

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sat. End., Kok. Sul., Tar. Met. Araştırma

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim Aktaş

1986

150
122

1107
1500

YILDIZ UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

[REDACTED]

[REDACTED]

SÜT ENDÜSTRİSİ KULLANILMIŞ SULARI
TASFIYE METODLARININ ARAŞTIRILMASI

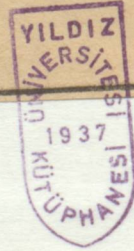
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞ. MÜH. İBRAHİM AKTAŞ

[REDACTED]

İSTANBUL-1986

YILDIZ UNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R. 150
Alındığı Yer : Fen. Bil. Ens. 122
Tarih : 26.12.1983
Fatura :
Fiatı : 4500 TL
Ayniyat No : 1/24
Kayıt No : 45934
UDC : 373.242
Ek : 628.16



24

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No. 43615

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

SÜT ENDÜSTRİSİ KULLANILMIŞ SULARI
TASFIYE METODLARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞ. MÜH. İBRAHİM AKTAŞ



İSTANBUL-1986

ÖZET

Bu çalışmada süt endüstrisi kullanılan sularının tasfiye metodları araştırılmıştır. Ayrıca SEK İstanbul süt fabrikasının kullanılan suları incelenmiş, bu sularda bulunan kirleticiler tesbit edilmiştir. İSKİ ve 1380 sayılı su ürünleri kanununun alıcı ortama verilebilecek en yüksek kirletici konsantrasyonları göz önünde tutularak kirleticilerin giderilmesi için gerekli arıtma sistemi belirlenmiştir.

SEK İstanbul süt fabrikasına ait üretim şeması, temiz su kaynakları, kullanılan su çıkışı ve miktarı tesbit edilmiş, kullanılan suların özelliklerinin tayini için gerekli deneyler Yıldız Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Ön çökeltim havuzunun kirletici maddeleri giderme verimini araştırmak maksadı ile SEK İstanbul süt fabrikası kullanılan suları, imhoff hunilerinde 1,5 saat bekletilmiştir. Bekletme sonucu yapılan analizlerde BOI'de % 27, askıdaki madde miktarında % 62, renkte % 64, bulanıklıkta % 68'lik bir azalmanın meydana geldiği görülmüştür.

SEK İstanbul süt fabrikası tam gün faaliyet göstermemektedir. Tasfiye tesisini üniform biçimde yüklemek maksadı ile dengeleme havuzunun yapılması uygun görülmüştür. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılan sularının tasfiyesi için uzun havalandırma-
lı havuz tavsiye edilmiştir.

Elde edilen deneysel sonuçlara göre SEK İstanbul süt fabrikası kullanılan suları için tavsiye edilen tasfiye şekli şematik olarak verilmiştir(Şekil 4.4).



İÇİNDEKİLER

ÖZET

BÖLÜM. I

1. GİRİŞ

- 1.1. Süt Endüstrisi Kullanılmış Sularının Tasfiyesinin
Önemi 1

BÖLÜM. II

2. SÜT ENDÜSTRİSİ KULLANILMIŞ SULARI

- 2.1. Süt Fabrikasında Kullanılan Suyun Kalite ve Mik-
tarı 3
- 2.2. Süt Endüstrisi Birim İşlemleri 3
- 2.3. Sütün Bileşimi 13
- 2.4. Süt Endüstrisi Kullanılmış Su kaynakları 16
- 2.5. Süt Endüstrisinde Meydana Gelen Kullanılmış Su-
ların Özellikleri 17
- 2.6. Süt Endüstrisi Kullanılmış Sularının Tasfiye
şekilleri 18

BÖLÜM. III

3. SEK İSTANBUL SÜT FABRİKASI KULLANILMIŞ SULARI

- 3.1. Üretim Şeması ve Kullanılmış Su Çıkışı 31
- 3.2. SEK İstanbul Süt Fabrikasında Kullanılmış
Su Miktarı ve Özellikleri 34
- 3.3. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Sularının
Zararlı Etkileri ve Mevcut Tasfiye Metodları 35



BÖLÜM. I

BÖLÜM. IV

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Deney Metodları ve Düzeni 37

4.2. Yapılan Deneyler 38

4.3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi 39

4.4. Tasfiye Tesisi Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması
Gereken Hususlar 43

4.5. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Suları
Tasfiye Metodlarının Araştırılması 43

4.6. Tavsiye Edilen Tasfiye Sisteminin Boyutlandırılması. 50

BÖLÜM. V

5. SONUÇLAR 58

REFERANSLAR 59

EKLER 61



BÖLÜM. I

1. GİRİŞ

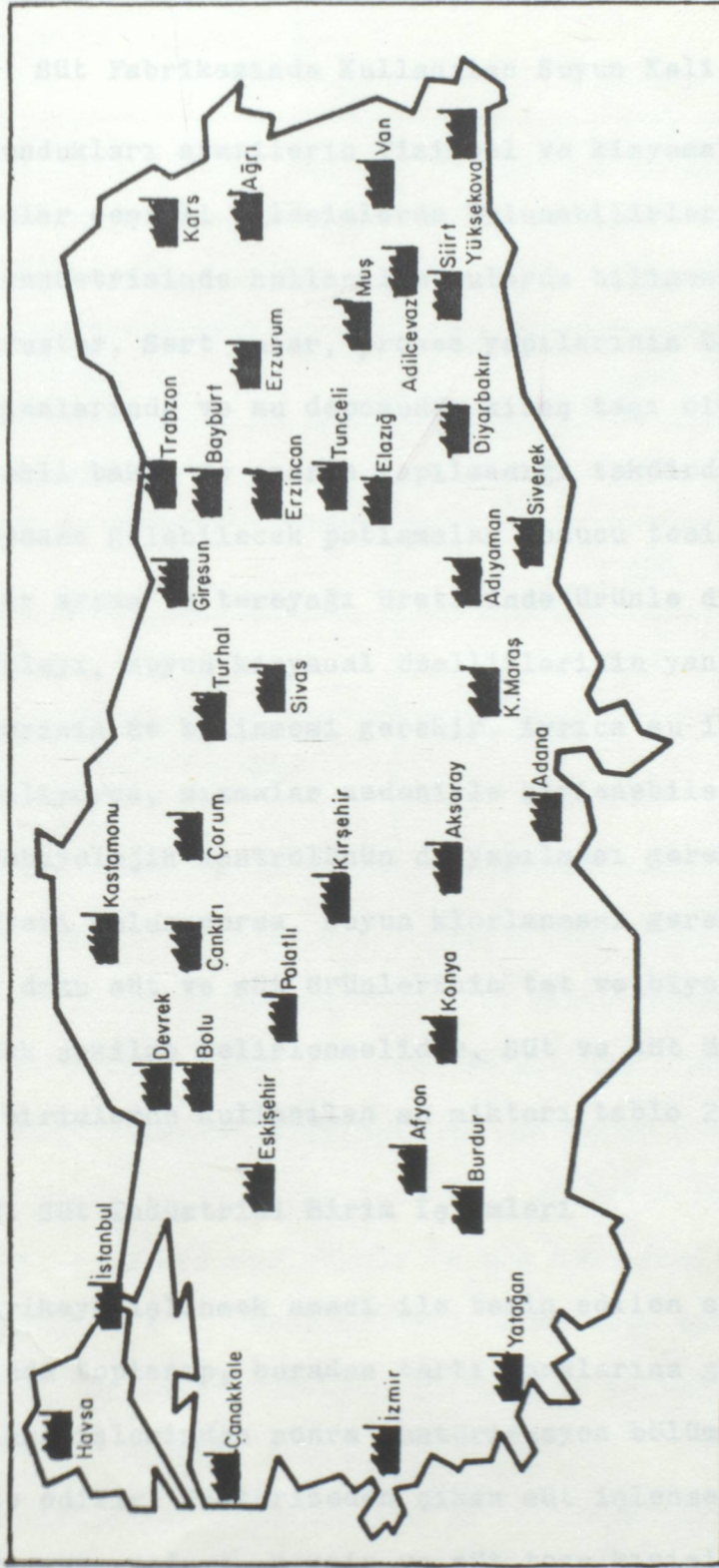
1.1. Süt Endüstrisi Kullanılmış Sularının Tasfiyesinin Önemi

Endüstri kullanılmış sularının hiçbir muameleye tabi tutulmadan doğrudan doğruya alıcı ortama verilmesi, insan sağlığını ilgilendiren problemlere sebep olduğu gibi yüzeysel sulardan çeşitli maksatlarla istifade etmeyi imkansız hale getirmekte, su ürünleri için su ortamındaki canlı hayatı yok etmektedir.

Son yıllarda, süt endüstrisi en yaygın endüstri dallarından biri olmuştur. Özel süt fabrikaları hariç sadece süt endüstrisi kurumuna ait Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinde 38 adet süt fabrikası mevcuttur. Önceleri ilkel metodlarla süt ve süttten elde edilen ürünler üretilirken tüketimin artması ve insan gücünün yerini makinaların alması, süt fabrikalarının bu sayıya ulaşmasına sebep olmuştur. Şekil 1.1'de Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde süt endüstrisi kurumuna ait fabrikalar görülmektedir.

Temiz su, gerek kalite ve gerekse miktar bakımından süt fabrikası için büyük önem taşımaktadır. Su sarfiyatı fabrikanın kapasitesi ve elde edilen ürünlere bağlı olarak değişim göstermektedir.

Çevreyi tehdit edebilecek nitelikte olan süt endüstrisi kullanılmış sularının kontrol altına alınması, bu kaynaklardan çıkan kullanılmış suların tabiattaki canlıların sağlığını tehlikeye sokmayacak, su ürünlerine zarar vermeyecek şekilde tasfiye edilmesi gerekir.



Şekil 1.1. Türkiye Süt Endüstrisi Kurumuna Ait Süt Fabrikaları (1)

BÖLÜM. II

2. SÜT ENDÜSTRİSİ KULLANILMIŞ SULARI

2.1. Süt Fabrikasında Kullanılan Suyun Kalite ve Miktarı

Buldukları arazilerin fiziksel ve kimyasal yapısına uygun olarak sular çeşitli bileşimlerde bulunabilirler. Sertlik derecesi, süt endüstrisinde kullanılan sularda bilinmesi gereken en önemli husustur. Sert sular, proses yapılarının ömrünü kısaltır, buhar kazanlarında ve su deposunda kireç taşı oluşmasına neden olur. Gerekli bakım ve onarım yapılmadığı takdirde buhar kazanlarında meydana gelebilecek patlamalar sonucu tesis elden çıkabilir.

Sular ayran ve tereyağı üretiminde ürünle direkt temasta olduğundan dolayı, suyun kimyasal özelliklerinin yanında bakteriyolojik özelliklerinin de bilinmesi gerekir. Ayrıca su ihtiyacı kuyulardan temin ediliyorsa, sızmalar nedeniyle kirlenebileceğinden, bu suların mikrobiyolojik kontrolünün de yapılması gerekir. Bu suda koliform bakteri bulunuyorsa, suyun klorlanması gerekir. Fakat verilecek klor dozu süt ve süt ürünlerinin tat ve biyolojik özelliğini bozmayacak şekilde belirlenmelidir. Süt ve süt ürünü üretiminde çeşitli birimlerde kullanılan su miktarı tablo 2.1'de verilmiştir.

2.2. Süt Endüstrisi Birim İşlemleri

Fabrikaya işlenmek amacı ile temin edilen süt, süt toplama tanklarında toplanıp, buradan tartı tanklarına gönderilir. Soğutma ve depolama işleminden sonra pastörizasyon bölümüne gönderilip süt pastörize edilir. Pastörizeden çıkan süt işlenmek amacı ile krema, konsantre süt, yoğurt, peynir ve süt tozu kısımlarına gönderilir.

Tablo 2.1. Süt ve Süt Ürünü Üretiminde Çeşitli Birimlerde Kullanılan Su Miktarı (2)

Su Kullanılan Bölümün Adı	Gerekli su miktarı(lt/ton süt)
Süt toplama istasyonları	1500
Süt şişeleme	2100
Peynir fabrikası	1650
Krema	920
Süt tozu	1250
Çeşitli süt ürünü yapan mandra	2850

Süt toplama tanklarında toplanan süt, 62-63 °C'de 30 dakika tutulur ve sıcaklık aniden 4-8 °C'ye düşürülerek pastörize edilir(3). Bu sayede sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerine dokunmadan içinde bulunabilecek patojen mikroplar yok edilir.

Pastörize edilmiş süt santrifüj edilerek krema elde edilir. Geriye kalan yağsız süt peynir ve süt tozu imalinde kullanılmak üzere ayrılır. 1 lt sütün tereyağı elde etme amacı ile işlenmesi sonucu 5 lt su kullanılmaktadır(4). Elde edilen tereyağı tuzlanıp, paketlenerek dağıtım yapılır.

Konsantre süt kısmında süt ön ısıtmaya tabi tutulur. İstenilen yoğunluğa kadar buharlaştırıldıktan sonra, homojenleştirme ve şişeleme işlemlerine tabi tutulur.

Yoğurt bölümüne gelen süt kaynatılarak 1/3-1/4 suyu uçurulur. 45 °C'ye kadar soğutulduktan sonra maya ilave edilir. 3-4 saat 40 °C'nin altına düşmeyecek şekilde bırakılır. Pıhtılaşma başladıktan sonra soğuk bir yere alınır. Elde edilen yoğurt pazarlanır.

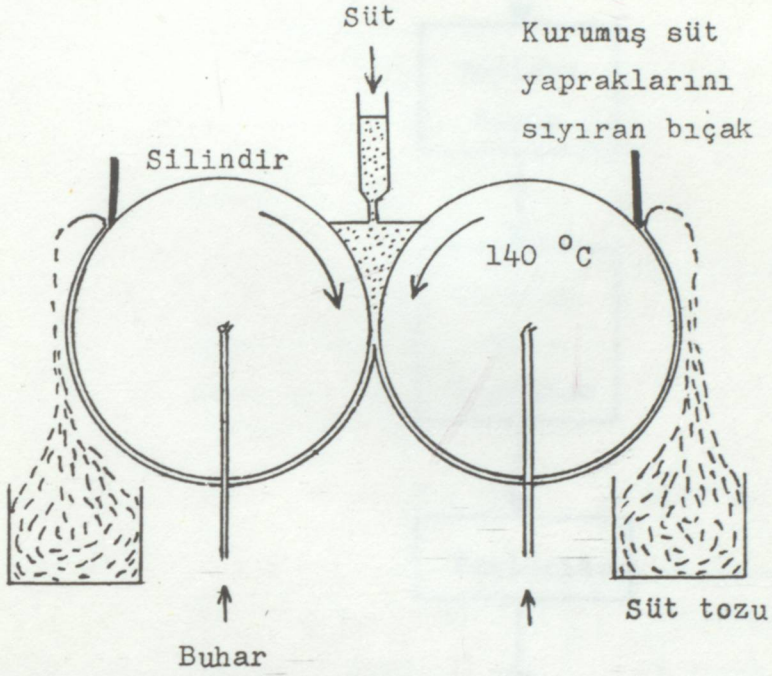
Peynir kısmına gelen süt, 63 °C'de 15 dakika süre ile pastörize edilir. 21-32 °C'de peynir mayası ilave edilip karıştırılır. 15-20 dakika sonra çökelek ayrılmaya başlar. Ayrılan çökelek bezlerden süzülür. Baskı altında sıkılarak bakiye sulardan kurtarılır. Sıkılmış çökelek tuzlanıp kalıplanarak olgunlaşmaya bırakılır. Paketlenen peynirlerin dağıtımı yapılır.

Süt ve süt ürünlerinin üretim akışı şekil 2.3-2.8'de şematik olarak gösterilmiştir.

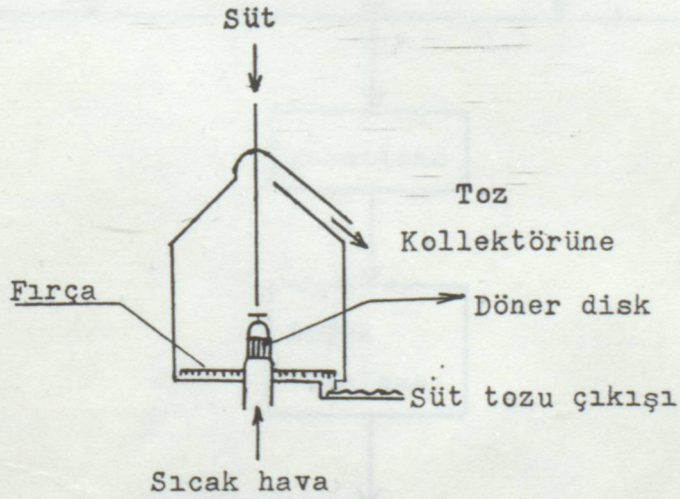
Süt tozu, tam yağlı veya kısmen yağlı alınmış sütün suyunun giderilmesi yolu ile yapılır. Süt tozu bölümüne gelen sütün suyu değişik metodlarla giderilir. Silindir usulü metodunda, su buharı ile ısıtılmış, aksları paralel ve aralarında 1-1,5 mm aralık bulunan ve ters yönlerde dönen iki silindir arasına süt sevk edilir. Silindirlerin sıcaklığı 140 °C ve hızları 18-20 devir/dakika'dır. Süt bu silindirlerle ancak birkaç saniye temasta kalır. Püskürtme usulü süt tozu üretiminde, vakumla yoğunlaştırılmış süt çok ince damlacıklar halinde, yüksek sıcaklıkta bir hava akımına karşı kurutma odalarına püskürtülür. Bu sırada küçük süt damlacıkları, uçarken kuruyarak yere düşer. Bu şekilde imal edilen süt tozundaki su muhtevası % 2,5'dur. Geriye kalanın % 27,5'u yağ, % 26,5'u protein, % 37,5'u laktoz ve % 6'sı küldür(5).

Şekil 2.1'de silindir usulü, şekil 2.2'de püskürtme usulü

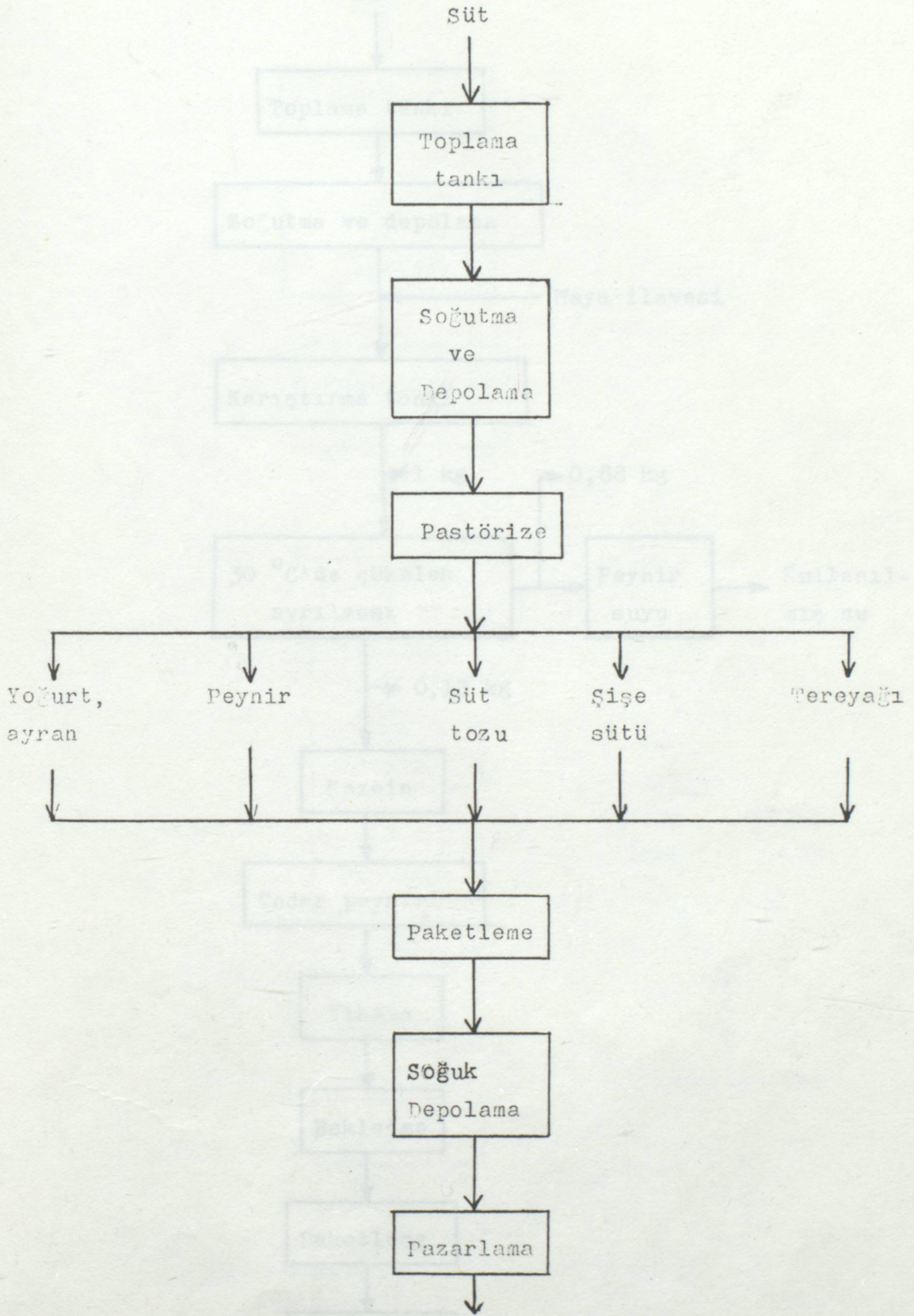
süt tozu imali şematik olarak gösterilmiştir.



