

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

84920

**SABUN VE YAĞ SANAYİ ATIKSULARININ
ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMASI VE FABRİKA
UYGULAMALARI**

Kimya Müh. Enver ALTIN

F.B.E Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sabriye PİŞKİN

Prof. Dr. Sabriye Pişkin

Prof. Dr. Abdülhadiş İzzet

SPiny

Doç. Dr. Hüseyin Kuru Kocakaya

İSTANBUL 1999

84920

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	V
ÖNSÖZ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. SABUN ÜRETİM SANAYİNE BAKIŞ	2
3. SABUN ÜRETİMİNDE TEMEL KİMYASAL REAKSİYONLAR	3
4. SABUN ÜRETİMİNDE ORTAYA ÇIKAN YAĞLI ATIK SULARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ HAKKINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR.....	5
4.1 Atıksu Karakteristikleri.....	6
4.2 Analitik Teknikler	8
4.3 Aktive Edilmiş Sulu Çamur Çalışmaları	9
4.4 Atıksu Çamurun Filtre Edilebilirliği	12
5. YAĞLI ATIKSU AKIMLARININ İŞLENMESİ İÇİN YENİ YÖNTEMLER	15
5.1 Yağ ve Sulu Çamur Seperasyonu ve Konsantrasyon Tankları	16
5.2 Yağlı Atık Akımlarının Muamelesi İçin Filtre Üniteleri	18
5.3 Pilot Tesis Filtrasyon Özeti	22
5.4 Uygulama Alanları	23
6. KİRLETİCİ PARAMETRELERİN TANIMLANMASI	25
6.1 Numune Alınması ve Korunması	25
6.2 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)..	27
6.2.1 Ölçüm esasları	28
6.2.2 Deneysel bölüm	29
6.2.3 Deneyin yapılışı.....	30
6.3 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)..	31
6.3.1 Deneysel bölüm	32
6.3.1.1 Deneyin yapılışı	33
7. AZOT TAYİNİ	35
7.1 Amonyak Azotu	35
8. ASKIDA KATI MADDE TAYİNİ	37
9. ASİDİTE VE ALKALİNİTE	38
9.1 Asidite	38
9.2 Alkalinite	38
9.3 Deneyin Yapılması	39

10.	JAR (KAVANOZ) TESTİ	40
10.1	DeneySEL Bölüm	41
11.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	65
12.	ARITMA TESİSİ SEÇME VE PROJELENDİRİLMESİ	84
13.	ATIKSU ARITMA TESİSİMİZİN KAPASİTEYE BAĞLI ÇALIŞMA BİLGİLERİ	86
14.	ATIKSU ARITMA TESİSİ DENGELEME SORUNLARI	87
15.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR		91
ÖZGEÇMİŞ.....		93



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1	Sabun üretim şeması 4
Şekil 4.1	Aktive edilmiş sulu çamur ünitesinin şeması 9
Şekil 4.2	Çözünen oksijen ölçümleri için kullanılan düzenek 11
Şekil 4.3	Sulu çamur filtre edilebilirlik düzeneği..... 12
Şekil 5.1	İkiz gravite yağ seperasyon ve konsantrasyon tankı 17
Şekil 5.2	Ultra yüksek hız filtrasyon ünitesi 21
Şekil 10.1	Atıksu arıtımında temel işlemler 43
Şekil 10.2	Debinin dengelediği bir kullanılmış su tasfiyesinde akım diyagramı 48
Şekil 10.3	Aktif çamur sistemi akış şeması..... 59
Şekil 11.1	C.P.H. fabrika yerleşim planı 67
Şekil 11.2	C.P.H. 1 Ocak - 1997 KOI yükü 72
Şekil 11.3	C.P.H. 1 Şubat - 1997 KOI yükü 73
Şekil 11.4	C.P.H. 1 Mart - 1997 KOI yükü 74
Şekil 11.5	C.P.H. 1 Nisan - 1997 KOI yükü 75
Şekil 11.6	C.P.H. 1 Mayıs - 1997 KOI yükü 76
Şekil 11.7	C.P.H. 1 Haziran - 1997 KOI yükü..... 77
Şekil 11.8	C.P.H. 1 Temmuz - 1997 KOI yükü 78
Şekil 11.9	C.P.H. 1 Eylül - 1997 KOI yükü 79
Şekil 11.10	C.P.H. 1 Kasım - 1997 KOI yükü 80
Şekil 11.11	1997 Yılı KOI ortalamaları 81
Şekil 11.12	1997 Yılı Aylık KOI ortalamaları 82
Şekil 12.1	Atıksu arıtma tesisi 85

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Test numuneleri laboratuvar analiz sonuçları	7
Çizelge 10.1 Elle temizlemeli mekanik temizlemeli izgaraların karşılaştırılması	44
Çizelge 10.2 Çökeltme tankı ham çamurlarının özellikleri	52
Çizelge 10.3 Aktif çamurda çökeltme bölgeleri.....	63
Çizelge 11.1 Su raporu.....	66
Çizelge 11.2 C.P.H. üretim atıksu envanteri	68
Çizelge 11.3 C.P.H. üretim atıksu envanteri	69
Çizelge 11.4 C.P.H. üretim atıksu envanteri	70
Çizelge 11.5 C.P.H. atıksu arıtma tesisi günlük kirlilik yükü.....	79
Çizelge 11.6 C.P.H. aylık KOI dengeleme giriş değerleri	83
Çizelge 14.1 Atıksu arıtma tesisi arıtma maliyeti	88

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm tez danışmanım Prof. Dr. Sabriye PIŞKIN' e , Laboratuvar çalışmalarım sırasında katkılarından dolayı Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN' e teşekkür ederim .

