dr. Ayşen Türkman, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, 1987.
- 5) Sewage Treatment, Basic Principles and Trends, R.L. Bulton, L. Klein, Butterworths, London, 1971.