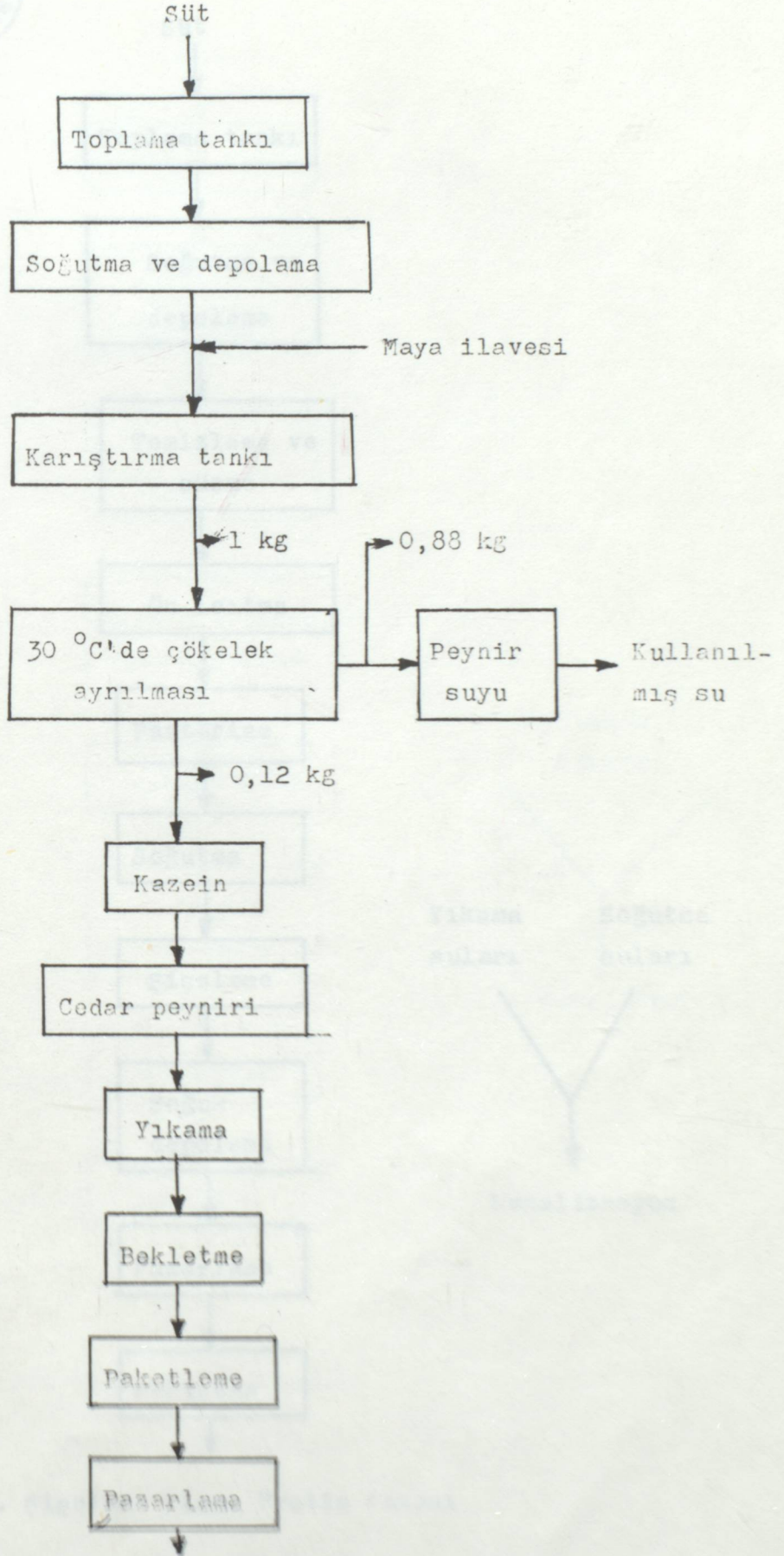
Şekil 2.1. Silindir Usulü Süt Tozu Üretim Şeması (3)



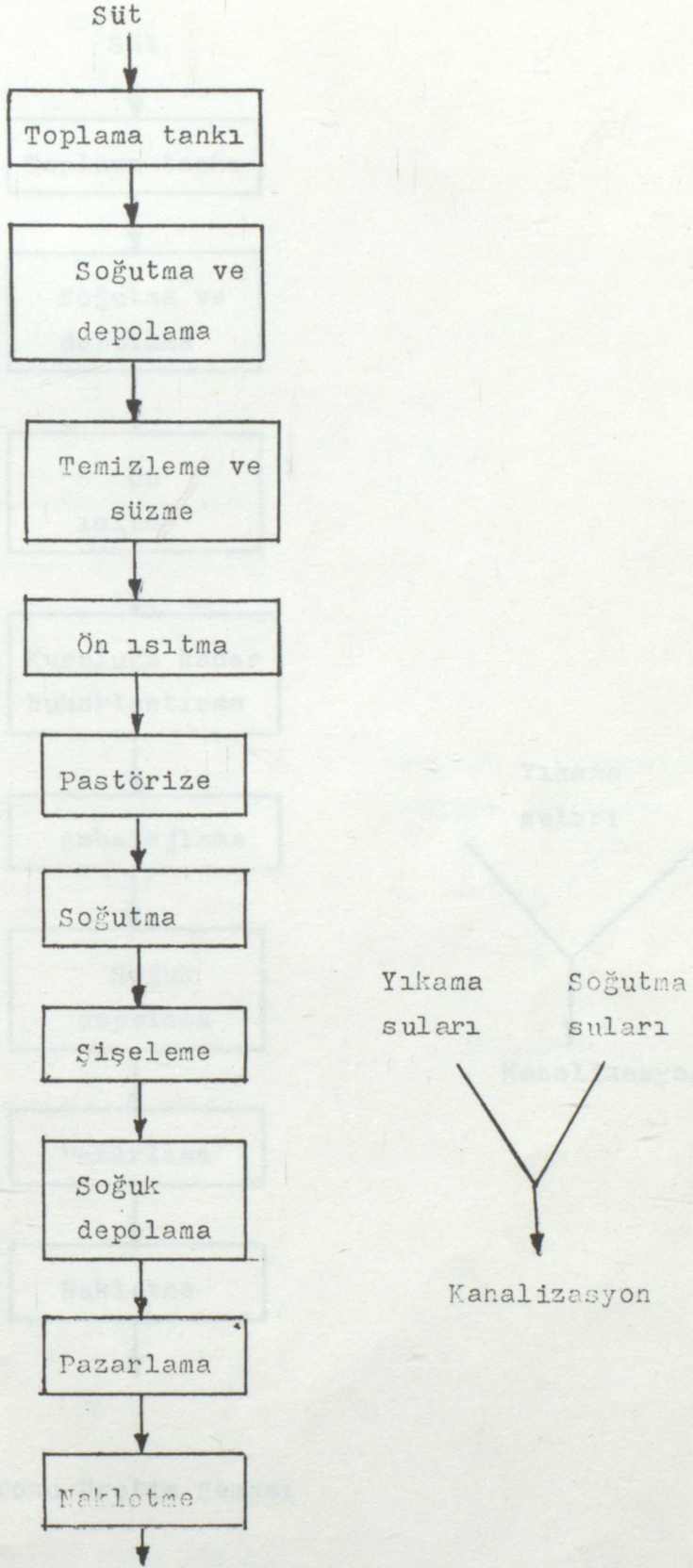
Şekil 2.2. Püskürtme Usulü Süt Tozu Üretimi Şeması (3)



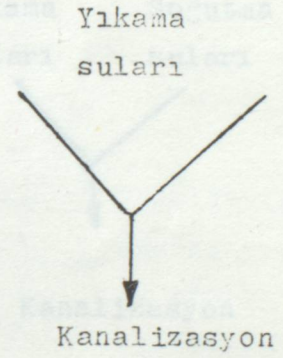
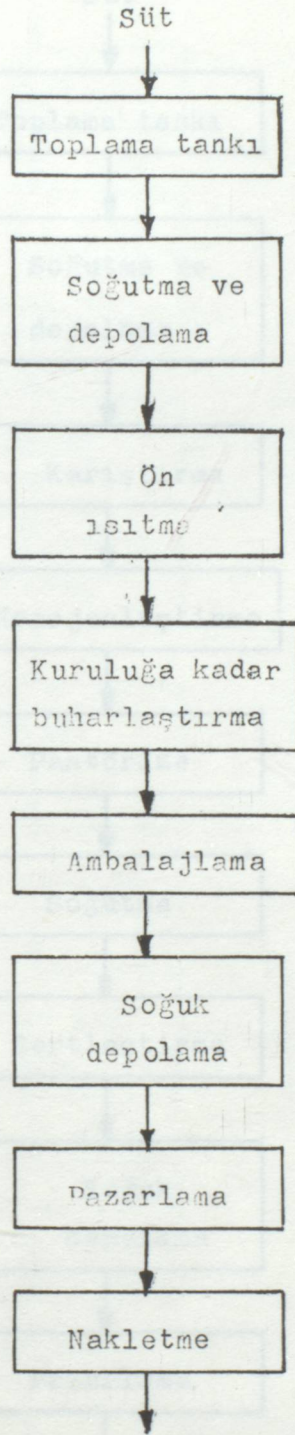
Şekil 2.3 Süt ve Süt Ürünleri Üretim Şeması



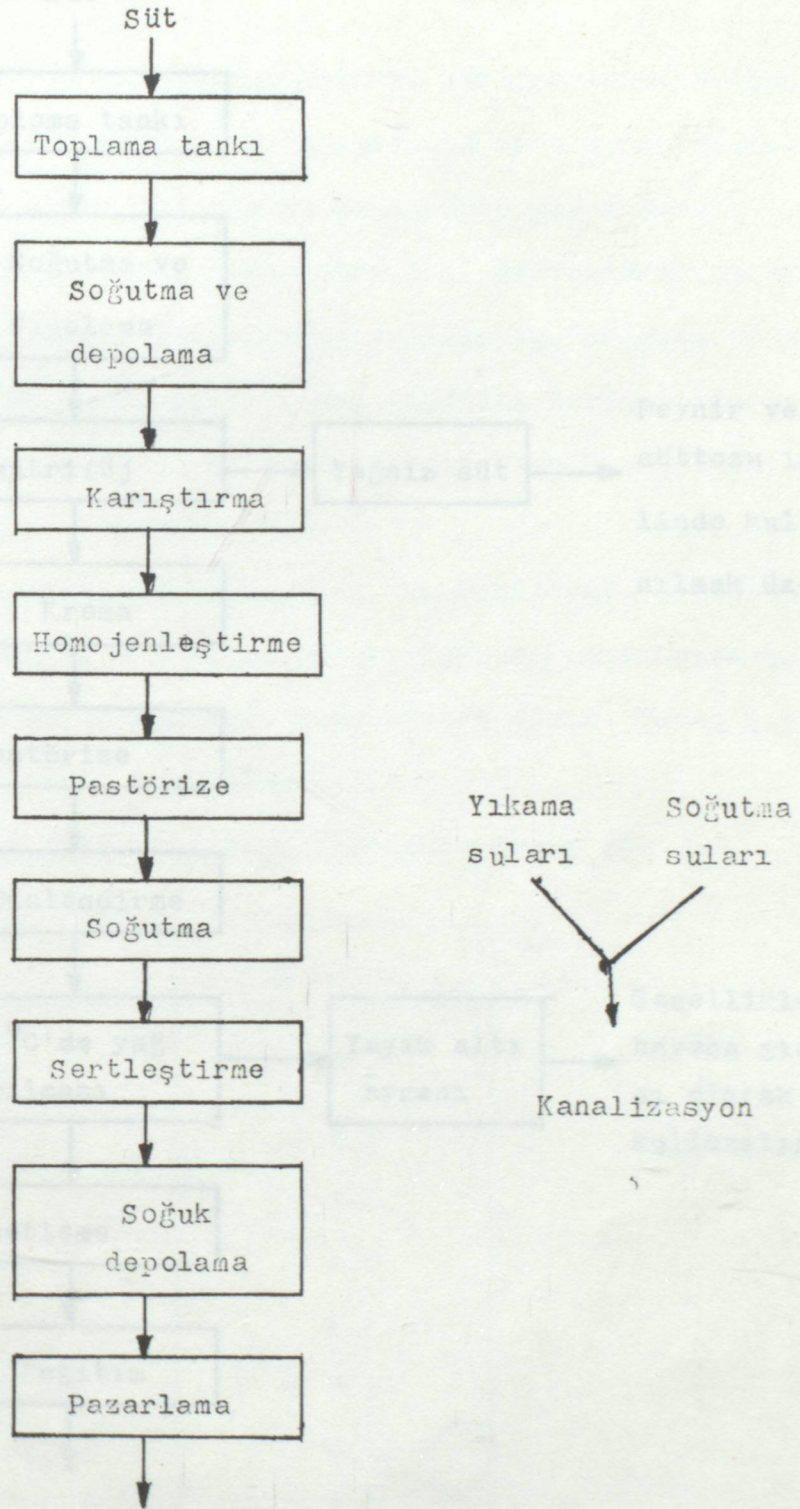
Şekil 2.4. Peynir Üretim Şeması



Şekil 2.5. Şişeleme Kısmı Üretim Şeması

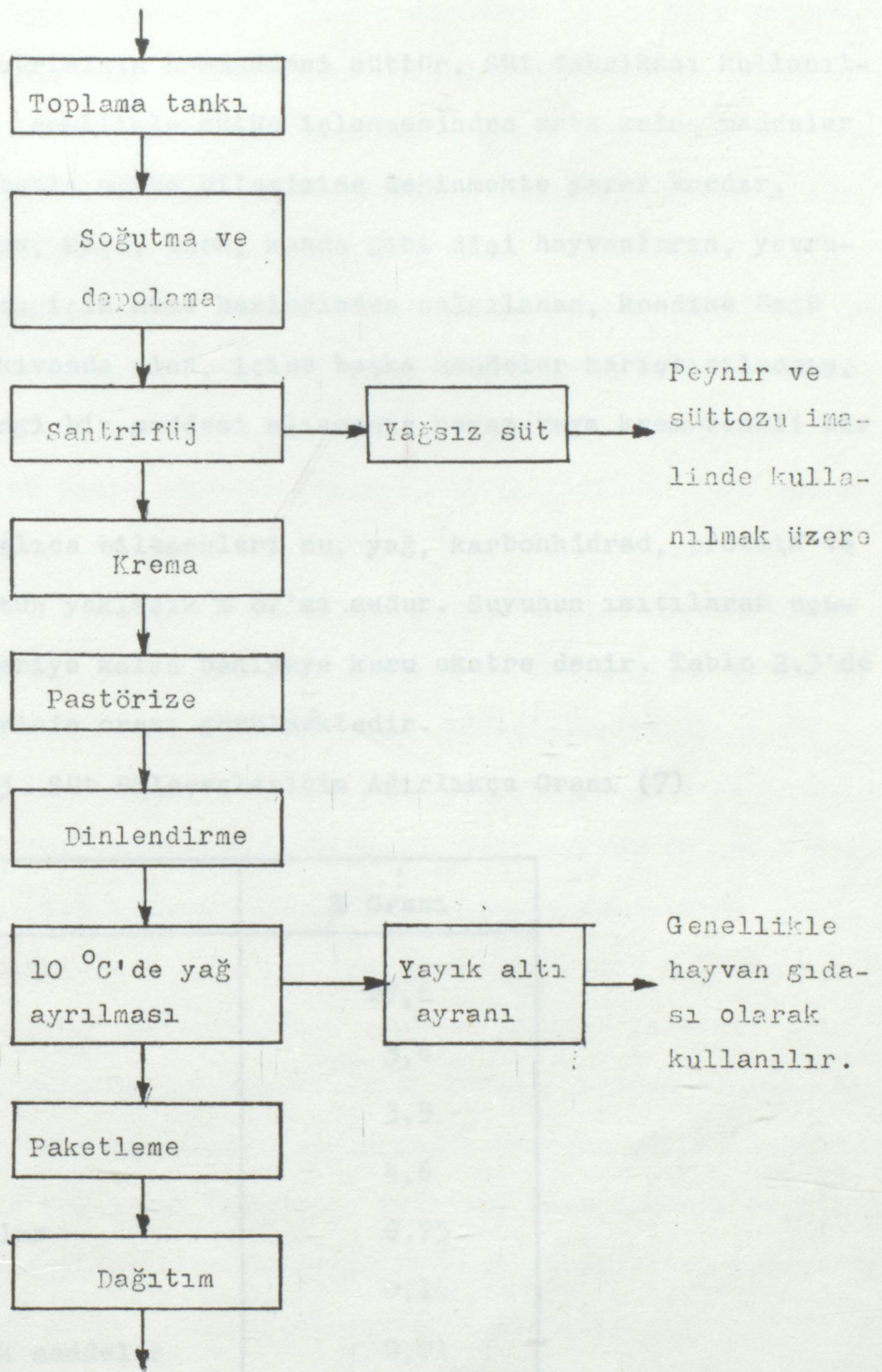


Şekil 2.6. Süt Tozu Üretim Şeması



Şekil 2.7. Yoğurt Üretim Şeması

2.5. Sütün İşlenmesi



Şekil 2.8. Krema Üretim Şeması

2.3. Sütün Bileşimi

Süt endüstrisinin hammaddesi süttür. Süt fabrikası kullanılmış sularında genellikle sütün işlenmesinden arta kalan maddeler vardır. Bu sebeble sütün bileşimine değinmekte yarar vardır.

Süt, koyun, keği, inek, manda gibi dişi hayvanların, yavru- larını beslemek için meme bezlerinden salgılanan, kendine özđü tat, koku ve kıvamda olan, içine başka maddeler karıştırılmamış, içinden herhangi bir maddesi alınmamış beyaz veya krem renkli bir sıvıdır.

Sütün başlıca bileşenleri su, yağ, karbonhidrad, protein ve tuzlardır. Sütün yaklaşık % 87'si sudur. Suyunun ısıtılarak uçurulması ile geriye kalan bakiyeye kuru ekstre denir. Tablo 2.3'de sütün bileşenlerinin oranı görölmektedir.

Tablo 2.3. Sütün Bileşenlerinin Ağırlıkça Oranı (7)

Maddenin Adı	% Oranı
Su	87,6
Yağ	3,4
Protein	3,5
Sütün şekeri	4,6
Madensel tuzlar	0,75
Limon asidi	0,14
Diğer organik maddeler	0,01

Sütün gazı, hacimsel oran olarak sütün % 3,4-8,4'ünü teşkil eder. Bu gazların % 0,09-0,32'si oksijen, % 0,7-1,4'ü azot, % 1,3-7,6'sı karbondioksittir.

Sütün bileşiminde % 4,7, kuru maddesinde ise % 37,3 oranında bulunan laktoz süt şekeri ve karbohidrattan meydana gelmiştir. Laktoz, peynir üretimi sırasında meydana gelen peynir suyunda bulunur. Yine laktoz süt ve süt ürünlerinin rengini, yapısını, kokusu ve besin değerini etkiler.

Laktoz fermantasyonu, süt ve süt ürünlerinde olumlu ve olumsuz etkiler yapmaktadır. Peynir, yoğurt ve kremanın olgunlaşması, arzu edilen tat ve kokunun oluşması gibi olumlu etkilerinin yanında kötü koku ve tadın meydana gelmesi, sütün ekşimesi gibi arzu edilmeyen olumsuz etkileri de vardır.

Sütte ortalama % 3,7 ve süt kuru maddesinde % 29,4 oranında süt yağı bulunur. Yağ, sütün bileşiminde en çok değişen madde olup süspansiyon halinde ve gayet küçük kürecikler şeklinde bulunur. Yağın bu şekilde bulunmasının sindirim kolaylığı bakımından önemi vardır. Süt yağına tereyağ denir. Tereyağında en çok oleik asit bulunur. Tereyağının yumuşak oluşu bundan dolayıdır.