Tezin hazırlanması sırasında desteği ve yardımlarını esirgemeyen Colgate - Palmolive - Hacışakir Sabun ve Gliserin Fabrikası Üretim Direktörü Mark LUKOWIAIC' a ve her zaman olduğu gibi desteğini benden esirgemeyen eşim Arş. Gör. Zehra ALTIN' a teşekkür ederim .

Enver ALTIN

ÖZET

Sabun ve yağ sanayinde üretim birimlerinde oluşan atıksu akımlarının kimyasal ve biyolojik incelemeleri yapıldı. Bu incelemeler Colgate - Palmolive - Hacışakir Sabun ve Gliserin Sanayi Ayazağa tesislerinden alınan numuneler üzerinde gerçekleştirildi .

Fabrikanın tüm atıksu akımlarının bir envanteri oluşturuldu Her akım için KOI, BOI, AKM, sülfat, pH, toplam azot, debi vb. analizleri yapıldı. Çalışmalarda 1 yıl boyunca yapılan analiz sonuçlarının ortalaması alındı. Bu sonuçların Çevre Bakanlığı atıksu deşarj limitlerinin oldukça üstünde olduğu görüldü .

Farklı arıtılabilirlik yöntemleri kullanılarak en verimli ve ekonomik sistem seçimi yapıldı. Fabrikanın atıksu arıtma tesisi için bu sistem uygulamaya alındı . Tesisin tam kapasite çalışmasıyla % 80 KOI giderimi sağlandı. Bu sonuçla Çevre Bakanlığı ve İstanbul İSKİ atıksu deşarj limitlerine ulaşıldı .

ABSTRACT

The chemical and biological studies of waste water flows forming at the production units of soap and oil industry has been carried out . These studies have been realized on the samples received from the Ayazağa facilities of Colgate - Palmolive - Hacışakir Soap and Glycerine Industry .

An inventory of all waste water flows of the plant was taken. Analysis for each flow of KOI, BOI, AKM, sulphate, pH, total nitrogen, rate of flow, etc. was carried out. A weighted average of the analysis, performed during one complete year has been calculated and it was found out that they were well above the levels of the waste water discharge limits of Ministry of Environmental.

1. GİRİŞ

Sabunun kendisi hiç bir zaman gerçekten bulunmamıştır. Fakat yağsı maddeler ve alkali karışımlardan yavaş yavaş geliştirilmiştir. 13. Yüzyıla gelinceye kadar sabun bir endüstri olarak adlandırılacak miktarda üretilmemiştir.

1800 öncesine kadar sabunun, yağ ve alkalinin mekanik bir karışımı olduğu sanılmaktaydı. Bundan sonra bir Fransız kimyacı olan Chevreul sabun oluşumunun gerçek bir kimyasal reaksiyon olduğunu göstermiştir. Domeier aynı süre içinde sabunlaştırma karışımından gliserinin kurtarılması konusundaki araştırmasını tamamlamıştır.

Sabun yapımında uygulanan temel proses 2000 yıldan bu yana değişmemiştir. Bu yöntemde katı ve sıvı yağlar parti parti (süreksiz) olmak üzere bir alkali ile sabunlaştırılmakta ve sonra karışıma tuz katılarak, sabun karışımından ayrılmaktadır. Sürekli sabun üretim prosesi 1937' de Procter and Gamble kuruluşunun yüksek basınçta hidroliz ve sürekli nötralizasyon prosesini Quincy (Mass A.B.D.) kurmasıyla başlamıştır.

2. SABUN ÜRETİM SANAYİNE BAKIŞ

Sabun, ana maddesi bitkisel veya hayvansal yağların veya yağ asitlerinin alkalilerle reaksiyonu sonucunda elde edilen genellikle temizleyici olarak kullanılan bir üründür. Kalıp sabun, çubuk, toz, granül, sıvı ve yumuşak sabun gibi çeşitleri vardır.

Tıpta, tekstil ve diğer sanayi alanlarında banyo, çamaşır ve tuvalet sabunu olarak da insan sağlığı ve temizliği alanlarında geniş kullanıma sahiptir.