İnek sütlerinde % 3,5, süt kuru maddesinde ise % 27 oranında protein bulunur. Sütte bulunan başlıca protein kazeindir. İnek sütünde % 3 civarında bulunur. Kazein, kokusuz saydam olmayan bir maddedir. Süt ekşidiği zaman kazein kendi kendine çöker. Kazein ve laktoz, bir çok sınaî ürünlerin imalinde esas maddeyi teşkil eder. Kazein, kağıtçılıkta, plastik ve boya sanayiinde, yapıştırıcı madde yapımında ve gıda endüstrisinde kullanılır.

Sütte % 0,75 oranında mineral madde bulunur. Mineral madde oranının bu kadar az olmasına karşılık, sütün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin değeri ve teknolojisine etkisi yönünden çok önemlidir. Sütte mineral bileşen olarak en sabit madde süt kü-

lüdür. Süt külünü veren elementlerin sütteki bileşikleri, kısmen çözelti ve süspansiyon halinde ve kısmen de protein ve yağla birleşmiş halde bulunurlar. Süt külünde en fazla bulunan elementler K, Na, Ca, Mg'dur. Tablo 2.4'de süt külünün bileşimi görülmektedir.

Tablo 2.4. Süt Külünün Bileşimi (3)

Süt Külünde Bulunan Elementler	% Oranı
K_2O	24-26
CaO	21-25
Na_2O	6-8
MgO	2-3
P_2O_5	22-26
Cl	10-15
SO_3	3-4

Sütte A, B₁, B₂ vitaminleri bulunur. Vitaminin sütteki miktarı, hayvana verilen gıdanın cins ve miktarına bağlı olarak değişir. A vitamini süt ve süt ürünlerinin gördükleri ısı muamelesine karşı dayanıklıdır. B₁ vitamini : ısı ile kısmen harap olur. B₂ vitamini ise ısıya dayanıklı olup ışık ile harap olur.

Enzimler, sütte meydana gelen kimyasal reaksiyonların hız ve yönünü düzenleyen madde ve organizmalardır.

Pigmentler, sütün rengini etkileyen maddelerdir.

Genellikle sağlıklı bir hayvanın sütünde çok az miktarda mikroorganizma bulunur. Mikroorganizmaların çoğu sordadan havadaki toz, sağma makinesi, süt kabı, yem, su, gübre gibi nedenlerle sütte

te geçer.

Sütün bileşimi, süt veren hayvanın tür ve ırkına, yaşına, mevsime, yem ve sağımına, hastalık, bekletme, soğutma ve ısıtma gibi etkenlere bağlı olarak da değişir.

2.4. Süt Endüstrisi Kullanılmış Su Kaynakları

Soğutma, şişeleme, yıkama ve çalkalama suları, süt fabrikasında meydana gelen kullanılmış suların önemli bir kısmını teşkil eder. Süt işlenmek amacı ile güğüm ve tankerlerle fabrikaya getirilir. Süt boşaltıldıktan sonra, güğüm ve tankerler yıkanıp sterilize edilir. Yıkama kısmında meydana gelen kullanılmış sular, seyreltik süt özelliğinde olup köpürmeyen deterjan ihtiva ederler.

Krema kısmında, krema elde etmek için sütler yayıklanmaktadır. Yayıklanma neticesinde, tereyağı kremadan ayrılınca, yayık altı ayranı denilen ve % 30 protein ihtiva eden bir kısım kalabattadır. Ayrıca bu sular % 5 oranında yağ da ihtiva etmektedir. Yayık altı ayranı kanalizasyona verilirse yüksek derecede kirlilik meydana getirir. Bunun yerine, insan gıdası veya hayvan yemi olarak kullanmak suretiyle bu kısımdan gelecek sular bertaraf edilip tasfiye tesisinin yükü hafifletilmiş olur.

Peynir yapımında, çökelek ayrıldıktan sonra bezlerden süzülür ve baskı altında tutularak bakiye suları alınır. Burada meydana gelecek olan peynir sularından kazein yapılarak, kanalizasyona verilmesi önlenmiş olur.

Şişeleme kısmında, şişeler yıkanır ve pastörize edilmiş süt doldurulur. Yıkama neticesinde meydana gelen kullanılmış sular, deterjan ihtiva ettiğinden dolayı yararlanma imkanı olmayıp doğrudan doğruya kanalizasyona verilirler.

Pastörize, süt tozu ve şişeleme kısmında süt, soğutma suları ile soğutulurlar. Fazla kirli olmayan soğutma sularından ikinci bir defa yararlanma imkanı vardır.

Kullanılmış suyun miktarı, üretilen ürüne, makina sayısına, fabrikanın iş saatlerine göre değişim gösterir.

Süt endüstrisinde meydana gelen kullanılmış suların kaynakları şekil 2.3-2.8'de şematik olarak gösterilmiştir.

2.5. Süt Endüstrisinde Meydana Gelen Kullanılmış Suların Özellikleri

Süt endüstrisinde meydana gelen kullanılmış sular, alıcı ortamdaki çözünmüş oksijen miktarını azaltır. Dolayısıyla suda yaşayan canlılar için belli bir konsantrasyondan azının zararlı etkisi vardır. Süt endüstrisi kullanılmış suları, tüberküloz bakterileri için taşıyıcı bir ortamdır. Radyoaktif kirlenmeleri bünyelerinde konsantre edebilirler. Bu durum canlı hayatını tehdit eder ve çevreye zarar verir. Yıkama işlemlerinden gelen tüm kullanılmış sular deterjan ihtiva eder. Bu kullanılmış suların özellik ve bileşimi, üretilen ürüne ve kullanılan su miktarına bağlıdır.

Süt endüstrisi kullanılmış suları oldukça bulanıktır. Beyazımsı-sarımsıtrak renktedir. Bakteriler için mükemmel bir besin maddesidir. Bu sularda protein ve yağların ayrışması sonucu çok kötü koku meydana gelir.

Süt endüstrisi kullanılmış sularının BOI_5 değeri yaklaşık olarak 1000 mg/lt'dir. Yıkama sularının BOI_5 değeri 600-1300 mg/lt, peynir fabrikalarının 630-830 mg/lt'dir. Süt endüstrisi kullanılmış suları, taze olduklarında zayıf alkalidirler ve

pH: 7-8,8'dir. Kazein tesisi kullanılmış sularının pH'ı 5,5-6,5'dur. Ayrıca 160 mg/lt konsantrasyonuna varan azot, 2-3 mg/lt fosfor, 3-4 mg/lt potasyum içerebilirler(8).

Endüstriyel kullanılmış suların kirliliği, eşdeğer nüfus cinsinden ifade edilir. Eşdeğer nüfus, endüstriyel kullanılmış suların günlük BOI_5 değerinin, birim nüfus başına düşen günlük kullanılmış suyun beş günlük oksijen ihtiyacına tekabül eden 54 g/NG değerine bölünmesi ile bulunur. Organik maddelerle kirlenmiş süt endüstrisi kullanılmış sularının eşdeğer nüfusları, peynir imalathanesi bulunmayan mandralarda 25-70 nüfus/1 ton süt, peynir imalathanesi bulunan mandralarda 45-230 nüfus/1 ton süt'tür(6). Eşdeğer nüfus değerleri, endüstriyel kullanılmış sularla evsel kullanılmış suların oksijen ihtiyacı arasında mukayese imkanı sağlar. Yani sadece biyolojik tasfiye işlemi bakımından bir mana ifade eder. Şayet endüstri kullanılmış suyundaki katı madde bahis konusu ise eşdeğer nüfus yerine, endüstri kullanılmış sularının asılı madde miktarına tekabül eden kirlilik katsayısı kullanılır.

2.6. Süt Endüstrisi Kullanılmış Sularının Tasfiye Şekilleri

Süt fabrikası kullanılmış suları, organik artıklar olduklarından evsel pis sulara benzer şekilde tasfiye edilebilirler. Tasfiye işleminin tam ve kusursuz yerine getirilebilmesi için alıcı ortama verilebilecek en yüksek konsantrasyonlar tablo 2.4'de verilmiştir.

Endüstri kullanılmış sularının tasfiyesinde genel olarak aşağıdaki üç metod kullanılır.

-Mekanik metodlar

Tablo 2.4. Yüzeysel Sulara Verilebilecek Müsaade Edilen
En Yüksek Konsantrasyonlar (11)

Kirletici	İSKİ Deşarj Yönetmeliği	1380 Sayılı Su Urün- leri Kanunu
Sıcaklık (°C)	40	-
pH	-	5-9
BOI ₅ (mg/lt)	250	50
Asılı katı madde(mg/l)	350	200
Toplam azot (mg/lt)	30	-
Yağ ve gres (mg/lt)	50	30
Deterjan (mg/lt)	5	-
Arsenik (mg/lt)	3	0,5
Kadmiyum (mg/lt)	5	0,05
Toplam krom (mg/lt)	5	0,5
Bakır (mg/lt)	10	0,5
Kurşun (mg/lt)	3	0,5
Nikel (mg/lt)	10	0,5
Civa (mg/lt)	1	0,01
Gümüş (mg/lt)	5	-
Toplam siyanür(mg/lt)	10	0,2
Fenol (mg/lt)	10	5,0
Hidrojen sülfür(mg/lt)	2	-

-Biyolojik metodlar

-Kimyasal metodlar

Mekanik tasfiyede, asıllı, yüzücü ve kendi ağırlığı ile çöke-
bilen maddeler,

-Izgaralar

-Yağ ve kum tutucular

-Çöktürme havuzları ile kullanılmış sudan ayrılırlar.

Süt endüstrisi kullanılmış suları, evsel pis su ile karışık
olduklarında izgaradan geçirmek gerekir. Izgaradan geçirmenin a-
macı, kullanılmış su içindeki yüzücü katı maddeleri sudan ayır-
mak ve diğer tasfiye ünitelerinin yükünü hafifletmektir.

Süt endüstrisi kullanılmış sularında kullanılabilir izga-
ra, kullanılmış suyun niteliğine göre kaba veya ince izgara ola-
bilir. Eğer süt endüstrisi kullanılmış sularının eşdeğer nüfusu
20 000'den büyük ise makine ile temizlenen izgaralar kullanılır.
Bu amaçla kullanılacak izgaraların izgara aralığı , kaba izgara-
da elle temizlenende 60-80 mm makine ile temizlenende 40-60 mm,
ince izgaralarda elle temizlenende min. 20 mm makine ile temizle-
nende min. 15 mm'dir(9).

Endüstriyel kullanılmış sularda yağ ve benzeri yüzücü cisim-
lerin miktarı, 1000 m³ pis su başına 7-28 litredir(10). Kullanıl-
mış su içindeki yağ ve benzeri maddeler, özgül ağırlıklarının su-
dan daha az olması sebebi ile su yüzüne çıkarlar. Bu sayede kul-
lanılmış sudan ayrılabilirler.

Yüzdürme veya yağ yakalama havuzlarında akış hızı azaltılıp
durgun bir su yüzü temin edilebilir. Bu iş bütün çöktürme havuzla-
rında yapılabilir. Bunun için çöktürme havuzlarında yüzey sıyırı-

cıları yapılmalıdır. Çamur gibi ağır maddelerin aşağı çökmesi esnasında hafif maddeler yukarı çıkıp yüzücü bir tabaka teşkil ederler. Yüzücü maddelerin ayrılması üst yüzey alanına ve akan suyun debisine bağlıdır.

Süt fabrikası kullanılmış sularının yağları, kirlilik derecesi az olan yağlardır. Yağ tutucularda elde edilen yağlar, kurutulup tavuk ve kümes hayvanlarına verilebilir.

Süthanelerin beher işçi başına verdiği kullanılmış suyun, insan başına düşen evsel kullanılmış suyun oksijen ihtiyacından yaklaşık 45, asılı katı madde miktarından 6 defa daha büyüktür(10). Çökeltim havuzları, kullanılmış su içindeki askıdaki katı ve koloidal maddeleri çöktürerek kirliliğin yükünü azaltma amacını güder.

Kullanılmış suların çökeltim havuzlarında bekletilme süreleri ne çok fazla ne de lüzumundan az olmalıdır. Bekletme süreleri fazla tutulan kullanılmış sular, ihtiva ettikleri katı maddelerin çürüme özelliğinden dolayı koku meydana getirir. Bekletme süresi gereğinden az tutulursa, çökmemiş katı maddeler kullanılmış sularla birlikte alıcı ortama verilirler. Bu şartlar çerçevesinde süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde, bekletme süresinin 1-3 saat arasında olması tavsiye edilmektedir(8).

Ön çökeltim havuzları genelde dikdörtgen şeklinde olup derinlik 2-5 m arasında değişir. Uzunluk/Derinlik: 20-40, Uzunluk/Genişlik: 2-4 civarındadır(9).

Kullanılmış suların kimyasal yumaklaştırma metodu ile tasfiyesi, daha ziyade biyolojik metodlarla tasfiyenin mümkün olduğu hallerde tatbik edilir. Kimyasal tasfiye metodlarının tatbik edil-

diği tesislerin inşaa maliyeti, biyolojik tesislerinkine nazaran daha düşük olmakla beraber, işletme masrafları biyolojik tasfiyeden daha yüksektir. Bu sebepten süt endüstrisi kullanılmış suları için kimyasal tasfiye, ancak çok yüksek tasfiye derecesi istendiği hallerde tatbik edilir.

Kullanılmış suların tasfiyesinde biyolojik **metodlar**,

-Tabii biyolojik metodlar

-Sunî biyolojik metodlar olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Tabii biyolojik metodlarda kullanılmış sular, tarlalarda, havuz ve göllerde tabii olarak tasfiye edilir. Bu metod dahilinde sulama tarlaları ve oksidasyon havuzları vardır.

Kullanılmış suların zemin yüzeyinden sızdırılması, bu suların tabii yolla tasfiyesidir. Aynı zamanda yüzeysel suları kirlenmekten korur. Bilhassa kurak yaz mevsiminde, akarsuların debisinin azaldığı ve dolayısıyla kirlenme kriterlerinin aşıldığı zamanda kullanılmış sular tercihan zemine verilir.

Bu tarz bir işlem aynı zamanda besi maddesi bakımından toprağın zenginleşmesine yardım eder. Zirai bakımdan ihtiyaç duyulan azot, fosfat gibi maddeler temin edilmiş olur.

Süt endüstrisi kullanılmış sularının püskürtmeli sulama ile araziye verilmesi en ucuz ve en iyi tasfiye yöntemlerinden biri olarak tavsiye edilebilir(8). Depolama tankları, sulama alanına ve tasfiye tesisine yakın yapılmalıdır. Depolama tankındaki kullanılmış sular devamlı havalandırılmalıdır. Sulama yapılacak alanın yeraltı su seviyesi yüksek olursa yoğun bir drenaj sistemi ile techiz edilmelidir. Süt endüstrisi kullanılmış sularının

% 10-60'ının tüberküloz basili içerdiği tahmin edildiğinden araziye verilmeden önce klorlama ile sterilize edilmelidir.

Hız, karıklı sulamada 400-800 mm/yıl, püskürtmeli sulamada 150-400 mm/yıl olarak alınır. Bu sebepten 200 m³/gün kullanılmış su sulaması için 1-5 hektar arasında sulama arazisi gerekir. Günlük yüzeysel sulama süresi, karıklı sulamada 0,5 saat/gün, püskürtmeli sulamada 1-2 saat/gün olmaktadır(8).

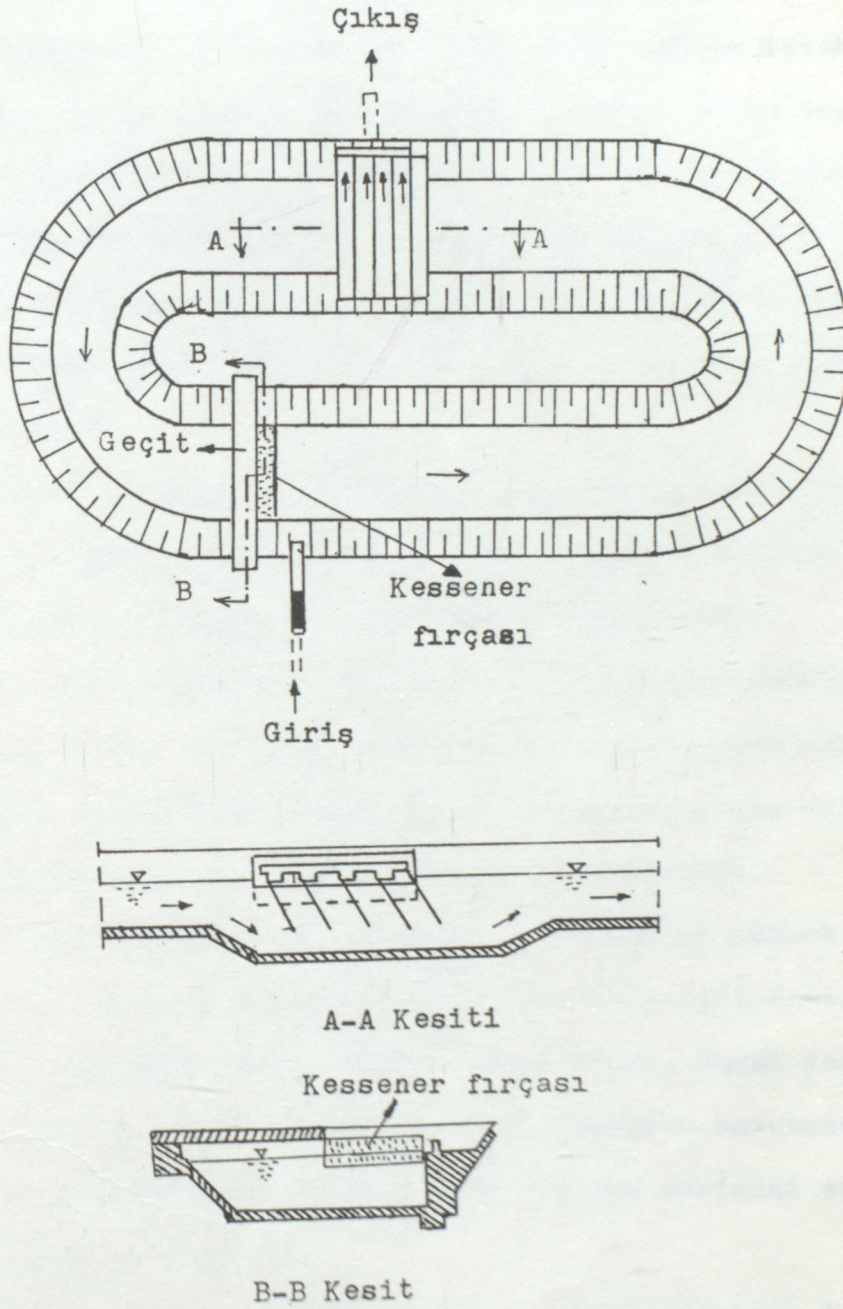
Kum filtreleri sadece, damlatmalı filtre ve aktif çamur gibi işlemlerden geçmiş ve oldukça arı hale gelmiş kullanılmış suların daha temiz hale getirilmesinde kullanılır. Yatak derinliği 60-105 cm alınmalı ve yatağın altında drenaj tertibi bulunmalıdır(12). Süt endüstrisi kullanılmış sularının verileceği alıcı ortamın durumuna göre bu tip tasfiye şekline gidilebilir.

Oksidasyon hendekleri, süt endüstrisi kullanılmış sularının basit bir tarzda, en ekonomik şekilde tam biyolojik tasfiyesinde kullanılır(13).

Oksidasyon hendekleri, aktif çamur metoduna benzer bir tasfiye metodudur. Oksidasyon hendeklerinde kullanılmış sular ön tasfiyeden geçmez. Fırçalı tambur vasıtası ile havalandırma sırasında çözünmüş oksijen verilir.

Oksidasyon hendeklerinin kullanma sınırı 250-5000 eşdeğer nüfustur. Havalandırma süresi ortalama üç gündür. BOI uzaklaştırma verimliliği % 95-98, hendek hacmi 0,3 m³/nüfus, akış hızı 0,3-0,6 m/sn, enerji ihtiyacı 0,5-1,0 kW.saate/kg BOI₅'dir.

Süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde kullanılacak oksidasyon hendeği akış şeması şekil 2.9'da şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Oksidasyon Hendeği(13)

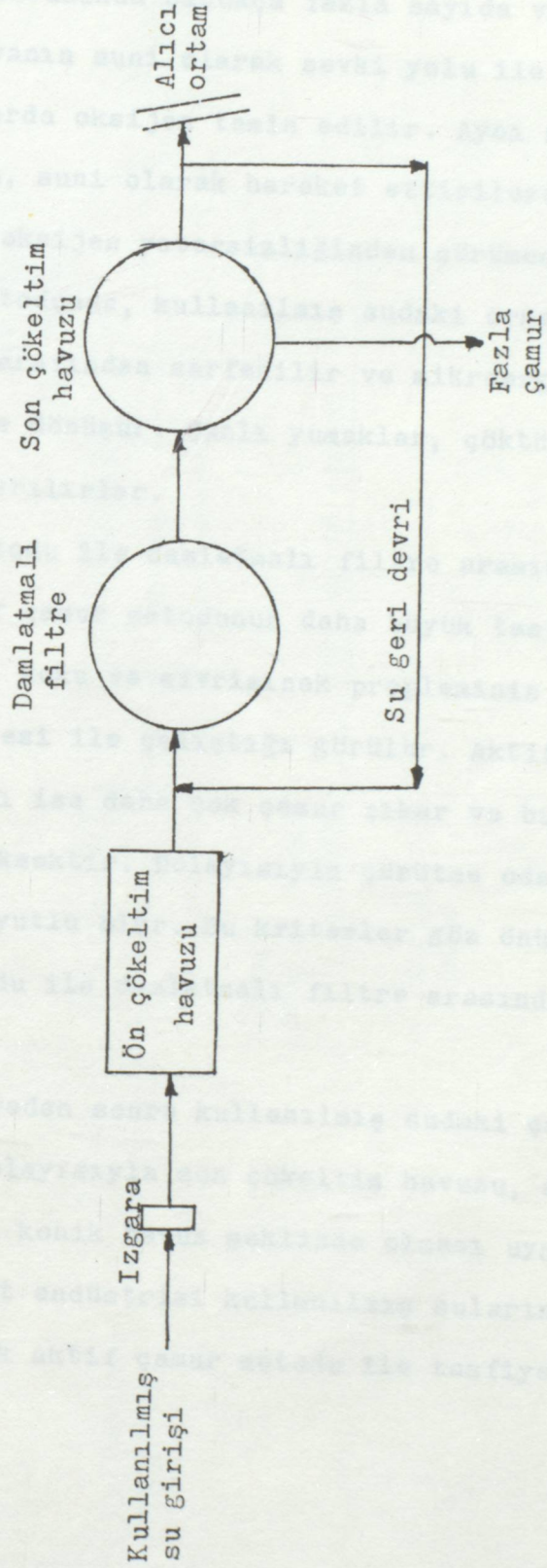
Damlatmalı filtreler, büyük süt tesisleri için iyi sonuçlar vermektedir. Kullanılmış suyun biyolojik tasfiyesinde daha iyi yumaklaşma ve pıhtılaşmanın teşekkülünü mümkün kılan biyolojik faaliyet, damlatmalı filtrenin iri danelerden ibaret yataklarında kolaylıkla temin edilir. Bu yataklar, içerisi kırma taş ile doldurulmuş 2-4 m derinlikte silindirik bir yapıdan ibarettir. Dolgu yatağına havanın girmesi ve yukarıdan akan suların taşların yüzeyi ile teması sağlanır. Kullanılmış sular yatağa verilmeden önce mekanik tasfiyeden geçer ve yataktan sonrada çöktürme havuzuna alınır.

Düşük hızlı damlatmalı filtreler, süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde önceleri kullanılırdı. Bu filtreler kısa sürede tıkanıklarından şimdi kullanılmamaktadır.

Yüksek hızlı damlatmalı filtrelerde yatağın birim alanına verilen kullanılmış su debisi daha fazladır. BOI_5 yönünden geri devir miktarı hesaba katılmazsa, hızlı filtreler yavaş filtrelere kıyasla 4-5 misli daha fazla BOI yüklenebilir(12).

Süt endüstrisi kullanılmış suları gibi BOI 'si yüksek kullanılmış suların tasfiye verimini yükseltmek için damlatmalı filtre yüksekliğini artırmak teknik yönden uygun olmaz. Bunun yerine kullanılmış suyun, damlatmalı filtre ve son çöktürme havuzundan geçtikten sonra sisteme geri pompalanması tasfiye verimini artırmak bakımından daha yerinde olur.

Şekil 2.10'da süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde kullanılabilecek geri devirli damlatmalı filtrenin akış şeması görülmektedir.



Şekil 2.10. Damlatmalı Filtre Akım Şeması(13)

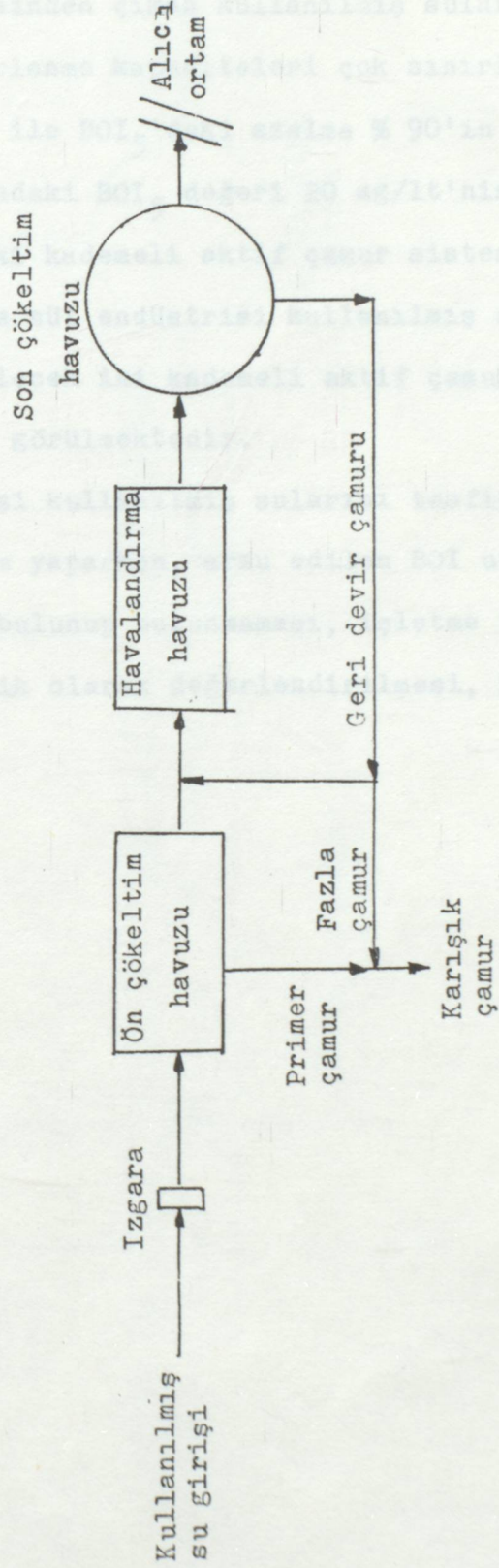
Aktif çamur yönteminde, tasfiyeyi temin eden mikroorganizmalar, havalandırma havuzunda oldukça fazla sayıda ve küçük hacme yığılmışlardır. Havanın suni olarak sevki yolu ile bu canlı yığılını için yeter miktarda oksijen temin edilir. Aynı zamanda havuzdaki kullanılmış su, suni olarak hareket ettirilerek yumaklı kütlelerin tabana çöküp oksijen yetersizliğinden çürümesi önlenmiş olur.

Aktif çamur metodunda, kullanılmış sudaki organik maddeler mikroorganizmalar tarafından sarfedilir ve mikroorganizmalar yumak kütleleri haline dönüşür. Canlı yumaklar, çöktürme yolu ile kullanılmış sudan ayrılırlar.

Aktif çamur metodu ile damlatmalı filtre arasında bir tercih yapılırsa, aktif çamur metodunun daha büyük tasfiye kapasitesine sahip olduğu, koku ve sivrisinek propleminin bulunmadığı, kışın da yaz kapasitesi ile çalıştığı görülür. Aktif çamur metodunun mahzurlu tarafı ise daha çok çamur çıkar ve bu çamurların su muhtevası daha yüksektir. Dolayısıyla çürütme odası ve kurutma yataklarının büyük boyutlu olur. Bu kriterler göz önünde tutularak aktif çamur metodu ile damlatmalı filtre arasında tercih yapılmalıdır.

Biyolojik tasfiyeden sonra kullanılmış sudaki çamurlar yumaklar halindedir. Dolayısıyla son çökeltim havuzu, suyun düşey olarak hareket ettiği konik havuz şeklinde olması uygun olur.

Şekil 2.11'de süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde kullanılabilecek aktif çamur metodu ile tasfiyenin akım şekli görülmektedir.

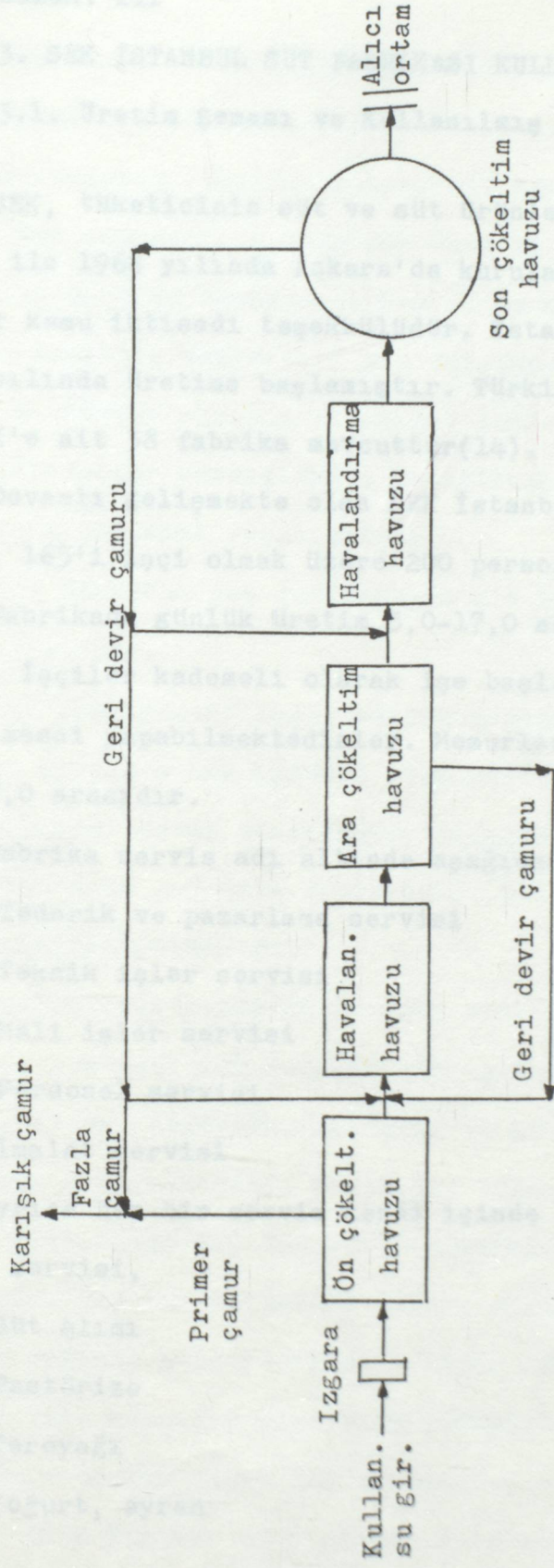


Şekil 2.11. Aktif Çamur Metodunun Akım Şeması (13)

Tasfiye tesisinden çıkan kullanılmış suların döküleceği yüzeysel suların kirlenme kapasiteleri çok sınırlı ise ilave bir biyolojik tasfiye ile BOI_5 'deki azalma % 90'ın üzerine çıkarılarak tahliye ayağındaki BOI_5 değeri 20 mg/lt'nin altına düşürülebilir. Bunun için iki kademeli aktif çamur sistemi kullanılır.

Şekil 2.12'de süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesinde kullanılabilecek iki kademeli aktif çamur metodu ile tasfiyenin akım şeması görülmektedir.

Süt endüstrisi kullanılmış sularını tasfiye edecek metodlar arasında bir seçim yaparken, arzu edilen BOI uzaklaştırma yüzdesi, gerekli arazinin bulunup bulunmaması, işletme ve ilk yatırım masraflarının ekonomik olarak değerlendirilmesi, göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2.1.2. İki kademeli Aktif Çamur Sisteminin Akış Şeması(13)

BÖLÜM. III

3. SEK İSTANBUL SÜT FABRİKASI KULLANILMIŞ SULARI

3.1. Üretim Şeması ve Kullanılmış Su Çıkışı

SEK, tüketicinin süt ve süt ürünleri ihtiyacını karşılamak amacı ile 1964 yılında Ankara'da kurulan Tarım Bakanlığı'na bağlı bir kamu iktisadi teşekkülüdür. İstanbul süt fabrikası 16 ekim 1968 yılında üretime başlamıştır. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde SEK'e ait 38 fabrika mevcuttur(14).

Devamlı gelişmekte olan SEK İstanbul süt fabrikasında 35'i memur, 165'i işçi olmak üzere 200 personel bulunmaktadır.

Fabrikada günlük üretim 5,0-17,0 saatleri arasında yapılmaktadır. İşçiler kademeli olarak işe başlamakta ve isteyen işçiler fazla mesai yapabilmektedirler. Memurların çalışma saatleri 8,0-17,0 arasındadır.

Fabrika servis adı altında aşağıdaki bölümlere ayrılmaktadır.

- Tedarik ve pazarlama servisi
- Teknik işler servisi
- Mali işler servisi
- Personel servisi
- İmalat servisi

Ayrıca her bir servis kendi içinde bölümlere ayrılmaktadır.

İmalat servisi,

- Süt alımı
- Pastörize
- Tereyağı
- Yoğurt, ayran

-Şişeleme

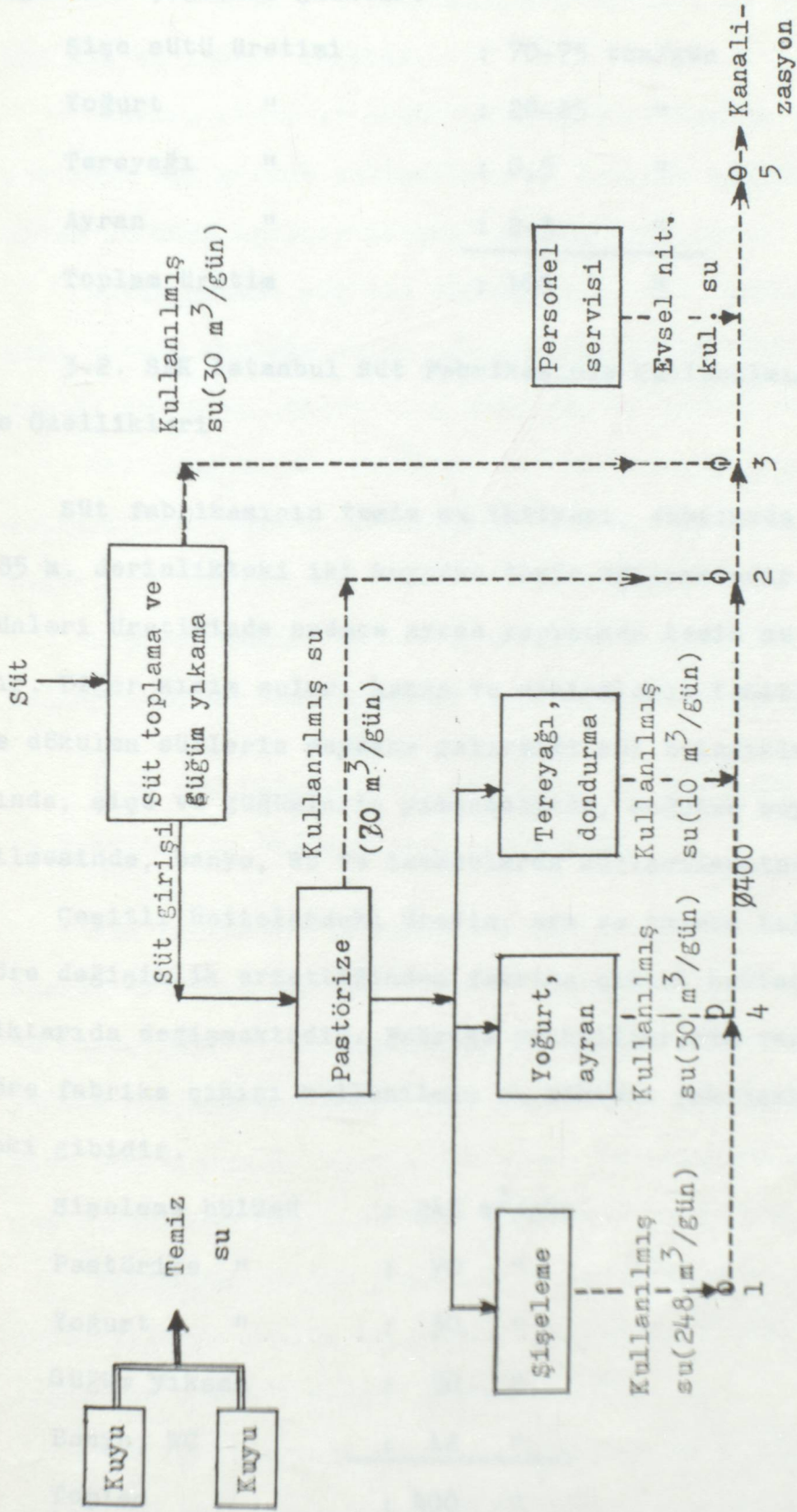
-Dondurma olmak üzere altı bölüme ayrılmaktadır.

Fabrikaya süt köylerden temin edilmektedir. SEK süt temin ettiği köylerde, köylüyü kooperatif kurmaya teşvik etmekte ve kurulan her kooperatife soğutucu tank ve kazanlar temin etmektedir. Soğutucu tank ve kazanlarda 0-4 °C'de muhafaza edilmekte olan süt, SEK'in termoslu tankerleri ile fabrikaya getirilmektedir. Boşaltılan tankerler yıkanıp sterilize edilmektedir. Fabrikaya gelen süt, laboratuvar kontrolünden geçirildikten sonra pastörize edilip ünitelere dağıtımı yapılmaktadır.

SEK İstanbul süt fabrikasına ait üretim şeması şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Süt fabrikasına bağlı olarak üretim yapan mama fabrikası, SEK'den ayrılmış bir işletme olup süt fabrikasından bağımsız olarak üretimine devam etmektedir. Fabrikaya bağlı tereyağı bölümünde üretim ayda 2-3 defa olmaktadır. Dondurma üretimi yaz aylarında gerçekleştirilmektedir.

Açılış yıllarında 60 ton/gün süt işleme kapasitesine sahip fabrika, yaklaşık 100 ton/gün süt işleme kapasitesine ulaşmıştır. Yoğurt, ayran, tereyağı, dondurma ve şişe sütü üretim miktarı değişkenlik arz etmektedir. Pastörize bölümü, fabrikaya işlenmek amacıyla getirilmiş 100 ton sütün hepsini pastörize edebilecek kapasitededir. Her bir bölümdeki üretim miktarı, iklime, arz ve talebe göre değişim göstermektedir. Kışın dondurma üretimi hiç yapılmamakta buna karşılık şişe sütü tüketimi artmaktadır. Ayran üretimi yazın artmakta kışın ise azalmaktadır. SEK İstanbul süt fabrikasında 1986 yılının ocak ayında ortalama üretimin ünitelere göre



Şekil 3.1. SEK İstanbul Süt Fabrikası Üretim Şeması ve Kullanılmış Su Çıkışı

dağılımı aşağıdaki gibidir.

Şişe sütü üretimi	:	70-75 ton/gün
Yoğurt "	:	20-25 "
Tereyağı "	:	0,5 "
Ayran "	:	2-3 "
Toplam üretim	:	100 "

3.2. SEK İstanbul Süt Fabrikasında Kullanılmış Su Miktarı ve Özellikleri

Süt fabrikasının temiz su ihtiyacı, fabrikada mevcut bulunan 185 m. derinlikteki iki kuyudan temin edilmektedir. Süt ve süt ürünleri üretiminde sadece ayran yapımında temiz su kullanılmaktadır. Diğer kısım sular, kazan ve makinaların temizlenmesinde, yere dökülen sütlerin meydana getirdiği süt bulaşıklarının yıkanmasında, şişe ve güğümlerin yıkanmasında, soğutma suyunun temin edilmesinde, banyo, WC ve lavabolarda kullanılmaktadır.

Çeşitli ünitelerdeki üretim, arz ve talebe bağlı ve mevsime göre değişiklik arzettiğinden fabrika çıkışı kullanılmış suların miktarıda değişmektedir. Fabrika yetkililerinin verdiği bilgiye göre fabrika çıkışı kullanılmış su miktarı yaklaşık olarak aşağıdaki gibidir.