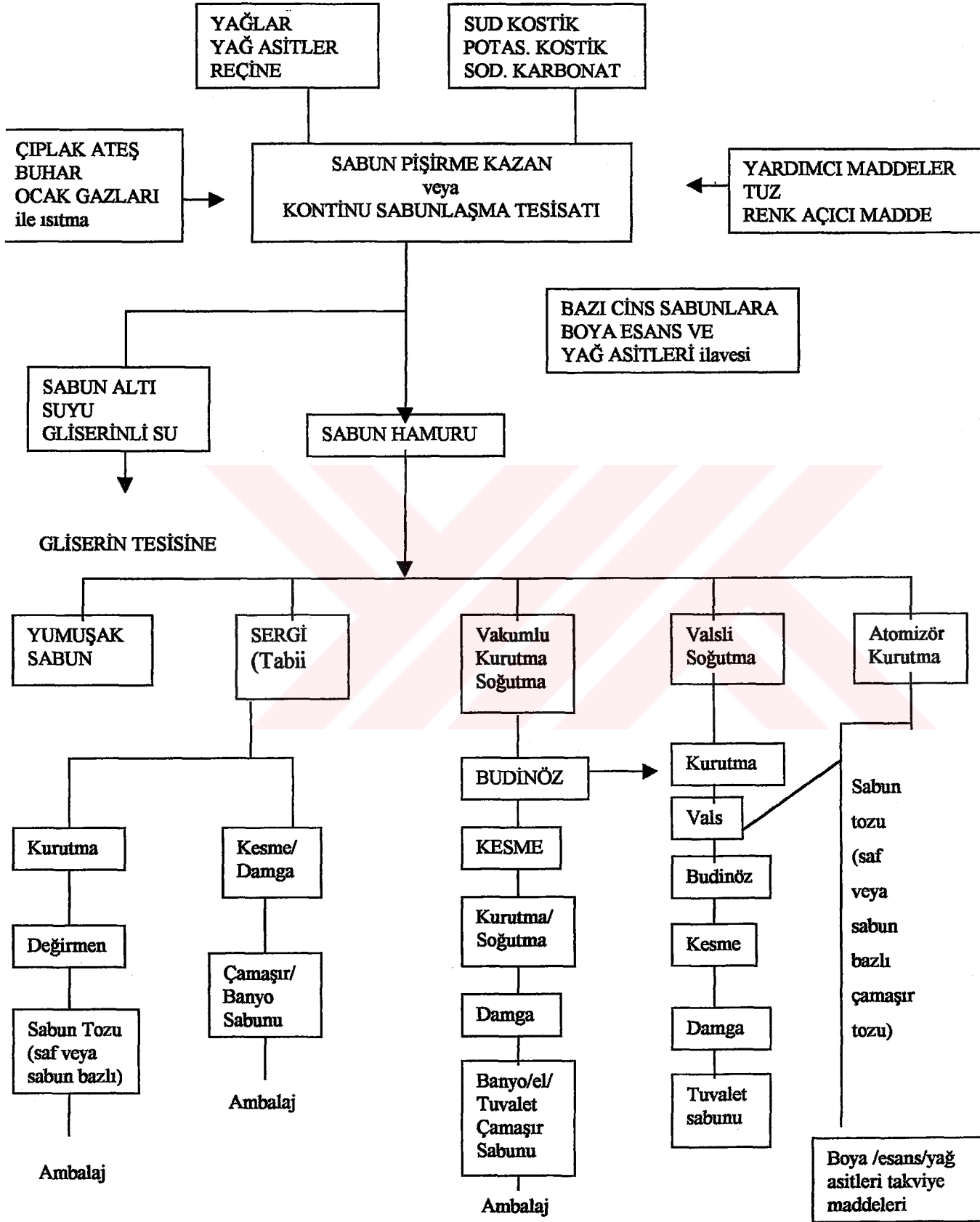
C.P.H. fabrikasında sabun üretimi sürekli pişirme prensibiyle yapılmaktadır.

Kontinü Sabunlaştırma : Yağların sürekli olarak sabunlaştırılması sabun hamurunun yine sürekli olarak gliserinli sabun altı sularından (lesiv suyundan) ayrılarak yıkanması ve santifüjlenmesidir.

Sistem italyan MAZZONİ firmasının geliştirdiği modern bir teknolojidir.

Prensibi yağların alkalilerle beraber 120 - 135 °C' de 2 - 3 atm. basınç altında tek fazlı bir ortamda ani sabunlaştırılması, gliserinli suların ayrılması ve ters akım prensibine göre oluşan sabunun yıkama sularıyla yıkanması ve santifüjlenmesidir.

2. aşamada elde edilen sabun hamuru çeşitli kimyasalların ilavesiyle son ürüne yani ticari sabuna dönüştürülür paketlenir.



Şekil 3.1. Sabun üretim şeması

4. SABUN ÜRETİMİNDEN ORTAYA ÇIKAN ATIKSULARIN İŞLENEBİLİRLİĞİ HAKKINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR

'American Oil Chemists Society' nin iki farklı toplantısında şehre ait tesislerinde hayvansal ve bitkisel yağlar konusunda yapılan sunuşlar özetlenmektedir (American Oil Chemist Society, 1979). Mc Dermott ve Polkowski, şehre ait sistemlere boşaltılan atık sularda bulunan yağlar ve diğer 'gres' bileşenleriyle ortaya çıkan güçlükleri ele almışlardır. Her ne kadar özelliklerinde önemli farklar bulunsa da işleme güçlükleri yağlar ve 'gres' ler grubu açısından değerlendirilmiştir. Mineral tipli yağları azaltmak güçtür ve bazen toksit etki gösterirler, oysa hayvansal ve bitkisel yağlar ve 'fat' ler azaltılabilirler ve toksit değildirler. Benzer şekilde; yağlar 'fat' ler ve greslerin değişik yapı (yüzdürülebilir ve emülsiyon halinde) ve tiplerinin (hidrokarbonları, yağ asitleri, gliseritler, steroller, vs.) atık su işleme sistemlerinde ortaya çıkardığı güçlük derecelerinde farklar mevcuttur. Buna rağmen böyle bir gruplandırma yapılmasının bir nedeni basitleştirme için benzer maddeleri bir kategoriye toplamak genelleştirmektir; daha bilimsel nedeni ise, değişik formlar arasındaki farklılaşmayı göstermek için uygun analitik teknik eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Atık suların işleme tesisleri üzerindeki etkisi, özellikle biyolojik açıdan bozulma ve atık su filtrasyonunu kapsayacak şekilde, görülmüştür. Havalı ortamlarda (aerobik) işlenebilme üzerine yapılan çok çeşitli araştırmaların sonuçları, bu maddelerin farklı özelliklerinin göreceli bozulma hızlarına etkisi konusunda değerlendirmeler de yapmış olan Loehr ve Roth tarafından özetlenmiştir (Waste Management and Research, 1990). Genelde, daha kısa zincir uzunluğuna sahip olan yağ asitlerinin uzun zincirli asitlerden daha kolay metabolize olduğunu; doymamış asitlerin doymuş olanlardan daha kolay bozulma gösterdiğini; çözünebilir asitlerin çözünmeyenlerden daha hızlı metabolize olduğunu ve çözünmeyen yağ asitlerinin bozulma hızının çözünmeyen parçacıkların boyutunun bir fonksiyonu olduğunu bulmuşlardır. Daha çözünmez ve daha büyük yağ asit parçacıkları bozulma için zıt özelliklere sahip olandan daha büyük zaman gerektirmektedir.