Şişeleme bölümü	:	248 m ³ /gün
Pastörize "	:	70 "
Yoğurt "	:	30 "
Güğüm yıkama	:	30 "
Banyo, WC	:	12 "
Toplam	:	400 "

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış su çıkışı şeması şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Fabrika günde 12 saat faaliyet göstermekte ve buna mukabil yaklaşık 400 m³/gün kullanılmış su meydana gelmektedir. Bu kullanılan su 6075 eşdeğer nüfusa tekabül etmektedir.

Sütün kazaen yerlere dökülmesi ve süt bulaşıklarınının yıkanması sonucu meydana gelen kullanılmış sular esas itibariyle seyreltik süt özelliğinde olup deterjan da ihtiva ederler.

Bozulmuş sütün, kesilmiş süt suyunun ve bozulmuş diğer maddelerin ani olarak dökülmesiyle meydana gelen artıklar, tasfiye tesisinin faaliyetini kötü yönde etkiler.

Soğutma suları devri daim olarak kullanıldıklarından dolayı kullanılmış su açısından bir önem taşımamaktadır.

3.3. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Sularının Zararlı Etkileri ve Mevcut Tasfiye Metodları

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları toksit madde taşımamaktadır. Ancak BOI değeri yüksek olup üretilen ürünün cins ve miktarına, iş saatlerine göre değişim göstermektedir. BOI'si yüksek kullanılmış sular alıcı ortamdaki çözünmüş oksijen miktarını azaltıp canlı hayatı yok eder. Organik madde muhtevası yüksek olduğundan alıcı ortamda koku meydana getirir.

Fabrikada üretim yapılırken, taşmaların asgariye indirilmesi, bağlantıların günlük kontrolden geçirilerek sızmalara meydan verilmemesi ile BOI değeri düşürülebilir.

Süt fabrikasında evsel kullanılmış su niteliğindeki artıklar, banyo, WC ve lavabolardan gelen sulardan kaynaklanır. İçerdikleri

kirlilik konsantrasyonları bakımından evsel kullanılmış sularla aynı nitelikte olduğundan tasfiye edilmeden şehir kanalizasyonuna verilmesinde hiçbir mahzur yoktur.

SEK İstanbul süt fabrikasında tasfiye tesisi yoktur. Fabrikanın kullanılmış suları tasfiye edilmeden şehir kanalizasyonuna verilmektedir.

Finde "İçme Suyu ve Pis Sularda Rutin Analiz Yöntemleri ve Klavuz" kitabında yerleştirilmiştir. Süt endüstriyel kullanılmış sularında, SO₄, KCl, pR, sükroz, asit, klorür, amoniyum, renk, bulmaçlık ve sükroz analizlerinin yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Gerekli deneyler Yıldız Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Yapılan deneylerde, içme suları ve kullanılmış sular üzerinde uygulanan basitleştirilmiş ve doğruluk dereceleri tespit edilmiş kantitatif analiz yöntemlerinde yerleştirilmiştir.

Kantitatif analizde yapılacak hatalar hakkında kesin bir fikir vermek mümkün olmayıp bazı tayinlerde % 10-15'lik hata kabul edilmesine rağmen bazıları % 1-2'lik hata bile görülebilmektedir. Meydana gelebilecek hata maddelerinin miktarı ve seçilen metoda göre değişim gösterir.

Kantitatif analiz başlıca dört bölüme ayrılır (15).

- Gravimetrik analiz
- Titrimetrik analiz
- Instrumental analiz
- Gazometrik analiz

Gravimetrik analizde, aranan madde belirli bir bileşimde mevcut tartılabilecek şekilde, aranan madde miktarı bulunur. Bu şekilde aranan maddede çökeltme işlemi, ısıya dayanıklı olması ve her çe-

BÖLÜM. IV

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Deney Metodları ve Düzeni

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının analizlerinde "İçmesuyu ve Pis Sularda Rutin Analiz Yöntemleri ve Klavuzu" kitabından yararlanılmıştır. Süt endüstrisi kullanılmış sularında, BOI, KOI, pH, askıdaki madde, klorür, azot, renk, bulanıklık ve sıcaklık analizlerinin yapılması gerektiği tesbit edilmiştir. Gerekli deneyler Yıldız Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Yapılan deneylerde, içme suları ve kullanılmış sular üzerinde uygulanan basitleştirilmiş ve doğruluk dereceleri tesbit edilmiş kantitatif analiz metodlarından yararlanılmıştır.

Kantitatif analizde yapılacak hatalar hakkında kesin bir sınır vermek mümkün olmayıp bazı tayinlerde % 10-15'lik hata kabul edilmesine rağmen bazılarında % 1-2'lik hata bile normal sayılmaktadır. Meydana gelebilecek hata madde miktarına ve seçilen metoda göre değişim gösterir.

Kantitatif analiz başlıca dört bölüme ayrılır(15).

- Gravimetrik analiz
- Titrimetrik analiz
- İnstrumental analiz
- Gazometrik analiz

Gravimetrik analizde, aranan madde belirli bir bileşimde sabit tartıma getirilir. Aranan madde miktarı bulunur. Bu metotta aranan maddede çökeltme olmalı, ısıya dayanıklı olmalı ve nem çe-

kici olmamalıdır.

Titrimetrik analiz, çeşitli maddelerin eşdeğer ve ekilavent gramlarının birbirleriyle reaksiyona girmeleri temel ilkesine dayanır. Aranılan madde, konsantrasyonu bilinen standart bir madde ile reaksiyona sokulur. Reaksiyon sonu uygun bir indikatörle izlenir.

Instrumental analizde, tayini istenen maddenin belirli bir fiziksel özelliğinden yararlanılır. Madde renkliyse doğrudan doğruya, değilse renkli çözünen bir bileşiği haline getirilir. Renklilik derecesi, aynı maddeden yapılmış konsantrasyonu belli madde çözeltileriyle mukayese edilerek tayin edilir.

Gazometrik analizde, aranılan madde gaz halinde ise doğrudan doğruya, değilse gaz haline dönüştürülerek muayyen sıcaklık ve basınçtaki hacminden miktarına geçilir. Gaz bir karışımsa, belirli sıcaklık ve basınçta belirli bir hacim alınır. Çeşitli absorblayıcılardan geçirilerek yüzde bileşimi tayin edilir. Gazların hacimlerinin belirlenmesi gerektiğinde standart şartlara çevrilir.

Yapılan deneysel çalışmalarda, gravimetrik analiz, titrimetrik analiz ve instrumental analiz metodları kullanılmıştır. Deneysel çalışmalardaki sonuçların belirlenmesinde takip edilen yol ve deney düzenlerinden bir kısmı EK 1-EK 5 arası verilmiştir.

4.2. Yapılan Deneyler

Deney için alınan numune, kullanılmış suyun kimyasal ve fiziksel özelliklerinin tayininde güvenilir sonuçlar vermelidir. Alınan numuneler yaklaşık bir saatte laboratuara getirilerek deneyler yapılmıştır. Böylece numunenin getirilmesi esnasında mey-

dana gelebilecek hata minimuma indirilmiştir.

Deneyler süt endüstrisinin aşağıda belirtilen kullanılmış suları için yapılmıştır.

1. Şişeleme bölümünde meydana gelen kullanılmış sular
 2. Pastörize bölümünde meydana gelen kullanılmış sular
 3. Güğüm yıkama bölümünde meydana gelen kullanılmış sular
 4. Yoğurt bölümünde meydana gelen kullanılmış sular
 5. Ana kanal kullanılmış suları
- ve 1,5 saat bekletilmiş ana kanal kullanılmış suları

Tablo 4.1'de şişeleme ve pastörize bölümü, tablo 4.2'de güğüm yıkama ve yoğurt bölümü, tablo 4.3'de ana kanal ve 1,5 saat bekletilmiş ana kanal kullanılmış suları üzerinde yapılan deneylerin sonuçları verilmiştir.

4.3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiye edilmeden alıcı ortama verilmesi, İSKİ yönetmeliği ve 1380 sayılı su ürünleri kanunu ek tüzüğüne göre sakıncalıdır. Bu haliyle alıcı ortama verilmesi, alıcı ortamdaki canlılar üzerinde menfi tesir yapar.

Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3'deki deney sonuçları dikkate alınarak aşağıdaki kirleticilerin giderilmesi için süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiye edilmesi gerekir.

- BOI giderilmelidir(max. 50 mg/lt).
- Azot miktarı düşürülmelidir(max. 30 mg/lt).
- Asıllı katı madde miktarı düşürülmelidir(max. 200 mg/lt).
- Renk ve bulanıklık giderilmelidir.

Tablo 4.1. Şişeleme ve Pastörize Bölümü Kullanılmış Suları
Deney Sonuçları

Kirlilik Parametreleri	Şişeleme Bölümü Kullanılmış Su- ları (1)	Pastörize Bö- lümü Kullanıl- mış suları(2)
-pH	11,0	7,50
-BOI ₅ (mg/lt)	780	1150
-KOI (mg/lt)	1406	2340
-Sıcaklık (°C)	25	26
-Klorür (mg/lt)	65	92
-Toplam Kjeldahl Azot (mg/lt)	62	84
-Toplam Katı Madde Miktarı (mg/lt)	2464	3256
-Toplam Uçucu Madde Miktarı (mg/lt)	1137	1487
-Askıdaki Madde Miktarı (mg/lt)	1215	1513
*Askıdaki Maddenin Uçucu Kısmı (mg/lt)	586	734
-Bulanıklık (ppm)	320	560
-Renk (ppm)	875	1250

Tablo 4.2. Güğüm Yıkama ve Yoğurt Bölümü Kullanılmış Sularının Deney Sonuçları

Kirlilik Parametreleri	Güğüm Yıkama Bölümü Kullanılmış suları (3)	Yoğurt Bölümü kullanılmış sul.(4)
-pH	10.1	7.70
-BOI ₅ (mg/lt)	970	620
-KOI (mg/lt)	1927	1607
-Sıcaklık (°C)	31	35
-Klorür (mg/lt)	-	-
-Toplam Kjeldahl Azot (mg/lt)	-	-
-Toplam Katı Madde Miktarı (mg/lt)	2850	1831
-Toplam Uçucu Madde Miktarı (mg/lt)	1210	1028
-Askıdaki Madde Miktarı (mg/lt)	1156	956
-Askıdaki Maddenin Uçucu Kısmı (mg/lt)	552	513
-Bulanıklık (ppm)	350	115
-Renk (ppm)	890	355

Tablo 4.3. Ana Kanal ve 1,5 Saat Bekletilmiş Ana Kanal Kullanılmış Suları Deney Sonuçları

Kirlilik Parametreleri	Ana Kanal kullanılmış suları(5)	1,5 Saat Bek. Ana Kanal Kul. Sul.	Giderme Verimi %
-pH	8,70	7,30	16,1
-BOI ₅ (mg/lt)	820	600	26,8
-KOI (mg/lt)	1720	1307	24,0
-Sıcaklık (°C)	25	17	32,0
-Toplam Kjeldahl			
Azot (mg/lt)	70	-	-
-Klorür (mg/lt)	76	-	-
-Toplam Katı Madde			
Miktarı (mg/lt)	2956	951	67,8
-Toplam Uçucu Madde			
Miktarı (mg/lt)	1334	708	46,9
-Askıdaki Madde			
Miktarı (mg/lt)	1289	490	62,0
-Askıdaki Maddenin			
Uçucu Kısmı (mg/lt)	574	337	41,3
-Bulanıklık (ppm)	410	130	68,3
-Renk (ppm)	1180	420	64,4
-İmhoff Hunisinde Çöken Madde Hacmi(ml/lt)	18	-	-

4.4. Tasfiye Tesisi Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken Hususlar

Tasfiye tesisinin inşaatı ve işletme masrafları oldukça yüksektir. Tasfiye tesisi seçimi yapılırken ekonomik olmasına önem verilmelidir. Yapılacak tasfiye tesisi inşaatından önce tesis etüd edilmeli ve uzun yıllar tecrübesi olan kişilerin ve uzmanların bilgilerinden yararlanılmalıdır. Yapılacak tesis günümüzün şartlarına ve teknolojisine uygun olarak inşa edilmelidir.

İnşaat, makine v.b teçhizatta varsa standart malzeme ve ölçüler kullanılmalıdır. Mümkünse malzemeler yurt içinden temin edilebilir ve yapılabilir olmalıdır.

Tasfiye tesisi, fazla miktarda enerji, insan gücü ve makine kullanmayı gerektirmemelidir. Fazla yer işgal etmemeli, koku yapmamalıdır. Tesis uzun ömürlü olmalı ve yıllık bakım, onarım ve işletme masrafları fazla olmamalıdır.

4.5. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Suları Tasfiye Metodlarının Araştırılması

Kullanılmış suların tasfiyesi için kurulacak tasfiye tesislerinin maliyeti çok yüksek olup tasfiye tesisine ihtiyaç duyan fabrika için ilave bir masraf getirmektedir. Buna karşılık çevre ve sağlığı korumayı amaçlayan bir yatırımdır. Kullanılmış suyun tasfiyesinde ekonomik verimlilik göz önünde bulundurulmalıdır. Tasfiye metodu seçilirken ekonomiklik veya çevre sağlığı yönlerinden herhangi biri tercih edilmemelidir.

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının analizlerinden elde edilen sonuçlara göre mekanik ve biyolojik tasfiye

ile sonuca gidilebileceği görülmüştür.

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının kirlilik parametreleri ve giderilme metodları tablo 4.4'de verilmiştir.

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları,

-Oksidasyon havuzu (Şekil 4.1)

-Damlatmalı filtre (Şekil 4.2)

-Aktif çamur (Şekil 4.3)

-Uzun havalandırmalı havuz (Şekil 4.4) metodu ile tasfiye edilebilir.

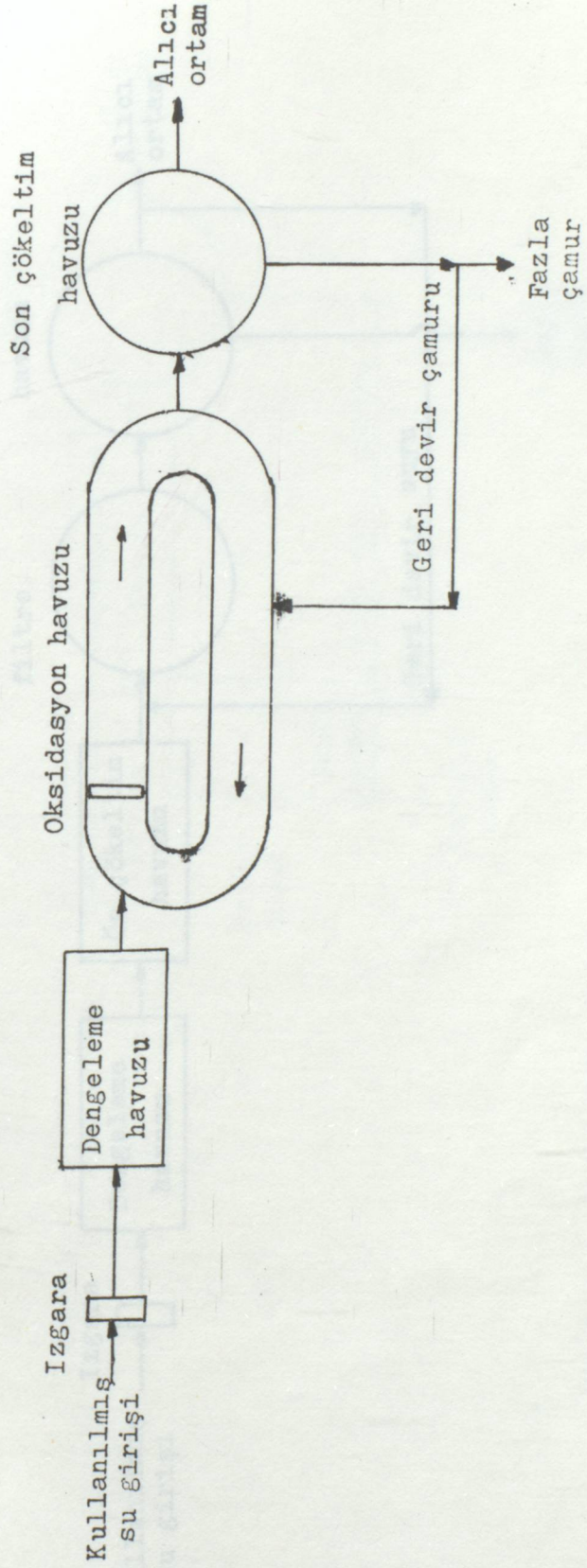
Oksidasyon hendeklerinin kullanma sınırı 250-5000 eşdeğer nüfustur. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları 6075 eşdeğer nüfusa tekabül etmektedir. Dolayısıyla SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiyesinde oksidasyon hendeklerinin kullanılması uygun olmayabilir.

Damlatmalı filtre ve aktif çamur metoduna göretasfiye edilen kullanılmış sulardan meydana gelen çamurların ayrıca stabilizasyonu gerekir. Çamur arıtma ünitesinin maliyeti, tüm tesis maliyetinin % 30-40'ını, işletme maliyeti tüm tesisin işletme maliyetinin % 50'sini teşkil eder. Ayrıca damlatmalı filtre ve aktif çamur metoduna göre tasfiyede ön çökeltim havuzuna da ihtiyaç duyulur. Bu şartlar çerçevesinde, aktif çamur ve damlatmalı filtre tesisleri, SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiyesi için uygun bir metod olmayabilir.

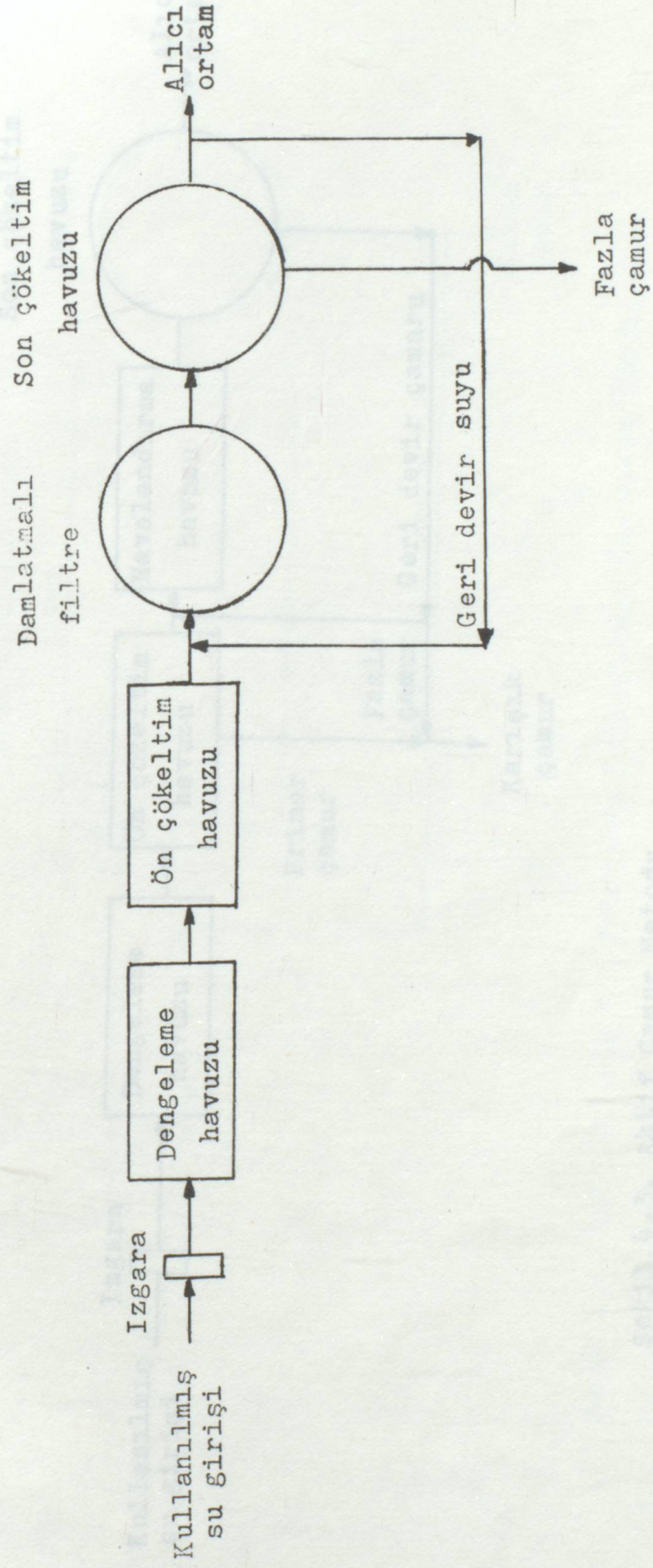
Uzun havalandırmalı havuz proseslerinin inşası ve işletilmesi aktif çamur prosesinden çok daha kolaydır. Ön çökeltim havuzuna ihtiyaç duyulmadığından ve tasfiye sonucu meydana gelen çamuru da stabilize ettiğinden dolayı uygun bir çözüm olabilir.

Tablo 4.4. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Sularının Kirlilik Parametreleri ve Giderilme Metodları

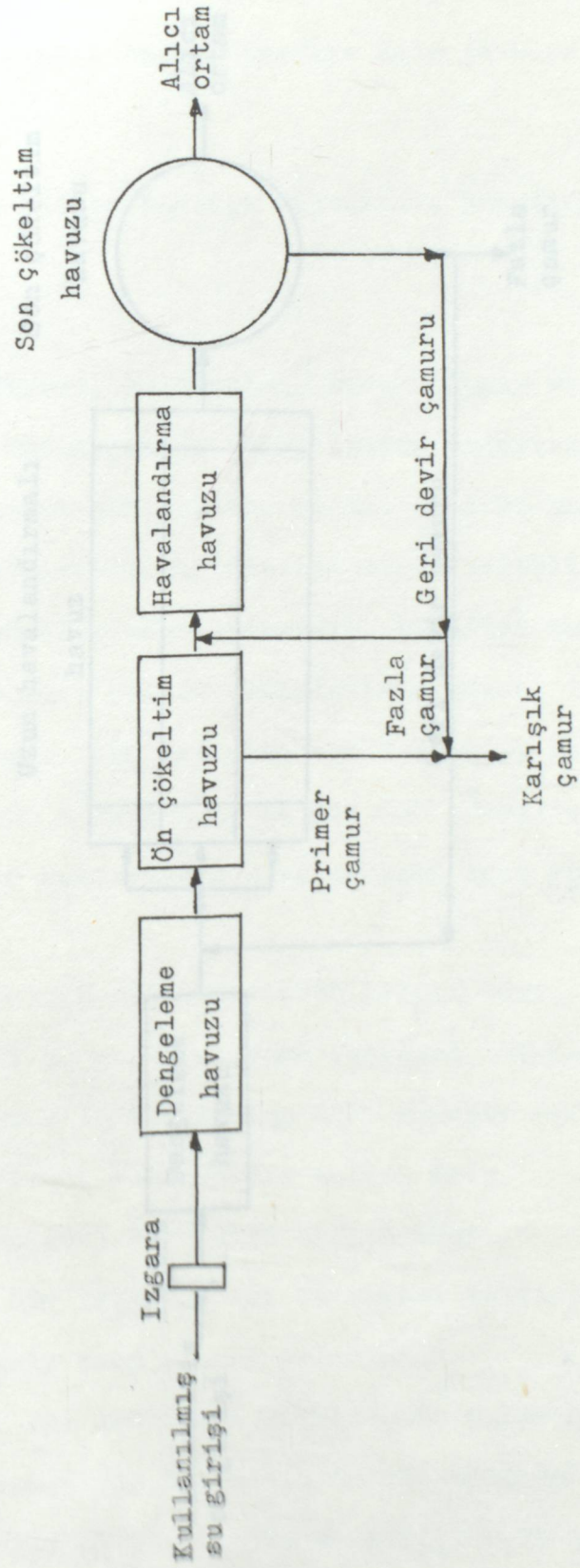
Kirlilik paramet.	Miktarı	Bulunabilecek max. konsant. İSKİ ve 1380 say. su ür. kan	Giderme metodu
-pH	8,7	5-9	-
-BOI ₅	820 mg/lt	50 mg/lt	Mek.+Biy. Tasfiye
-KOI	1720 mg/lt	-	-
-Sıcaklık	25 °C	40 °C	-
-Top. Kjel. Azot	70 mg/lt	30 mg/lt	Biy. Tas.+Nitrifi.
-Klorür	76 mg/lt	-	Kimyasal Tasfiye
-Toplam katı Madde	2956 mg/lt	-	Mek.+Biy. Tasfiye
-Toplam Uçucu madde mikta.	1334 mg/lt	-	Mek.+Biy. Tasfiye
-Askıdaki Madde Mikta.	1289 mg/lt	200 mg/lt	Biyolojik Tasfiye veya Kimyasal tas.
-Askıdaki Mad. Uçucu kısmı	574 mg/lt	-	-
-Bulanıklık	410 ppm	-	Mek.+Biy. Tasfiye veya kimyasal tas.
-Renk	1180 ppm	-	Mek.+Biy. Tasfiye veya Kimyasal Tas.
-İmhoff hun. Çök. Mad. Hac	18 ml/lt	-	-



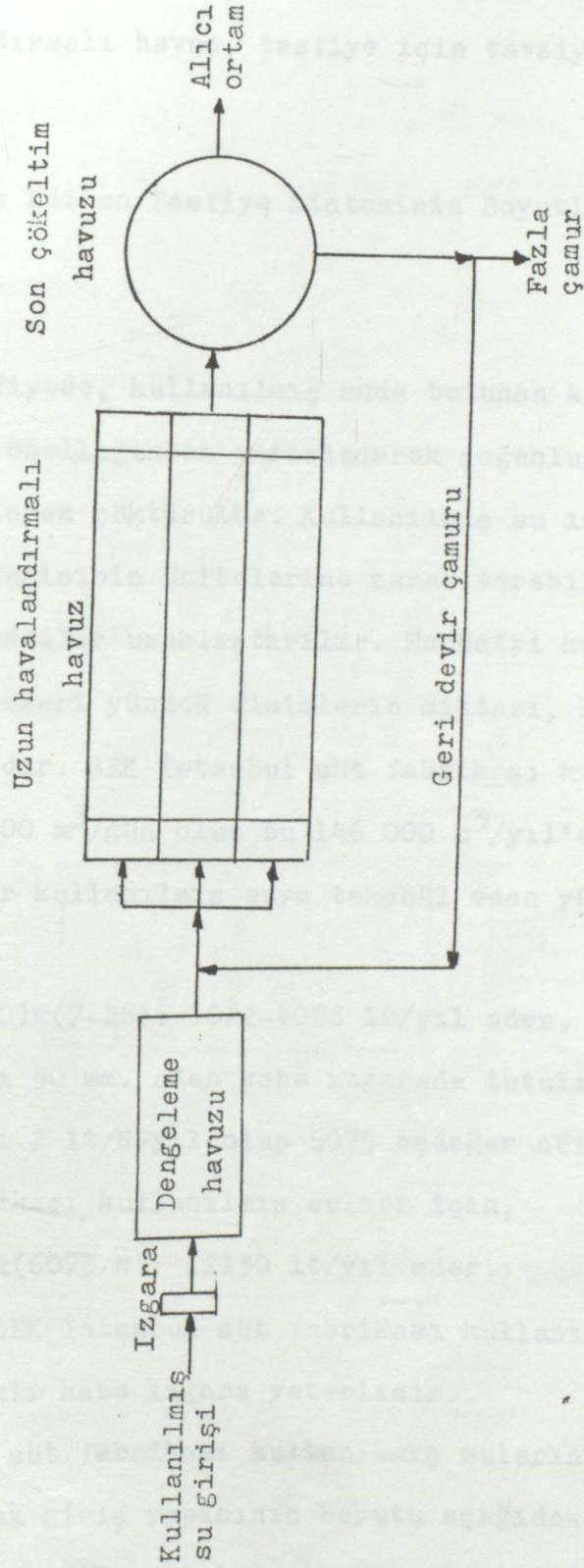
Şekil 4.1. Oksidasyon Havuzu



Şekil 4.2. Damlatmalı Filtre



Şekil 4.3. Aktif Çamur Metodu



Şekil 4.4. SEK İstanbul Süt Fabrikası Kullanılmış Sularının Tasfiyesi İçin Tavsiye Edilen Tasfiyeye Ait Akım Şeması

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiyesinde, Uzun havalandırmalı havuz, tasfiye için tavsiye edilmiştir (Şekil 4.4).

4.6. Tavsiye Edilen Tasfiye Sisteminin Boyutlandırılması

-Izgara

Mekanik tasfiyede, kullanılmış suda bulunan kirletici maddelerin fiziksel özelliğinden yararlanarak yoğunluğu fazla olan maddeler bekletilerek çöktürülür. Kullanılmış su ızgaradan geçirilerek tasfiye tesisinin ünitelerine zarar verebilecek nitelikte olan yüzücü maddeler uzaklaştırılır. Endüstri kullanılmış sularında yağ ve benzeri yüzücü cisimlerin miktarı, 1000 m^3 pis su başına 7-28 litredir. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının miktarı $400 \text{ m}^3/\text{gün}$ olup bu $146\,000 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'a tekabül etmektedir. Bu miktar kullanılmış suya tekabül eden yüzücü cisimlerin miktarı,

$$(146\,000/1000) \times (7-28): 1022-4088 \text{ lt/yıl eder,}$$

Çubuk aralığı 50 mm. olan kaba ızgarada tutulabilen yüzücü maddelerin miktarı 2 lt/N-yıl olup 6075 eşdeğer nüfusa sahip SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları için,

$$(2 \text{ lt/N-yıl}) \times (6075 \text{ N}): 12150 \text{ lt/yıl eder.}$$

Dolayısıyla SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları için 50 mm. aralıklı kaba ızgara yeterlidir.

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının ızgaraya girişini sağlayacak giriş yapısının boyutu aşağıdaki gibidir.

Debi $400 \text{ m}^3/\text{gün}$ olup ortalama akış (Q_{24}) $9,26 \text{ lt/sn}$ 'yeye tekabül eder. % 60 doluluk oranına tekabül eden Q/Q_d : $2/3$ olduğun-

dan debi,

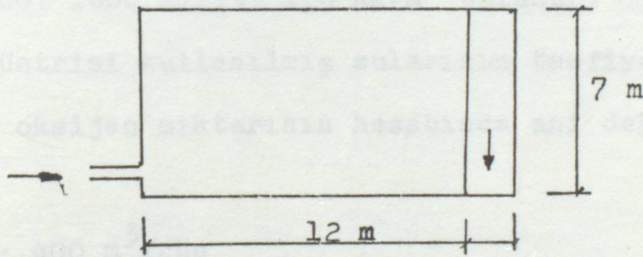
$$(9,26 \text{ lt/sn}) \times (3/2) : 14 \text{ lt/sn eder.}$$

Kutter tablosundan,

$$J: \% 05, Q_d: 19 \text{ lt/sn, } v_d: 0,62 \text{ m/sn, } \varnothing 20 \text{ cm seçilir.}$$

-Dengeleme Havuzu

Fabrika günde 12 saat faaliyet göstermektedir. Tasfiye tesisini uniform yüklemek için dengeleme havuzuna ihtiyaç duyulmaktadır. Dengeleme havuzu, fabrikanın çalışmadığı 12 saatte uzun havalandırmalı havuzu besleyecek kapasitede olmalıdır. Emniyet payıda düşünülerek 250 m^3 hacme sahip bir dengeleme havuzu yeterlidir. 3 m. derinlik seçilirse, 7 m. genişlik, 12 m. uzunluk bulunur(Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Dengeleme Havuzu

Çökelmenin meydana gelmemesi için dengeleme havuzunun havalandırılmasında yarar vardır.

-Uzun Havalandırmalı Havuz

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının BOI değeri yüksek olup biyolojik tasfiye ile BOI değeri düşürülebilir. Boyutlandırılmada kullanılmış su içinde bulunan azotun giderilmesi

için gerekli oksijen miktarı göz önünde bulundurulmalıdır.

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiyesi için tavsiye edilen uzun havalandırmalı havuzun boyutlandırma kriterleri aşağıdaki gibidir(16).

a(Çamur teşekkül etme katsayısı): 0,667

b(Her birim MLVSS için biyolojik olarak parçalanmış katı madde miktarı katsayısı): 0,073

a': 0,414

b': 0,0643

Projelendirmede, tam karışımli sıvıdaki askıdaki katı madde miktarı(MLSS): 4000 mg/lt alınır. Eğer sistemde çökeltme havuzu varsa MLSS'in % 80'i havalandırma tankında bulunacaktır. Geri kalan % 20'si çökeltme havuzu ve geri devir borusundadır. Bu durumda havalandırma tankındaki MLSS,

$0,50 \times 3200 = 1600 \text{ mg/lt} = 1,6 \text{ kg/m}^3$ bulunur.

Süt endüstrisi kullanılmış sularının tasfiyesi için verilmesi gereken oksijen miktarının hesabında ani değişim faktörü 1,25'tir.

Debi(Q): $400 \text{ m}^3/\text{gün}$

Ortalama akış(Q_{24}): $400/24 = 16,7 \text{ m}^3/\text{saat}$

BOI_5 : $820 \text{ mg/lt} = 0,820 \text{ kg/m}^3$

Günlük BOI_5 miktarı(S_0),

$S_0: (0,820 \text{ kg/m}^3) \times (400 \text{ m}^3/\text{gün}) = 328 \text{ kg } \text{BOI}_5/\text{gün}$

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularında bulunan toplam kjeldahl azot'(TKN)u 70 mg/lt olup günlük TKN miktarı,

$(0,070 \text{ kg/m}^3) \times (400 \text{ m}^3/\text{gün}) = 28 \text{ kg TKN/gün}$ bulunur.

$$\frac{S_o}{\text{MLVSS}} : \frac{b}{0,88 \times 0,95 \times a} \text{ formülünde süt endüstrisi kullanılmış}$$

suları için verilen değerler yerine konulursa,

$$\frac{S_o}{\text{MLVSS}} : \frac{0,073}{0,88 \times 0,95 \times 0,667} : 0,131$$

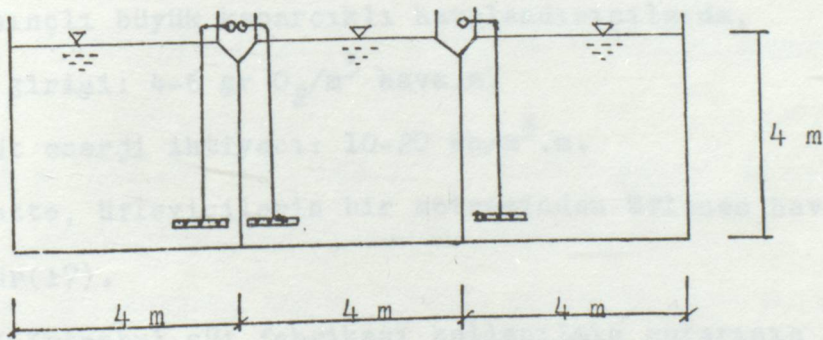
$$\text{MLVSS} : \frac{S_o}{0,131} : \frac{328}{0,131} : 2504 \text{ kg bulunur.}$$

Uzun havalandırma havuzu hacmi (V_u),

V_u : (MLVSS/Havalandırma tankındaki MLVSS konsantrasyonu)

$$V_u : (2504 \text{ kg}) / (1,6 \text{ kg/m}^3) : 1565 \text{ m}^3 \text{ bulunur.}$$

Uzun havalandırmalı havuz metoduna göre tasfiyede, basınçlı havalandırma havuzlarından manchester tipi havalandırma havuzu seçilmiştir. Manchester tipi havalandırma havuzunda, havuz genişliğinin havuz derinliğine oranı 1/1'dir. Havuz derinliği 4 m. seçilirse, genişlik 4 m., uzunluk 98 m. bulunur. (4x4x33) boyutlarında üç adet havalandırma havuzu seçilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Uzun Havalandırmalı Havuz

Uzun havalandırma havuzundaki kullanılmış suların tasfiyesi

için gerekli havalandırma süresi(t),

$t: (\text{Uzun havalandırmalı havuz hacmi}) / (\text{Debi})$

$t: (1565 \text{ m}^3) / (16,7 \text{ m}^3/\text{saat}): 94 \text{ saat}$

Verilmesi gereken oksijen miktarı ($\text{O}_2/\text{gün}$),

$\text{O}_2/\text{gün}: (a' \times (S_0 - S) + b' \times \text{MLVSS}) + 4,33 \times \text{TKN}$

$\text{O}_2/\text{gün}: (0,414 \times (0,95 \times 328) + 0,0643 \times 2504) + 4,33 \times 28$

$\text{O}_2/\text{gün}: 412 \text{ kg } \text{O}_2/\text{gün}$

$\text{O}_2/\text{saat}: 412/24: 17,2 \text{ kg } \text{O}_2/\text{saat}$

İşletme şartlarında verilmesi gereken oksijen miktarı,

$\text{O}_2/\text{gün}: 1,25 \times 412: 515 \text{ kg } \text{O}_2/\text{gün}$

$\text{O}_2/\text{saat}: 1,25 \times 17,2: 21,5 \text{ kg } \text{O}_2/\text{saat}$

Uzun havalandırmalı havuz metodu ile tasfiyede gerekli oksijenin teminini sağlayacak havalandırıcı olarak, havalandırıcı deliklerinin daha az tıkanıdığı, işletme masrafları düşük ve ön tasfiyesi yapılmamış endüstri kullanılmış sularının tasfiyesi için uygun görülen basınçlı, büyük kabarcıklı havalandırıcı seçilmiştir. Basınçlı büyük kabarcıklı havalandırıcılarda,

O_2 girişi: 4-6 gr O_2/m^3 hava.m.

Brüt enerji ihtiyacı: 10-20 wh/ m^3 .m.

Saatte, üfleyicilerin bir metresinden üflenen hava 15 m^3 'dür(17).

SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularının tasfiyesi için,

Üfleme derinliği: 3,5 m.

O_2 girişi: 5 gr O_2/m^3 hava.m.

Brüt enerji ihtiyacı: 15 wh/ m^3 .m. seçilmiştir.

3,5 m. derinlik dolayısıyla O_2 girişi,

$$(5 \text{ gr } O_2/m^3 \text{ hava.m}) \times (3,5 \text{ m}) : 17,5 \text{ gr } O_2/m^3 \text{ hava}$$

Verilmesi gereken max, günlük hava muhtevası,

$$(515 \text{ kg } O_2/\text{gün}) / (17,5 \times 10^{-3} \text{ kg } O_2/m^3 \text{ hava}) : 29430 \text{ m}^3 \text{ hava/gün}$$

Verilmesi gereken max. saatlik hava muhtevası,

$$(29430 \text{ m}^3 \text{ hava/gün}) / (24 \text{ saat/gün}) : 1227 \text{ m}^3 \text{ hava/saat}$$

Uzun havalandırma havuzunda BOI giderme verimi % 95-98'dir.

Bu şartlar çerçevesinde giderilen BOI miktarı,

$$(0,95) \times (328 \text{ kg } BOI_5 / \text{gün}) : 312 \text{ kg } BOI_5 / \text{gün} \text{ olacaktır.}$$

Bir kg BOI giderilmesine karşılık verilmesi gereken hava miktarı,

$$(29430 \text{ m}^3 \text{ hava/gün}) / (312 \text{ kg } BOI_5 / \text{gün}) : 95 \text{ m}^3 \text{ hava/1 kg } BOI_5$$

giderilmesi bulunur.

Brüt enerji ihtiyacı 15 wh/m^3 hava.m. olup 3,5 m. dolayısıyla,

$$(3,5 \text{ m}) \times (15 \text{ wh/m}^3 \text{ hava.m.}) : 52,5 \text{ wh/m}^3 \text{ hava eder.}$$

Verilmesi gereken toplam enerji,

$$(1227 \text{ m}^3 \text{ hava/saat}) \times (52,5 \times 10^{-3} \text{ kwh/m}^3 \text{ hava}) : 64,5 \text{ kwh/h}$$

Bir kg BOI giderilmesine karşılık verilmesi gereken enerji miktarı,

$$(95 \text{ m}^3 \text{ hava/kg } BOI_5 \text{ ind.}) \times (52,5 \times 10^{-3} \text{ kwh/m}^3 \text{ hava})$$

$$: 5 \text{ kwh/kg } BOI_5 \text{ indirgenmesi bulunur.}$$

1 m^3 kullanılmış suyun tasfiye edilmesi için verilmesi gereken hava miktarı,

$$(29430 \text{ m}^3 \text{ hava/gün}) / (400 \text{ m}^3 / \text{gün}) : 74 \text{ m}^3 \text{ hava/m}^3 \text{ kullanılmış}$$

su bulunur.

-Geri Devir Oranı(p)

Süt endüstrisi kullanılmış sularında J_{sv} : 150-200 ml/gr arasındadır(18). Çamur katı maddesi(T_{SR}) ise 5 kg/m^3 'dür.