Hayvansal veya bitkisel orijinli yağlar ve yağ asitleri anaerobik sistemlerde kolaylıkla bozulurlar ve pis su işleme tesislerindeki sulu çamur muamelesinden ortaya çıkan metanın

önemli bir kısmından sorumludur. O' Rourke, bu tip gres' lerin 'sindirimi' için gereksinimler üzerine geniş bir araştırma yapmış ve bitkisel ve hayvansal yağlarla birlikte bulunan yağ asitlerinin % 70' den fazlasının 35 °C sıcaklıkta ve 10 günlük bir alıkonma zamanıyla yüksek hız metan gazına dönüştürüldüğünü bulmuştur (Water and Waste Treatment, 1973). Yağ asitlerinin bozulumu üzerine benzer gözlemler Huekelekian ve Mueller ve Novak ve Carlson tarafından da belirtilmiştir (Merc and Darmstod, 1974). Anaerobil sindirimde gresin bozulum hızları üzerine çalışmalar yapan Rudolfs, greslerin yanabilir gaz üretimini hızlı biçimde ortadan kaldırdığını göstermiştir.

Burada; Procter & Gamble Company Cincinatti, Ohio' dan temin edilen endüstriyel atıklar ve saf yağ bileşenlerinin işlenebilirliği üzerine yapılan laboratuvar araştırmalarına anlatılmaktadır. Laboratuvar çalışmasının ana amacı : 1) şehir pis su işleme tesislerinin işletilmesinde yağlı endüstriyel atıklarla evsel pis su atıklarının karışmasının muhtemel etkilerini belirlemek; 2) aktive edilmiş sulu çamur prosesi yardımıyla endüstriyel atık - pis su karışımının işlenebilirliğini değerlendirmek; 3) endüstriyel atıklar şehir atık suyu ile karıştığında endüstriyel atıkların anaerobik işlenmesinin mümkün olup olmayacağını belirlemek; 4) birleşik haldeki atıkların anaerobik işlenmesi ve aktive edilmiş sulu çamur işlenmesinden elde edilen kimyasal olarak konuşlandırılmış atık sulu çamurun filtre edilebilirliğini belirlemek; ve 5) şehirselle pis su ve Procter & Gamble yağlı atıkların karışmasından ortaya çıkabilecek istenmeyen etkileri yok etmektedir.

4.1 Atıksu Karakteristikleri

Altı farklı yağlı madde incelenmiştir. İlk üç madde (A, B ve C) Procter & Gamble tesislerinin birinden alındı. A atığı; sabun üretimi için yağ asitlerinin yapıldığı, hidrolizer prosesiyle birleşik olan geri sirküle gresli suyu kondanse edici sistemden temin edildi (blowdown). B atığı yenebilir yağın rafinasyonundan çıkan atık suyu ve C atığı; Tesisten çıkan sıvı akıntısını göstermektedir, C atığı C₁ olarak belirtilen bir sulu çamur kısmına ve Ç olarak belirtilen bir 'supernalant' sıvı maddeye ayrıldı; laboratuvar çalışmalarını tamamlamak için ilave atık temin edildi. Ve ortak supernalant sıvı madde C₂ olarak belirlendi.

Çizelge 4.1 . Test numuneleri laboratuvar analiz sonuçları

Numuneler	KOI	BOD5	GRES	SULFAT	pH
A - Sabun Üretim Atıksuları	2900	2020	620	4	4.8
B - Yemeklik Yağ rafinasyon Atıksuları	18300	11300	5800	375	12.6
C - Ortak Atıksu Atıkları	2190	1300	280	200	7.2
C _b - Sulu Çamur Atıksuları	15000	7100	4860	200	7.2
KONTROL ATIKSU					
1 - Sentetik Pis Su Atığı	300000	230000	13000	---	---
2 - Durutulmuş Pis Su Evsel Atık	214	84	24	---	---
3 - Şehirsal Atıksu Çamuru	12600	---	1210	---	---

Çizelge 4.1' de gösterildiği gibi endüstriyel atıkların gres içeriği, bütün durumlarda atık Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)' nın % 13 ve 92' si arasında olmak üzere yüksekti. Yağların ve ' fat ' lerin KOI değeri, (daha çok gıda işleme ve sabun üretiminde ortaya çıkan atıklarda mevcut olan gres bileşenleri) yaklaşık 2.9 gram KOI/1 gram gres' tir. Tüm atıklarda, KOI' nın büyük bir kısmı gres' ten kaynaklanmaktadır. Bütün durumlardaki atıklar için beş günlük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD₅) KOI değerinin yaklaşık % 50' si veya daha fazlası olduğu görülmektedir, 0.5' den daha büyük bir BOD₅/KOI oranı atığın kolaylıkla biyolojik olarak bozunabileceğini gösterir (Water and Wsate Treatment, 1973).

Karşılaştırma yapmak amacıyla endüstriyel atıkların yanı sıra üç tane saf yağ veya yağ asidi incelendi. O atığı, 18 karbonlu doymamış yağ asidi olan oleik asit; 5 atığı, değişik uzun zincirli yağ asitlerinin trigliseritlerinden oluşan soya fasulyesi yağı; ve T atığı, oleik asidin trigliseritli olan triolein' di. Bu maddelerden beslemeleri hazırlamak için saf yağ atığının bir hacmi suyun 100 hacmiyle karşılaştırıldı ve karışım bir emülsiyon haline getirmek amacıyla kısa bir zaman periyodu için blender' a yerleştirildi.

Üç tane kontrol beslemesi kullanıldı. Aktive edilmiş sulu çamur çalışmasının bir bölümü için, vanilya aromalı bir Metrecal (diet yapanlara yönelik gıda ürünü) musluk suyuyla

karıştırılarak sentetik bir pis su hazırlandı. Aktive edilmiş sulu çamur çalışmasının diğer bölümüne yönelik olarak, şehirsal pis su işleme tesisinden alınan durutulmuş pis su kullanıldı. Anaerobik çalışma için aktive edilmiş sulu çamur atığı da şehirsal pis su işletme tesislerinden elde edildi. Aktive edilmiş sulu çamur ve anaerobik çalışmalar için besleme çözeltileri, endüstriyel atıklar ve kontrol atıklarının karışımlarından ve saf yağ asitleri ve kontrol atıkları karışımlarından hazırlandı.