Geri devir çamurunun çamur katı maddesi(TS_{RS}),

$$TS_{RS} : \frac{1000}{J_{sv}} : \frac{1000}{150} : 6,66 \text{ kg/m}^3$$

Geri devir oranı

$$p : \frac{T_{SR}}{TS_{RS} - T_{SR}} : \frac{5}{6,6-5} : 3,0 \text{ bulunur.}$$

-Son Çökeltim Havuzu

Biyolojik tasfiyeden sonra kullanılmış sudaki çamurlar yumaklar halindedir. Bu sebepten son çökeltim havuzunun, suyun düşey olarak hareket ettiği konik havuz şeklinde olması uygun olur.

Uzun havalandırmalı havuz proseslerinde, çamur geri devrettirilir. Çamurun geri devri söz konusu ise, son çökeltim havuzunun hesap debisi $(1+0,25xp) \times Q$ olur(19). Burada p geri devir oranı olup, SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış sularında %300'dür. Bu takdirde hesap debisi,

$$(1+0,25 \times 3) \times (16,7 \text{ m}^3/\text{saat}) : 29,2 \text{ m}^3/\text{saat} \text{ bulunur.}$$

Son çökeltim havuzunda kullanılmış suyun bekleme süresi 4 saat seçilirse, havuz hacmi,

$$(4 \text{ saat}) \times (29,2 \text{ m}^3/\text{saat}) : 117 \text{ m}^3 \text{ bulunur.}$$

Derinlik 4 m. seçilirse, çap 7 m. bulunur(şekil 4.7).

BÖLÜM V

5. SONUÇLAR

Giriş

Bu çalışmada elde

rılmıştır.

1. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları tekniği kull-

anılmaktadır. İnce SEK değeri yüksektir.

Şekil 4.7. Son Çökeltim Havuzu

2. Kullanılmış su miktarı, bir litre süt için yaklaşık 0,8 litre dir.

3. Tasfiyesi gereken kullanılmış su miktarı 400 m³/gün'dür. Bu kullanılmış su miktarı yaklaşık 600 kişilerin sarfettiği kullanılmış suya tekabül etmektedir.

4. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları mekanik ve biyolojik metotler ile tasfiye edilmiştir.

5. Ana kanal kullanılmış suları için bu tesislerde 1,5 saat bekletilmiş, bu tesislerin sonuna yapılan analizlerde, BOD₅'de %27, amonyak %2, pH değeri 7,2, sıcaklık 18°C, bulanıklık % 60'dur.6. Biyolojik metotler kullanılmış su tasfiyesi için uygundur. Bu tesislerde yapılan analizlerde, BOD₅'de %27, amonyak %2, pH değeri 7,2, sıcaklık 18°C, bulanıklık % 60'dur. Bu tesislerin sonuna yapılan analizlerde, BOD₅'de %27, amonyak %2, pH değeri 7,2, sıcaklık 18°C, bulanıklık % 60'dur.7. Elde edilen sonuçlara göre SEK İstanbul süt fabrikası için tasfiye edilen kullanılmış su miktarı 400 m³/gün'dür.

BÖLÜM. V

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir.

1. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları toksit maddede taşımamaktadır. Ancak BOI değeri yüksektir.

2. Kullanılmış su miktarı, bir litre süt için yaklaşık dört litredir.

3. Tasfiyesi gereken kullanılmış su miktarı $400 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'dür. Bu kullanılan su miktarı yaklaşık 6075 kişinin sarfettiği kullanılmış suya tekabül etmektedir.

4. SEK İstanbul süt fabrikası kullanılmış suları mekanik ve biyolojik metodlar ile tasfiye edilebilecek karakterdedir.

5. Ana kanal kullanılmış suları imhoff hunilerinde 1,5 saat bekletilmiş, bekletme sonunda yapılan analizlerde, BOI'de %27, askıdaki madde miktarında % 62, renkte % 64, Bulanıklıkta % 68'lik bir azalmanın meydana geldiği görülmüştür.

6. Biyolojik metod olarak uzun havalandırmalı havuz tavsiye edilmiştir. Uzun havalandırmalı havuzda ön çökeltim havuzuna ve meydana gelen çamurların stabilizasyonuna gerek yoktur. Fabrika tam gün faaliyet göstermemektedir. Bundan dolayı tasfiye tesisini uniform yüklemek için dengeleme havuzuna ihtiyaç görülmüştür.

7. Elde edilen sonuçlara göre SEK İstanbul süt fabrikası için tavsiye edilen tasfiyenin akım şeması şekil 4.4'de gösterilmiştir.

REFERANSLAR

- (1) CAMSIZ, E. "Süt Fabrikası Artık Sularının Arıtılması" DSİ Yayınları, Ankara, 1980
- (2) YÜCEL, M. AKSOĞAN, S. "Su Getirme Kanalizasyon ve Suların Arıtılması" Menteş Matbaası, İstanbul, 1978
- (3) KESKİN, H. "Gıdai Kimya" Mürettibiye Basımevi, İ.Ü., İstanbul, 1959
- (4) ERALP, M. "Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi" A.Ü. Zir. Fak., Ankara, 1969
- (5) YÖNEY, Z. "Dondurma Teknolojisi" A.Ü. Zir. Fak., Ankara, 1968
- (6) İMHOFF "Taschenbuch Der Stadtfent Wasserung" 25. Baskı, München, 1979
- (7) İZMEN, E. R. "Süt ve Mamülleri Teknolojisi" A.Ü. Zir. Fak., Ankara, 1964
- (8) ŞENGÜL, F. "Endüstri Artık Sularının Arıtılması" E.Ü., İzmir, 1982
- (9) MUSLU, Y. "Kullanılmış Suların Tasfiyesi" İTÜ, İstanbul, 1974
- (10) MUSLU, Y. "Pis Su Tasfiyesinin Prensipleri" İTÜ, İstanbul, 1967
- (11) "İSKİ ve 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu" Resmi gazete, Sayı:17973, 1983

- (12) GÖLHAN, M. AKSOĞAN, S. "Suların Arıtılması" Cilt:3, Pınar
Yayını, Menteş Matbaası,
İstanbul, 1978
- (13) KOR, N. "Çevre Sağlığı ve Teknolojisi"
İTÜ, İstanbul, 1974
- (14) "50 Yılda Türk Sanayii" Sanayi ve
Teknoloji Bakanlığı, Ankara, 1973
- (15) GÜNAY, Y. T. "İçme Suyu ve Pis Sularda Standart
CÖTERT, F. Rutin Analiz Yöntemleri ve Klavuz"
Tercüme, İstanbul, 1977
- (16) ARCIEIVALA "Basit Pis Su Tasfiyesi" İller Ban-
kası Yayını, 1975
- (17) BAŞTÜRK, A. "Kullanılmış Suların Tasfiyesi
Ders Notları", İstanbul, 1983
- (18) A.T.V. "Abwasser Technik" Band V, Berlin,
1985
- (19) "Tekstil Atık Sularının Tasfiyesi"
Y.Ü. Yaz Okulu, Y.Ü. Matbaası,
İstanbul, 1986

EK: I

SULARDAKİ BİYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOI₅)

PRENSİP:

BOI deneyi, tabiattaki şartlara benzer şartlar altında, organik maddelerin bulunduğu ortamda yaşayan mikroorganizmalar tarafından harcanan oksijen miktarının ölçülmesine dayanan biyolojik bir deneydir. Bu deney sayesinde sulardaki kirlilik kontrolü gerçekleştirilir. Reaksiyonun meydana geliş hızı büyük miktarda kirlilik durumuna ve sıcaklığa bağlıdır. Deney 20 °C'de yapılarak sıcaklığın etkisi sabit tutulur. Her ne kadar biyolojik oksidasyon için çok uzun bir zamana ihtiyaç varsa da, deney için 5 günlük sürenin yeterli olduğu saptanmıştır. Deneyin esası, çözülmüş oksijen tayinine dayanır. Taze alınmış numune üzerinde ve numunenin 20 °C'de 5 günlük inkübasyonundan sonra yapılan oksijen tayininden sonuç hesaplanır.

KULLANILAN ÇÖZELTİLER:

1- Mangan Sülfat Çözeltisi:

480 gr $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 400 gr $MnSO_4 \cdot 2H_2O$, 364 gr $MnSO_4 \cdot H_2O$ veya 400 gr $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ damıtık suda çözülüp 1000 ml'ye tamamlanır.

2- Alkali İyodür Azid Reaktifi:

500 gr sodyum hidroksit (veya 700 gr potasyum hidroksit) ve 135 gr sodyum iyodür (veya 150 gr KI) damıtık suda çözülüp 1 lt ye tamamlanır. Bu çözeltiye 10 gr sodyum azotür'ün (NaN_3) 40 ml damıtık suda çözülmüş çözeltisi ilave edilir. Çözelti hazırlanırken dikkatli olmalıdır. Potasyum ve sodyum tuzları birbirinin yerine kullanılabilir.

3-Sülfürik Asid:

Derişik ve çok saf.

4- Sodyum Tiyosülfat Çözeltisi, 0.025 N :

6,205 gr $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ taze kaynatılmış ve soğutulmuş damıtık suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır. Çözeltiyi korumak için, her litreye 5 ml kloroform veya 0,4 gr NaOH ilave edilir. Tam 0,025 N. sodyum tiyosülfat çözeltisinin 1 ml'si: 0,200 ml DO ya ekilaventtir.

5- Standart Potasyum Bikromat Çözeltisi, 0.025 N :

1,226 gr kuru potasyum bikromat biraz damıtık suda çözülür ve 1 lt'ye tamamlanır. Sodyum tiyosülfat çözeltisini ayarlamak için kullanılır.

Ayarlama:

Bir erlene 2 gr potasyum iyodür konur, 100-150 ml damıtık suda çözülür ve 10 ml'lik sülfirik asit ve tam 20 ml standart potasyum bikromat konur, 5 dakika karanlıkta bekletilir, yaklaşık 300-400 ml'ye seyreltilir ve 0,025 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile nişasta muvacehesinde titre edilir.

6- Nişasta Çözeltisi:

5-6 gr patates nişastası az miktardaki su ile emilsiyon yapılır. Bu emilsiyon kaynamakta olan damıtık suya ilave edilir, birkaç dakika kaynatılır. Bir gece bekletilir. Üstteki berrak çözelti alınır, uzun süre muhafaza etmek için her litreye 1,25 gr salisil asit ilave edilir.

7- Fosfat Tampon Çözeltisi:

8,5 gr potasyum dihidrojen fosfat, KH_2PO_4 , 21,75 gr dipotasyum mono hidrojen fosfat, K_2HPO_4 , 33,4 gr disodyum mono hidrojen fosfat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1,7 gr amonyum klorür, NH_4Cl tartılır ve damıtık suda çözülür, 1 lt'ye tamamlanır.

8- Mağnezyum Sülfat Çözeltisi:

22,5 gr kristal mağnezyum sülfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) damıtık suda çözülür, 1 lt'ye tamamlanır.

9- Kalsiyum Klorür Çözeltisi:

27,5 gr anhidrit kalsiyum klorür, $CaCl_2$, damıtık suda çözülüp, 1 lt'ye tamamlanır.

10- Demir Üç Klorür Çözeltisi:

0,25 gr demir III klorür ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) damıtık suda çözülür, 1 lt'ye tamamlanır.

11- Asit ve Alkali Çözeltisi, 1 N :

Artık suların nötralizasyonu için kullanılır.

12- Sodyum Sülfid Çözeltisi, 0,025 N :

1,575 gr susuz sodyum sülfid, Na_2SO_3 1 lt damıtık suda çözülür. Çözelti günlük hazırlanmalıdır.

13- Damıtık Su:

Çözelti ve seyreltme için kullanılacak damıtık su en iyi kalitede olmalıdır. Damıtık su cam kaplarda damıtılmış olmalı, bakır, klor, kloramin ihtiva etmemelidir.

14- Seyreltme Suyu:

a) Seyreltme suyu mikroorganizmaların yaşaması ve gelişmesini kolaylaştıracak anorganik tuzları ihtiva eder.

b) 20 °C'de doymuş oksijen ihtiva etmelidir.

c) Toksik elementler ihtiva etmemelidir. (Klor, bakır, kurşun gibi)

d) Karakteri değişmeyen, temiz nehir suları da seyreltme suyu olarak kullanılabilir.

15- Damıtık Sulardan Seyreltme Suyu Hazırlamak İçin:

1 ml fosfat, 1 ml mağnezyum sülfat, 1 ml kalsiyum klorür, 1 ml demir III klorür çözeltisi, 1 lt damıtık suya ilave edilir. Suyun oksijenasyonu için bu suya içinden hava geçirilerek havalandırılır veya seyreltme suyunu ihtiva eden kap çalkalanır. Sonra en az 12 saat dinlenmeye bırakılarak dengeye gelmesi, sıcaklığın 20 °C civarında olması sağlanır. Bunun için de su inkübatörde bekletilir. Oksijence çok aşırı doymuş bir su ile BOI tayini yapılmamalıdır. Zira inkübasyon süresi esnasında harcanan fazla oksijen etüd edilen suyun BOI'si gibi düşünülebilir ve bulunan BOI değeri gerçek değerden daha fazla ölçülür. Bu nedenle doygunluğa erdştirmek için çalkalamadan başka bir imkan yoksa şahitten deney de yapmayı ihmal etmemelidir.

Seyreltme suyu damıtık suyun çözülmüş oksijence doyması için pamukla kapalı şişelerde bekletilerek de hazırlanabilir.

Çok iyi sonuç almak için seyreltme suları aşılmalıdır. Aşı maddesi olarak, ya 24-36 saat 30 °C'de bekletilmiş ev artıklarının üstünde yüzen maddeler alınarak kullanılır veya tortulu taze şehir pis suyu kırmalı bir süzgeç kağıdından süzülür, bundan her bir litre suya 5 ml ilave edilir. Bu şekilde hazırlanmış seyreltme suyu aynı gün kullanılmalıdır. Seyreltme suyu yaklaşık 8 mg/lt çözünmüş oksijen kapsamalı, pH'ı nötrale yakın olmalı ve oksijen ihtiyacı 1 mg/lt'nin üstüne çıkmamalıdır.

16- Seyreltme Oranlarının Tahmini:

Bunun için 5 günlük inkübasyondan sonra vasatta en az 2 mg/lt kullanılmış oksijen kalmalıdır. % 50'sinin kalması en uygundur. (Yani 5 günlük inkübasyondan sonra başlangıçtaki 8 mg/lt çözünmüş

oksijenin 4 mg/lt'sinin kalması tercih edilir.)

a) İçme suları için seyreltme yüzdesi yarı yarıya olabilir.

b) Çöktürülmüş pis sularda BOI aralığı genellikle 50-200 mg/lt'dir. Seyreltme yüzdesi % 2-3 veya % 3-4 olabilir.

c) Tasfiye görmemiş artık sularda BOI aralığı genellikle 100-300 mg/lt'dir. Bunlarda seyreltme yüzdesi % 1-2 olabilir.

d) Biyolojik tasfiyeye uğratılmış pis sular için seyreltme yüzdesi % 5-25 olabilir.

e) Kirlenmiş nehir suları için seyreltme yüzdesi % 25-100 olabilir.

f) Göl suyu, nehir suyu, çay suyu için suyun duruma göre seyreltme yüzdesi % 10-50 olabilir.

g) Çok kuvvetli kirlenmiş pis sular veya endüstriyel artık suları kapsayan pis sular için % 1-2'lik seyreltmeyi yapmadan önce, bir kısım pis su 10 kısım seyreltme suyu ile seyreltilir. Bu yolla 1000-3000 mg/lt BOI aralığı tayin edilebilir.

DENEYİN YAPILIŞI:

1- İki tane 300 ml'lik BOI şişesi yarısına kadar seyreltme suyu ile doldurulur. Büyük ağızlı bir pipet kullanılarak, önceden hesaplanmış ve ölçülmüş numune miktarı 300 ml'lik şişeye ilave edilir. Şişe seyreltme suyu ile doldurulur. Kapaklar kapatılır. Kapaklar kapatılmadan önce bütün hava kabarcıklarının çıkmış olmasına dikkat etmelidir.

2- İki tane 300 ml'lik BOI şişesi seyreltme suyu ile doldurulur ve hava kabarcığı kalmayacak şekilde kapakları kapatılır. Seyreltme suyunun konmasında sifonlama tekniği uygulanmalıdır.

3- Seyreltme suyunun ve numunenin birer şişesi 20 °C'deki

inkübatöre konur. Diğer iki şişesi üzerinde çözülmüş oksijen tayini yapılır. Bunun için de;

a) Her şişeye 2 ml mangan sülfat çözeltisi ve 2 ml alkali iyodür azid reaktifi ilave edilir. Bu ilaveler ucu uzun bir pipet yardımı ile şişenin dibinden yapılmalıdır.

b) Şişeler 30 saniye alt üst edilerek karıştırılır. Sonra mangan hidroksidin çökmesi için 10 dakika bırakılır.

c) Reaktiflerin ilavesinden 10 dakika sonra şişenin kapağı dikkatlice açılarak, 2 ml derişik sülfirik asid ilave edilir. **Kapak kapatılarak** karıştırılır. Bütün çökeleğin çözünmesi sağlanır.

d) Şişe içindeki çözelti derhal bir erlenmayere alınır, şişe çok az miktarda damıtık su ile yıkanır.

e) Çözelti 0,025 N. sodyum tiyosülfat çözeltisi ile açık sarı renge kadar titre edilir. 2 damla taze hazırlanmış nişasta ilave edilir ve mavi renk kayboluncaya kadar titrasyona devam edilir.

f) Çözülmüş Oksijen Miktarının Hesaplanması:

mg/lt çözülmüş oksijen : $(0,2 \times A \times 1000) / (B - C)$ formülünden hesaplanır.

Burada:

A: Kullanılan 0,025 N. tiyosülfat çözeltisi miktarı

B: Oksijen tayin şişesinin hacmi

C: Oksijen tayin şişesine ilave edilen reaktiflerin toplam miktarı

g) BOI_5 Miktarının Hesaplanması:

mg/lt biyokimyasal oksijen ihtiyacı aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\text{mg/lt BOI}_5 : ((D - E) \times 100) / F$$

Burada:

D: Seyreltilmiş numunenin, başlangıçtaki çözünmüş oksijen

E: Numunenin 5 günlük inkubasyonundan sonraki çözünmüş oksijen miktarı

F: İlave edilen numunenin yüzdesi (ondalık kesir ile ifade edilen seyreltme oranı)

Not:

5 günde inkubasyona uğratılmış numunede bütün çözünmüş oksijenin yok olduğunu görmek büyük hayal kırıklığı olur. Onun için seyreltme oranının iyi seçilmesi gerekir.

Eğer aşılannmış su kullanılmışsa:

Aşı num.nin 5 günlük ÇO tüketimi
1. lt suya konan
ml aşı miktarı

$$\text{mg/lt BOI}_5 : \frac{\text{Seyreltilmiş num. başlangıç ÇO (mg/lt)} - \left(\frac{\text{1 ml aşidan dol. 5 gün son. ÇO azal.} + \text{ÇO}}{\text{ml aşı miktarı}} \right)}{\text{Kullanılan numune yüzdesi}} \times 100$$

EK: 2

KULLANILMIŞ SULARDAKİ KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOI)

KULLANILAN ÇÖZELTİLER:

1- Kristal Ag_2SO_4

2- Kristal $HgSO_4$ (Analitik saflıkta)

3- Katı sülfamik asid

4- Sülfirik asid-gümüş sülfat çözeltisi

(d:1,83 g/ml) derişik 1 lt sülfirik asid içine 6,6 gr Ag_2SO_4 çözümlenerek hazırlanır. Çözünmenin tamamlanması bir iki gün sürer.

5- Standart $K_2Cr_2O_7$ 'den 12,2588 gr 0,1 mg hassasiyetle tartılır. Damıtık suda çözümlenüp 1000 ml'ye tamamlanır.

6- Standart amonyum II sülfat çözeltisi, 0,1 N

89 gr $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ damıtık suda çözümlenir. 20 ml derişik H_2SO_4 ilave edilir, soğutulur ve 1000 ml'ye tamamlanır. Bu çözelti her kullanılışında potasyum dikromat'a karşı ayarlanır. Ayarlama, 10 ml 0,25 N $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi damıtık su ile 100 ml'ye seyreltilir. 30 ml derişik H_2SO_4 ilave edilir, soğutulur, 2-3 damla (0,10-0,15 ml) ferroun indikatörü ilave edilir ve 0,10 N demir amonyum çözeltisi ile titre edilir.

Normalite: $\frac{\text{ml alınan potasyum bikromat miktarı} \times 0,25}{\text{ml titrasyonda harcanan demir amonyum II sülfat çözeltisi miktarı}}$

7- 0,025 N Potasyum Bikromat Çözeltisi:

0,25 N $K_2Cr_2O_7$ çözeltisinin muayyen hacminin 10 misli seyreltilmesi ile hazırlanır.

8- Ferrorin Çözeltisi:

1,735 gr fenantrolin dihidrat, 0,695 gr $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ile bir-

likte damıtık suda çözülüp 100 ml'ye tamamlanır.

DENEYİN YAPILIŞI :

1- 20 ml su numunesi veya damıtık su ile 20 ml'ye seyreltilmiş numune 100 ml'lik ağzı rodajlı bir balona alınır.

2- 5 ml gümüş sülfatlı sülfirik asid ve 0,4 gr $HgSO_4$ ilave edilip karıştırılır.

3- 10 ml 0,25 N. potasyum dikromat çözeltisi ilave edilir.

4- 25 ml gümüş sülfatlı sülfirik asid çözeltisi yavaşça ilave edilir ve balon iyice karıştırılarak derhal soğutucuya bağlanır. Geri soğutucu altında çözelti iki saat kaynatılır, kaynamanın düzgün olması için balonda birkaç tane cam boncuğu bulunmalıdır. İlk kaynama anına çok dikkat etmelidir.

5- İki saatlik kaynama periyodu sonunda balon soğutulur, soğutucu yıkanır ve balondaki çözelti yaklaşık 140 ml'ye damıtık su ile seyreltilir.

6- Birkaç damla ferrorin indikatörü ilave edilir ve 0,1 N. demir amonyum II sülfat çözeltisi ile indikatörün rengi kırmızıya dönene kadar titre edilir. Rengin kırmızıya geçişi, mavi yeşil üzerinden olduğu için çok keskindir.

HESAPLAMA:

mg/lt olarak KOI miktarı aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\text{mg/lt KOI} : ((V_0 - V_1) \times N \times 8000) / V$$

Burada:

V_0 : Şahite sarfedilen demir amonyum miktarı

V_1 : Numuneye sarfedilen demir amonyum sülfat miktarı

V : Alınan ml numune miktarı

N : Demir amonyum sülfat normalitesi

Not:

İçme sularında da aynı yöntem uygulanır. Her numune serisi için bir şahit yapılmalıdır. Şahite de numunedeki işlemler aynen uygulanır.

Tablo 5.1. Numunenin Kirlilik Durumuna Göre Gerekli Reaktif Miktarını Gösterir

Numune miktarı	0,25 N. standart dikromat	Derişik H_2SO_4 gü müş sülf.	$HgSO_4$	$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ Normali.	Tit. ön. son num. hacmi
ml	ml	ml	gr	—	ml
10,0	5,0	15,0	0,2	0,05	70,0
20,0	10,0	30,0	0,4	0,10	140,0
30,0	15,0	45,0	0,6	0,15	210,0
40,0	20,0	60,0	0,8	0,20	280,0
50,0	25,0	75,0	1,0	0,25	350,0

EK: 3

SULARDA TOPLAM KATI MADDE TAYİNİ

(Buharlaştırma kalıntısı)

DENENİN YAPILIŞI:

100 ml iyice karıştırılmış numune sabit tartıma gelmiş ve darası alınmış bir kapsüle konur. Su banyosunda buharlaştırılır ve 103 °C'de etüvde sabit tartıma getirilir. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılır. Genellikle bir saat yeterlidir.

$$\text{mg/lt buharlaştırma kalıntısı: } \frac{\text{mg kalıntı} \times 1000}{\text{ml numune}}$$

Not:

Eğer numunenin pH'ı 4,3'ten düşükse, sodyum hidroksit çözeltisi ilavesi ile pH: 4,3'e ayarlanır. Bu takdirde ilave edilen sodyum hidroksitte mevcut sodyum miktarını bakiyeden çıkarmak lazımdır.

TOPLAM UÇUCU MADDE VE SABİT KALINTI MİKTARININ TAYİNİ

Kapsüldeki toplam katı madde (buharlaştırma kalıntısı) 550 °C'de elektrikli fırında 15-20 dakika yakılır. Kapsül desikatörde soğutulur ve tartılır. Yakma ile meydana gelen kayıp uçucu maddelerin toplamını, kapsülde kalan maddeler ise toplam sabit kalıntıyı verir.

$$\text{mg/lt Toplam sabit kalıntı: } \frac{(B - C) \times 1000}{\text{ml numune}}$$

Burada:

B: 550 °C'de yakmadan sonraki kapsülün ağırlığı

C: Sabit tartımdaki boş kapsül ağırlığı

$$\text{mg/lt Toplam uçucu madde: } \frac{(A - B) \times 1000}{\text{ml numune}}$$

Burada:

A: Buharlaştırma kalıntısı miktarı

B: 550 °C'de yakmadan sonraki kapsülün ağırlığı

TOPLAM SÜSPANSE MADDE MİKTARININ TAYİNİ

Çok yüksek konsantrasyonda süspansiyon madde ihtiva eden ve zor süzülen numuneler hariç iyice karıştırılmış numuneden 1 cm²'lik filtrasyon alanına, 14 ml veya daha fazla numune isabet edecek şekilde numune hacmi alınır ve 103 °C'da sabit tartıma getirilmiş 0,45 mu'luk membran filtreden vakum altında süzülür. 3 defa 10'ar ml'lik damıtık su ile yıkanır. Vakum kesilir. Membran filtre 103 °C'de 1 saat etüvde kurutulur. Desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tartılır.

HESAPLAMA:

Aşağıdaki formüle göre yapılır.

$$\text{mg/lt Toplam süspansiyon madde miktarı: } \frac{\text{mg süspansiyon mad.} \times 1000}{\text{Alınan numune hacmi (ml)}}$$

Not:

Süzme işlemi, numune alındıktan sonra mümkün olduğu kadar çabuk yapılmalıdır.

Aynı deney, minipor filtre bulunmadığı takdirde hazırlanmış güç krözesi ile de yapılabilir veya santrifüj metoduyla süspansiyon madde miktarı tayin edilir.

UÇUCU VE SABİT SÜSPANSE MADDE:

Toplam süspansiyon madde 550 °C'de 15 dakika fırında bekletilir. Desikatörde soğutulur. Yakma ile meydana gelen ağırlık kaybı uç-

cu süspanse madde miktarını, kalan da sabit süspanse madde miktarını verir.

ÇÖZÜNÜMÜŞ MADDELER:

Çözünmüş maddeler iki şekilde tayin edilir.

a- Buharlaştırma kalıntısından toplam süspanse madde miktarının çıkarılması ile hesaplanır.

b- Süzülüş numunenin muayyen bir miktarının buharlaştırılmasından ve 105 °C'de sabit tartıma getirilmesinden sonra bakiyenin desikatörde soğutulup tartılması ile bulunan ağırlığından tayin edilebilir.

ÇÖKEBİLEN MADDE:

Çökebilene madde iki yöntemle tayin edilebilir.

a- Hacim olarak (ml/lt)

b- Ağırlık olarak (mg/lt)

a- Hacim Olarak:

1 lt'lik imhoff konisine iyice karıştırılmış numune doldurulur, 45 dakika çökmesi için bırakılır, sonra koninin kenarları hafifçe cam bir çubuk vasıtası ile sıyrılır, 15 dakika daha bırakılır. Çökebilene maddeler (ml/lt) olarak koninin dibinde okunur.

b- Ağırlık Olarak:

Önce toplam süspanse madde tayin edilir. Sonra imhoff konisinden bir saat bırakılmış numuneden sifon yapılarak 250 ml başka bir kaba alınır. Milipordan süzülme sureti ile toplam süspanse maddede olduğu gibi çökemeyen maddeler tayin edilir. mg/lt çökebilene madde:mg/lt süspanse madde - mg/lt çökemeyen madde

EK: 4

KLORÜR TAYİNİ

KULLANILAN ÇÖZELTİLER:

1- Ayarlı Gümüş Nitrat Çözeltisi 0,0141 N.:

2,396 gr AgNO_3 damıtık suda çözülüp 1000 ml'ye tamamlanır.

Bu çözelti sodyum klorür çözeltisine karşı ayarlanır. Bu çözeltinin her mililitresi 0,5 mg klorüre eşdeğerdir.

2- % 5'lik Potasyum Kromat Çözeltisi:

5 gr potasyum kromat damıtık suda çözülür. Hafif kırmızı çökelek meydana gelinceye kadar AgNO_3 çözeltisi ilave edilir. Bu çözelti en az oniki saat bekletilir. Süzülür 100 ml'ye tamamlanır.

3- Standart Sodyum Klorür Ayar Çözeltisi(0,0141 N.):

900 °C'de 1,5 saat eritilerek kurutulmuş sodyum klorürden (NaCl) 8,243 gr tartılır. 500 ml damıtık suda çözülür. Bu çözeltinin 50 ml'si damıtık su ile bir litreye seyreltilir. Elde edilen çözeltinin 1 ml'si 0,5 mg klorüre karşı gelir.

4- Alüminyum Hidroksit Süspansiyonu:

125 gr potasyum ve amonyum şapı bir litre damıtık suda çözülür. Karıştırılarak ve yavaş yavaş 55 ml derişik amonyak ilavesi ile alüminyum hidroksit çöktürülür. Çökelek klorürden tamamen temizleninceye kadar damıtık su ile yıkanır.

5- Fenolftalein İndikatör Çözeltisi:

5 gr fenolftalein 500 ml etil alkolde çözülür ve 500 ml damıtık su ilave edilir. 0,2 normal sodyum hidroksid çözeltisi, soluk pembe renk elde edilinceye kadar damla damla ilave edilir.

6- Sülfirik Asid:

Yaklaşık 0,5 N.

7- Sodyum Hidroksid Çözeltisi:

Yaklaşık olarak 0,5 N. 4 gr sodyum hidroksid 200 ml damıtık suda çözülür.

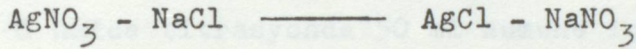
8- Hidrojen Peroksit:

% 30'luk.

DENEYİN YAPILIŞI:

50 ml su numunesi 100 ml'lik bir erlene alınır. 2-3 damla potasyum kromat çözeltisi damlatılır ve gümüş nitrat çözeltisi ile renk sarıdan kiremit kırmızısı rengine dönene kadar titre edilir.

Klorür miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanır.



AgNO_3 molekül ağırlığı: 170

Klorürün molekül ağırlığı: 35,5

1000 ml 1 N AgNO_3 çözeltisinde 170 gr AgNO_3 varsa

1000 ml 0,0141 N AgNO_3 " " " " vardır.

X: $170 \times 0,0141$: 2,3970 gr AgNO_3 eder.

2,3970 gr AgNO_3 1000 ml damıtık suda çözülürse 0,0141 N AgNO_3 çözeltisi hazırlanmış olur. Formülden,

170 gr AgNO_3 35,5 (Cl^-)'e karşı gelirse

2,3970 gr " " " " X

X: $\frac{2,3970 \times 35,5}{170}$: 0,5 gr Cl^- 'e karşı gelir.

1000 ml 0,0141 N AgNO_3 0,5 gr Cl^- 'e karşı gelirse

1 ml 0,0141 N AgNO_3 0,5 mg Cl^- 'e karşı gelir.

1 ml AgNO_3 0,5 mg Cl^- 'e karşı gelirse

B ml AgNO_3 " " " " X

X: $B \times 0,5$ mg (Cl^-)'e karşı gelir.

A ml numunede $B \times 0,5$ mg Cl^- varsa

1000 ml numunede X

$$X: \frac{1000 \times B \times 0,5}{A} \text{ mg klorür vardır.}$$

B: Titrasyonda harcanan ml 0,0141 N $AgNO_3$ çözeltisi miktarı

A: Alınan numune miktarı (ml)

Biz deneyde 50 ml numune kullandığımızı göre:

$$X: \frac{1000 \times B \times 0,5}{50} : B \times 10 \text{ mg/lt } Cl^-$$

O halde titrasyonda 50 ml numune için harcanan ml 0,0141 N $AgNO_3$ miktarını 10 ile çarparsak mg/lt olarak klorür miktarını buluruz.

Deneyde hatayı azaltmak için, aynı miktar yani 50 ml damıtık su alıp, deneydeki kadar potasyuk kromat çözeltisi damlatıp, 0,0141 N gümüş nitrat çözeltisi ile titre ederek indikatörün ilk dönüm rengini tesbit etmekte yarar vardır. O zaman formüldeki B yerine numune için olan sarfiyat ve şahit için olan sarfiyatın farkını koymalıdır.

$$\text{Klorür: } \frac{(A - B) \times C \times 35,46 \times 1000}{\text{ml olarak num. hacmi}}$$

Burada:

A: Numune için harcanan ml olarak gümüş nitrat sarfiyatı

B: Şahit numune için harcanan ml olarak gümüş nitrat sarfi.

C: Gümüş nitrat çözeltisinin normalitesi

Not:

1- Eğer su numunesi çok fazla klorür ihtica ediyorsa o zaman içinde 1-10 mg klorür olacak şekilde 50 veya 100 ml'ye seyreltilmiş numune alınır.

2- Eğer numune renkli ise bir miktar numuneye 3 ml alüminyum hidroksid süspansiyonu ilave edilip renk giderilir. İyice karıştırılıp 5 dakika sonra süzülür. (Su ile temizlenmiş pamuk tercih edilir) süzgeç kağıdı kullanılıyorsa süzüntünün ilk geçen kısmından birazı atılmalıdır. Sonra çökelti 10-15 ml damıtık su ile yıkanır ve süzüntüde bilindiği gibi tayin yapılır.

3- Eğer numunede sülfür varsa 1 ml hidrojen peroksit çözeltisi konur, karıştırılır, fenolftalein konarak tam renksiz hale gelinceye kadar sülfirik asid veya sodyum hidroksid çözeltisi katılır. 1 ml potasyum kromat çözeltisi ilave edilir. Gümüş nitrat çözeltisi ile sarıdan kırmızıya dönünceye kadar titre edilir.

İÇME SUYU VE PİS SULARDA TOPLAM ORGANİK AZOT VE KJELDAHL AZOTU TAYİNİ

Bu metodla tayin edilebilen organik azot, toplam kjeldahl azotundan, amonyak azotu çıkarılarak bulunur.

KULLANILAN ÇÖZELTİLER:

1- Parçalama Reaktifi:

134 gr K_2SO_4 , 650 ml amonyaksız damıtık suda çözülür ve 200 ml derişik H_2SO_4 ilave edilir. Karıştırılarak 2 gr kırmızı HgO 'in 25 ml 6 N. H_2SO_4 'deki çözeltisi ilave edilir ve çözelti damıtık su ile 1 lt'ye tamamlanır. Kristalizasyonu önlemek için $14^\circ C$ 'nin üstünde bir sıcaklıkta saklanır.

2- Sodyum Hidroksid-Sodyum Tiyosülfat Reaktifi:

500 gr NaOH ve 25 gr $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, amonyaksız damıtık suda çözülür ve 1 lt'ye tamamlanır.

3- Fenolftalein İndikatör Çözeltisi:

5 gr fenolftalein disodyum tuzu damıtık suda çözülüp 1 lt'ye tamamlanır. 0,02 N. NaOH'dan hafif pembe renk görünene kadar damla damla konur.

4- Karışım İndikatör Çözeltisi:

200 gr metil kırmızısı indikatörü, 100 ml % 95'lik etil veya izotropil alkolde çözülür. 100 mg metilen mavisi, 50 ml % 95'lik etil veya izotropil alkolde çözülür. Bu iki çözelti birleştirilerek karıştırılır. Çözelti aylık hazırlanır.

5- Borik Asid Çözeltisi:

20 gr H_3BO_3 , amonyaksız damıtık suda çözülür. 10 ml karışım indikatör çözeltisi ilave edilir ve 1000 ml'ye seyreltilir. Eğer destilâta nesslerizasyon metodu uygulanacaksa borik asite karışım

indikatör çözeltisi konmaz.

6- 0,02 N. Standart Sülfürik Asid Çözeltisi:

2,8 ml derişik sülfürik asid 1000 ml'ye tamamlanarak 0,1 N. çözelti hazırlanır. Bundan alınan 200 ml bir litreye tamamlanarak 0,02 N. çözelti hazırlanmış olur. Bu çözelti 0,02 N. Na_2CO_3 'e karşı ayarlanır ve bu çözeltinin 1 ml'si 280 μg azottur.

DEMEYİN YAPILIŞI:

İçindeki Organik Azot mg/lt	Alınacak Numune Miktarı ml
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50
50-100	25

1- Kirlilik durumuna uygun şekilde, tablodaki miktarda numune alınır. Gerekliyse 300 ml'ye seyreltilir. pH'ı 7'ye nötrale edilir.

2- İçme suyu kalitesindeki numuneye 10 ml, pis su kalitesindeki numuneye 25 ml fosfat tampon çözeltisi ilave edilir.

3- Birkaç kaynama taşı ilave edilir ve numune 300 ml'den fazla ise, 300 ml kalana kadar kaynatılır. Eğer istenirse bu kısım borik asit içine destillenerek amonyak tayininde kullanılabilir. Balonda kalan bakiye organik azot tayininde kullanılır.

4- Oda sıcaklığına soğutulmuş numuneye 50 ml parçalama reaktifi ilave edilir (veya onun yerine geçmek üzere 10 ml derişik H_2SO_4 , 6,7 gr K_2SO_4 ve 1,5 ml civa sülfat çözeltisi). Eğer çok

miktarda organik madde varsa bu maddelerin her bir gramı için fazladan 50 ml daha reaktif ilave edilir.

5- Çözelti berrak olana kadar kaynatılarak çözünürleştirilir.

H_2SO_4 6- Balon 30 dakika daha kaynatılır. Balon muhtevası soğutulur.

Aynı 7- Balondaki çözelti 300 ml'ye seyreltilir ve 0,5 ml fenolftalein çözeltisi ilave edilip karıştırılır.

8- Balonu sallamadan kafi miktarda hidroksid-tiyosülfat reaktifi ilave edilir. Yani her 50 ml parçalama reaktifi için 50 ml $NaOH-Na_2S_2O_3$ çözeltisi konmalıdır.

9- Reaktif dipte bir tabaka meydana getirir. pH: 9-9,5 arasında çözeltinin rengi esmerleşir.

10- Sonra balon derhal destilasyon cihazına bağlanır, çalkalanır. Eğer fenolftalein kırmızı pembe rengi meydana gelmezse bir miktar daha $NaOH-Na_2S_2O_3$ reaktifi ilave edilir.

11- Soğutucunun ucu 50 ml borik asid çözeltisi içine batırılır ve 200 ml destilat toplanıncaya kadar balon kaynatılır. Toplanan destilatta azot iki türlü tayin edilebilir.

a) Nesslerizasyon Metodu:

50 ml destilat alınır, nötralize edilir. 1 ml senyet tuzu, 1 ml nessler reaktifi konur. 10 dakika sonra meydana gelen renk kolorimetrik olarak 420 mu'da okunur.

$$\text{mg/lt Organik Azot} = \frac{A \times 1000}{\text{ml num.}} \times \frac{B}{C} \quad \text{formülünden hesaplanır.}$$

Burada:

A: Kolorimetrik olarak bulunan azot (mg)

B: ml olarak toplam destilat miktarı (Borik asid miktarı da dahil)

C: Nesslerizasyon için kullanılan destilat miktarı (ml)

b) Titrimetrik Analiz:

Karışım indikatörlü H_3BO_3 içine toplanmış destilat 0,02 N. H_2SO_4 ile çözeltinin rengi menekşeye dönene kadar titre edilir. Aynı şekilde aynı miktar borik asitle bir şahit hazırlanır. Aşağıdaki formüle göre miktarı hesaplanır.

mg/lt Organik Azot: $((D - G) \times 280) / \text{ml numune}$

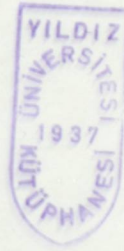
D : Numunenin titrasyonu için harcanan 0,02 N. H_2SO_4 miktarı

E : Şahitin titrasyonu için harcanan 0,02 N. H_2SO_4 miktarı

Not:

1- Eğer amonyak azotu, organik azot tayini metodunun 2 nolu kısmındaki gibi fosfat konup, kaynatılarak uzaklaştırılmamış ise, sonuçta bulunan azot miktarı "Kjeldahl Azot" olarak bildirilir. Toplam kjeldahl azota amonyak ve organik azot dahildir. Fakat nitrit ve nitrat dahil değildir.

2- 50 ml digestiyon reaktifi yerine 10 ml derişik sülfürik asit, 6,7 gr K_2SO_4 ve 1,5 ml civa sülfat çözeltisi kullanılabilir.



Bu çalışmayı ynetn ve çalışma süresince büyük teşfik ve ilgisini gördüğüm Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Necdet ARAL'a teşek- krlerimi sunarım.

Yapılan deneyler esnasında yardımlarını esirgemeyen Yıldız Universitesi evre Mühendisliği Labaratuvarı Personeline, SEK İstanbul Süt Fabrikası'nda yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen yönetici ve personeline teşekkürü bir borç bilirim.