4.2 Analitik Teknikler

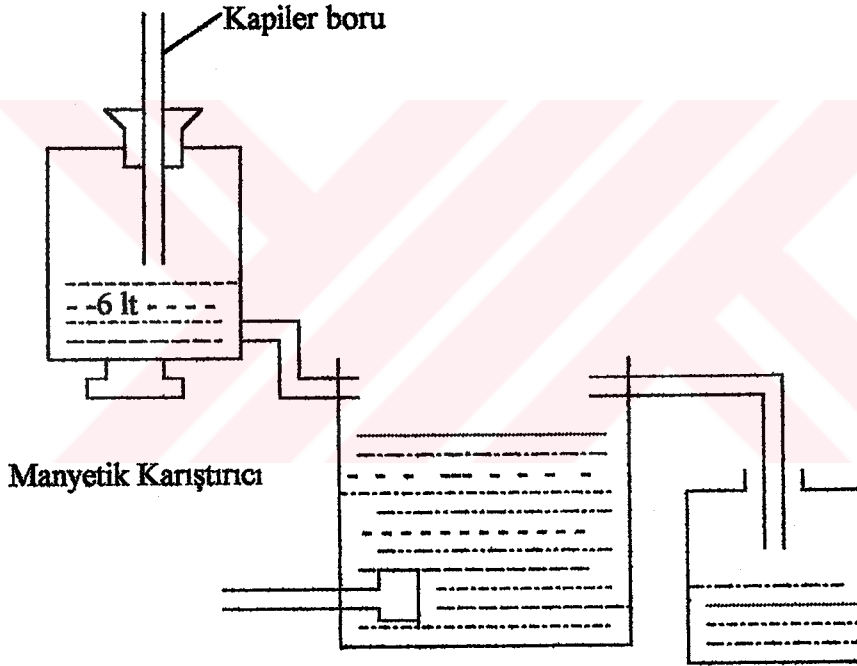
Analitik testlerin çoğu 'Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater' in yirminci baskısına uygun olarak gerçekleştirildi. Sadece gres analizi 'Standart Methods' lar dışında yapıldı.

Loehr ve Rohlich tarafından belirtildiği gibi, tüm gres ekstraksiyonları için bir kloroform metanol çözücüsünün kullanıldığı sıvı ekstrasyon prosedürü kullanıldı. 50 mg/l' den daha büyük gres konsantrasyonlarına sahip numuneler genellikle doğrudan sıvı ekstraksiyon yardımıyla ölçüldü. Daha düşük konsantrasyonlara sahip numuneler için metod yeterince hassas değildir, bu yüzden bu tip numuneler için Loehr ve Rodlich tarafından belirtilen modifiye edilmiş prosedür kullanıldı. Bu prosedür öncelikle 2 - 4 arası pH' a göre numunelerin asidifiye edilmesinden oluştu, daha sonra filtre kağıdından geçirilerek gres uzaklaştırıldı ve filtre kağıdındaki gres kloroform - metan çözücüsüyle ekstrakte edildi.

Loehr ve Rohlich yukarıdaki prosedürün; ' Standart Methods ' da belirtilen hegzan ekstraksiyon prosedüründen biraz daha yüksek gres konsantrasyon ölçümüyle sonuçlandığını ve her iki yağ asidi ve motor yağının kantitatif olarak ölçülebildiğini bildirmişlerdir (Garner, 1966). O'Rourke, kloroform - metanol yöntemini değerlendirmiş ve 10 karbon atomundan daha büyük uzunluğa sahip yağ asitleri ve ayrıca yağlar ve ' fat ' lerin kantitatif olarak ölçüldüğünü bulmuştur. 4 - 10 arası karbon atomu uzunluğuna sahip yağ asitlerinin bir kısmının geri kazanımı da elde edildi. Yağ asidi içermeyen gresin büyük ancak tanımlanmamış miktarı da bu prosedürle ölçüldü.

4.3 Aktive Edilmiş Sulu Çamur Çalışmaları

Bir buçuk litrelik sürekli aktive edilmiş sulu çamur laboratuvar ünitesinin de şematik bir çizimi şekilde gösterilmektedir. Besleme günlük olarak hazırlandı, besleme şişesine konuldu ve manyetik karıştırıcıyla sürekli olarak karıştırıldı. Akış hızı, şişeye hava girişini kısıtlayan besleme şişesinin tıkaçına yerleştirilmiş bir kapiler boru yardımıyla kontrol edildi. Aktive edilmiş sulu çamur havalandırma ünitesinin akıntı kısmına yakın yerleştirilen plastik bir saptırıcı, aktive edilmiş sulu çamur ünitesine geri dönen askıda kalmış katı parçacıkların durulması için durgun bir bölge sağladı.



Şekil 4.1. Aktive edilmiş sulu çamur ünitesinin şeması

81 günlük bir periyot boyunca sürdürülen aktive edilmiş sulu çamur çalışması dört safhaya ayrıldı. Birinci safha sırasında, sentetik pis su (seyreltik Metreca) değişik yağlı atıklarla karıştırıldı ve atıklara KOI katkısı sentetik pis suya KOI katkısının yaklaşık iki misliydi. Bütün karışımlarda atıklara gres katkısı sentetik pis suya katılanı oldukça geçmişti.

İkinci safha esnasında, sentetik pis suya KOI katkısının atığa katılanın iki misli olmasını sağlamak üzere sentetik pis su ve atık relatif oranı ayarlandı. Bu ise, uygulamada önceden

tahmin edilen atığın pis suya maksimum relatif oranlarından daha semboliktir. Atığa gres katkısı sentetik pis suya katkısını tekrar aştı.

Üçüncü safhada, durutulmuş pis su kontrol için kullanıldı ve ikinci safha kullanıldığı ölçüde aynı miktarda atık KOI ile karıştırıldı. Bu karışımların tümü için durutulmuş pis suya toplam KOI değerinin daha büyük oranı katıldı ve bu toplam gres içeriğinin yaklaşık yarısıydı.

Son safha boyunca 12 °C' lik indirgenmiş sıcaklık altında sadece sentetik pis su kontrolü ve C atık karışımı değerlendirildi. Buradaki amaç, indirgenmiş sıcaklık operasyonunun gres bozulmasına ve genel operasyona zıt bir şekilde etki edip etmeyeceğini belirlemektir.

Aktive edilmiş sulu çamur laboratuvar ünitelerinin yükleme hızları ve alıkoyma zamanları şehir pis su işleme tesislerindekiyle karşılaştırıldı. Şekil 4.1' de gösterildiği gibi, aktive edilmiş sulu çamur çalışmaları esnasında tüm ünitelerin operasyon karakteristiği sonrakine göre operasyonun bir periyodundan biraz farklı oldu. Aktive edilmiş sulu çamurun durultma niteliklerindeki rastgele değişimlerin sonucu atık özelliklerindeki farklardan daha fazlaydı. Üçüncü safha sırasında operasyon, durutulmuş pis suyla, diğer fazlar esnasında pis suyla elde edilenlere benzer operasyonel sonuçlar verdi. İndirgenmiş operasyon sıcaklığı da Procter & Gamble endüstriyel atığı alan ünitenin operasyonunu ters yönde etkilemedi.

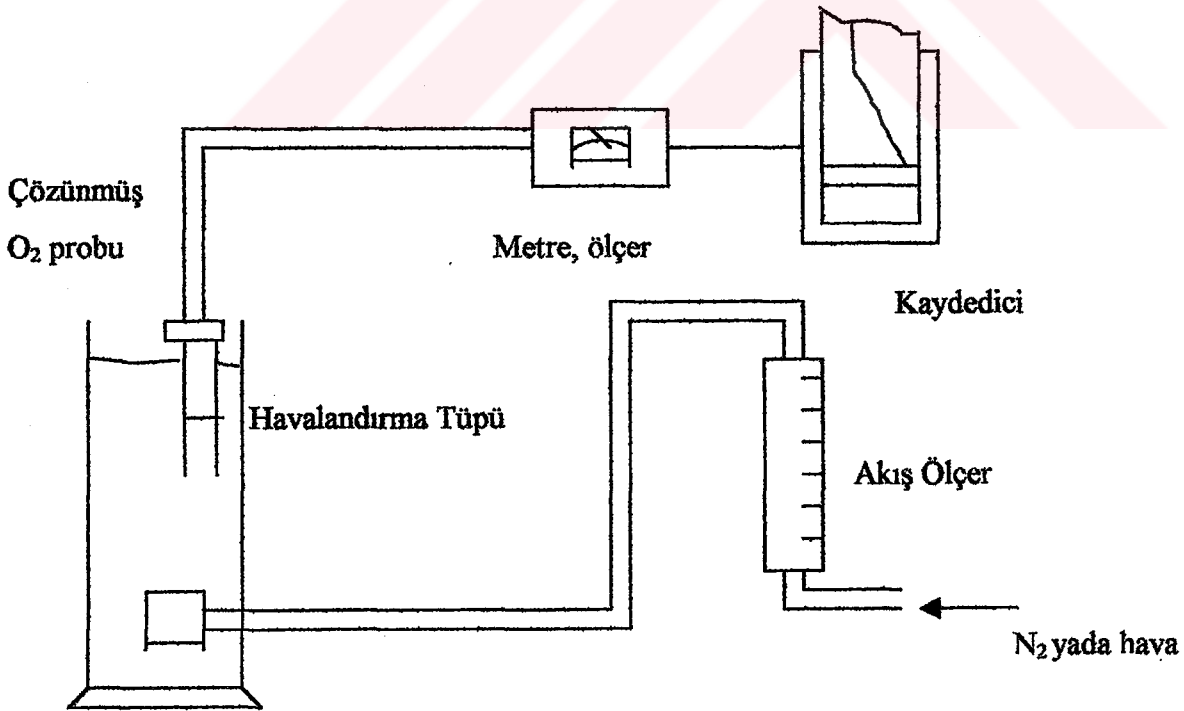
Akıntının düşük gres içeriğinin (genellikle 10 mg/l' den az) beslemedekiyle (ortalama olarak 50 mg/l' den daha çok) karşılaştırılması, gres bozulmasının hızlı olduğunu ve atıklardaki gres içeriğinin aktive edilmiş sulu çamur prosesi operasyonuna engel olmadığını göstermiştir. Aktive edilmiş kontrol sulu çamurunun gres içeriği % 9.8 ve 5.4 arasında değişti ve bu muhtemelen bakteriyel lipidler içerdiğini gösterir. Procter & Gamble' dan alınan aktive edilmiş sulu çamur katıları ve yağ atıklarının gres içeriği bundan fazla farklı değildi. Bu durum, atık gresin çoğunun biyolojik olarak okside olduğunu ve sistemlerden alınan aktive edilmiş sulu çamurun bir parçası olarak uzaklaştırıldığını gösterir.

Bakteri gres içermediğinden askıda kalmış katılar olarak pis su işleme tesisi akıntısından çıktıklarında akıntı gres içeriğine katkıda bulunacaklardır. Bu yüzden, aktive edilmiş

herhangi bir sulu çamur sistemiyle birlikte, askıda kalmış katılar akıntıda mevcut oldukları takdirde (bu çalışmada belirtilene benzer bir şekilde) akıntı içinde gres içeriğinin olacağı beklenmelidir.

Gres, mikroorganizmaların oksijen alımını bozmaya sebep olacak şekilde mikroorganizmaları kaplamaya eğilimlidir oksijen hızı ölçümleri Warburg respirometresi kullanarak yapıldı. Oksijen alım hızları öncelikle, farklı oranlardaki katı konsantrasyonlarının bir fonksiyonu olarak aktive edilmiş değişik laboratuvar çalışmaları arasında farklılık gösterdi. Oksijen alım hızları 2.76 ve 9.92 gram/ (gün. gram katı) aralığında değişti ve iyi iletken aktive edilmiş sulu çamur sistemlerinde gözlenen 2 - 7 aralığına düştü. Bundan dolayı oksijen alım hızı üzerine mikroorganizmaların ters bir etkisinin olmadığı bulundu.

Procter & Gamble endüstriyel atıkları ve saf yağ atıklarının oksijen transferi üzerine etkisinin belirlenmesi için çalışmalar yürütüldü. Aktive edilmiş sulu çamur içindeki sıvıya oksijen transfer hızı Şekil 4.2' de gösterilen düzende ölçüldü.



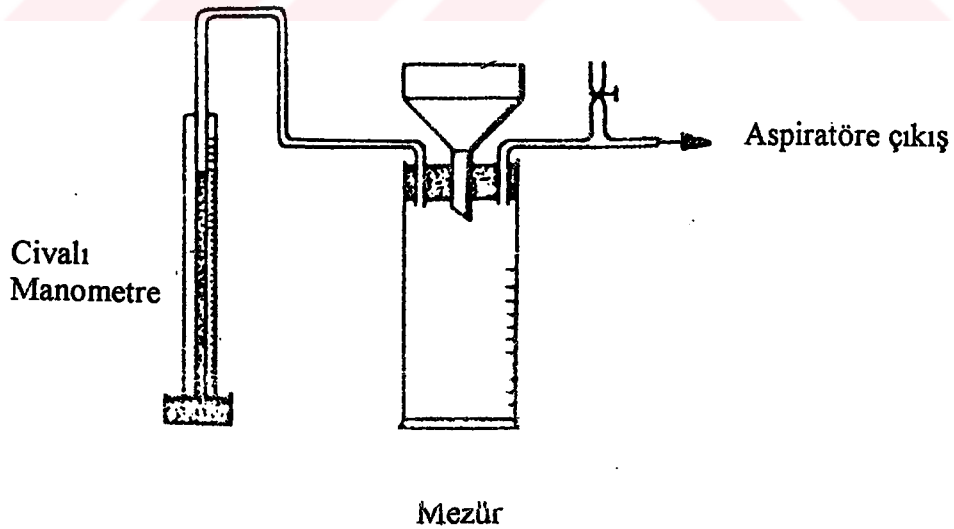
Şekil 4.2. Çözünen oksijen ölçümleri için kullanılan düzenek

Havalandırma tüpüne yaklaşık 200 ml sıvı konuldu, oksijen azot gazıyla birlikte uzaklaştırıldı (sparging) ve daha sonra hava kontrollü bir hızda dif zerden geçerek kabarcıklar halinde sıvıya yayıldı.  z nen oksijen konsantrasyonundaki artış hızı ölçüldü ve kaydedildi.

Hemen hemen tüm atık sular, çözeltinin yüzey özelliklerini ve bu yüzden de oksijen transfer hızlarını değiştirebilen proteinler, organik çözücüler, yağ asitleri ve surfaktanlar gibi organik unsurlar içerir. İncelenen atıklar, evsel atık sularda normal olarak mevcut olan bu tip maddelerden daha büyük ölçüde havalandırma hızlarını ters biçimde etkileyecek olan unsurları içermemektedir. Buradaki atık muhtemel bir istisnadır.

4.4 Atıksu amurunun Filtre Edilebilirliği

Çamurun filtre edilebilme testleri, belirli bir atık sulu çamurun nasıl bir su giderme işlemine (en son noktadaki sulu çamur düzeninden önce gelen proses) tabii olacağının belirlenmesinde önemlidir. Sulu amurun filtre edilebilirliğini Şekil 4.3' de gösterilen 56 mm iç yarıçaplı bir Buchner hunisiyle ölçüldü.



Şekil 4.3 . Sulu amur filtre edilebilirlik düzeneği.

Filtrenin zeri bir parça ' muslin ' beziyle örtüldü ve bu 5.5 cm' lik No 1 filtre kağıdıyla kaplandı. Miktarı belirlenmiş sulu çamur hacmi geniş ağızlı bir bardağı kondu, koşullandırma kimyasalları eklendi, sulu çamur 30 saniye boyunca dikkatli bir şekilde karıştırıldı ve huniye döküldü.

Atık aktive edilmiş sulu çamur numuneleri ve laboratuvar ünitelerinde 'digeste' edilmiş sulu çamur filtre edebilme çalışmalarında kullanıldı. Bütün olaylarda sulu çamurun durumuyla daha koyu hale gelmesine imkan verildi ve konsantre olmuş sulu çamur kısmı bu değerlendirmelerde kullanıldı.

Durultma sonrası, değişik sulu çamur konsantrasyonları, çalışma zamanındaki sulu çamurların durultma karakteristiklerinden bir dereceye kadar farklıydı. Sulu amur filtre edilebilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan parametre; filtrasyonun başlamasında sonra 30 saniye içerisinde vakumda bir değişiklik aratmak için gerekli olan minimum demir klorür miktarıdır. Normal olarak vakum değişimi, filtre keki tamamen oluştuktan ve kek içinde çatlamaların meydana gelmesi ile ortaya çıkar.

Endüstriyel atık - pis su karışımını işlenmesinden ortaya çıkan atık ve aktive edilmiş sulu çamurların suyu kolayca giderildi ancak sadece pis su işlenmesinden gelen sulu çamurlar için gerekenden iki misli demir klorür dozajının (yaklaşık) gerekli olduğu görüldü.

Anaerobik ısıl işlemden gelen çamurun suyu genellikle yüksek koşullandırılmalı kimyasal gereksinimleriyle giderildi.

Procter & Gamble Company endüstriyel atıkları, şehirsel pis su atığıyla karıştığında normal pis su işleme prosesleriyle kolaylıkla işlenebilir ve işleme tesisinin; birleşik halde bulunan atıkları kullanması için yeterli kapasiteye sahip olmasını ve ayrıca sulu çamur imkanlarını engelleyecek herhangi bir olumsuz etkiyi bünyesinde barındırması gerekir.

şehirsel atık işleme tesislerinden elde edilen aktive edilmiş sulu çamurun kimyasal koşullandırılması için yaklaşık % 4' lk (kuru katı temelinde) bir demir klorür gereksinimi

olacağı tahmin edilmektedir. Sulu çamur kekleri tüm işlemler sırasında kurutuldu, filtre kağıdından ayrıldı ve filtrenin tıkanmasına sebep olacak bir kalıntı görünmedi.

Filtrasyon çalışmaları anaerobik işleme çalışmalarının sonunda arta kalan 'digeste' edilmiş sulu çamur kullanılarak da yürütüldü. Sulu çamurların konsantraasyonları oldukça farklıydı ve bu muhtemelen elde edilen sonuçların farklı olmasına neden oldu. Vakum değişimleri mantıklı zaman aralıklarında ve test edilen numunelerin herhangi biri için mantıklı kolaylaştırıcı dozajlarında not edilmedi. 'Digeste' edilmiş kontrol sulu çamuru en zayıf sonucu verdi; bu sulu çamurla gerçekleştirilen en iyi sonuç 1 dakika içerisinde ve kuru temel üzerinden % 47' lik demir klorür konsantrasyonu ile kurutulmasıydı, bu alışılmadık yüksek bir dozajdır. Muhtemelen, tüm numunelerde bu sulu çamurun varlığı genellikle elde edilen zayıf sonuçların nedeniydi. Bazı olaylarda kurutma demir klorürle tek olarak, diğerlerinde ise demir klorür artı kireçle gerçekleştirildi.

Bütün bu işlemlerin sonucu evsel pis su atığıyla endüstriyel atıkların hemen hemen eşit KOI karışımlarının aktive edilmiş sulu çamur muamelesi mümkün olabilir ve sadece evsel pis su atıklarıyla elde edilenlerle kıyaslanabildiği görüldü.

Endüstriyel atıklardaki gres bileşenleri, 12 °C gibi düşük bir sıcaklıkta bile aktive edilmiş sulu çamur prosesi yardımıyla kolayca bozunabildi.

Endüstriyel atıkların varlığı daha az önemli biri hariç, aktive edilmiş sulu çamur prosesindeki oksijen transferi üzerine ters bir etkiye neden olmadı. Endüstriyel atıklar, evsel pis su işlemeden gelen atık sulu çamurla karşılaşıldığında anaerobik prosesle işlenebildi.

Endüstriyel atıkların gres bileşenleri % 82 - 92 aralığındaki uzaklaştırma verimleriyle birlikte anaerobik işlemle kolaylıkla bozunduğu ve bu sonucun kontrol sulu çamurunkinden oldukça daha iyi olduğu görüldü (Allen vd., 1947).

5. YAĞLI ATIKSU AKIMLARININ İŞLENMESİ İÇİN YENİ YÖNTEMLER

En büyük yağ ve atık akımları rafineriler, petrokimya kompleksleri, çelik apreleme fabrikaları ve makine atölyeleri tarafından oluşturulmaktadır. Bu tip tesislerin farklı kısımlarından ortaya çıkan akıntı hacmi dakikada birkaç m³'den dakikada binlerce m³'e kadar gerçekleşebilir. Bu tip akımlardaki yağ içeriği 100 mg/l kadar düşük bir değerden 100000 mg/l'ye kadar değişebilir.

Son zamanlara kadar su kalite ayarlamaları maddesel olarak görünür yağın olmadığı akıntılar için adlandırılmıştır. Bu ise sahil suları için yağ konsantrasyonunun 30 - 40 mg/l ve ırmak ve göl durumunda 15 - 30 mg/l olduğunu ifade etmektedir.

Bu tip koşullar altında yağ taşıyan atık su boşaltımlarına sahip bazı tesisler çok karmaşık kirlilik kontrol problemleriyle karşı karşıya kalmışlardır. İkincil muameleye ihtiyaç duyulduğunda, flokülatör berraklaştırıcılar veya bazı biyo oksidan yapının genellikle yeterli olduğu bulunmuştur.

Endüstri günümüzde yağ konsantrasyonlarının 5 mg/l veya daha azına kadar tutulması gerektiğini göz önünde tutmak durumundadır. Ayrıca BOI, KOI, tat ve koku ve petrol eteri ekstrakte edilebilir maddelere ilaveten toksit bileşenler için kesin sınırlamalar aranmaktadır. Bu ise üçüncül tip işlemle analog daha komplike çok adımlı sistemlerin gerekli olacağını ifade edecektir.

En yaygın temel prosesler şunlardır :

Ana akıntılarının muamele edilmesi için kimyasal koagülasyon ve gravite ayrılması (flotasyonlu ve flotasyonsuz), biyolojik oksidasyon, kimyasal oksidasyon.

Sulu çamur ve ' skimmings 'muamelesi için : gravite yoğunlaştırıcıları, öntabakalı vakum filtrasyonu, filtrasyon, santrifüjleme, yağ oksidasyon, yakma.

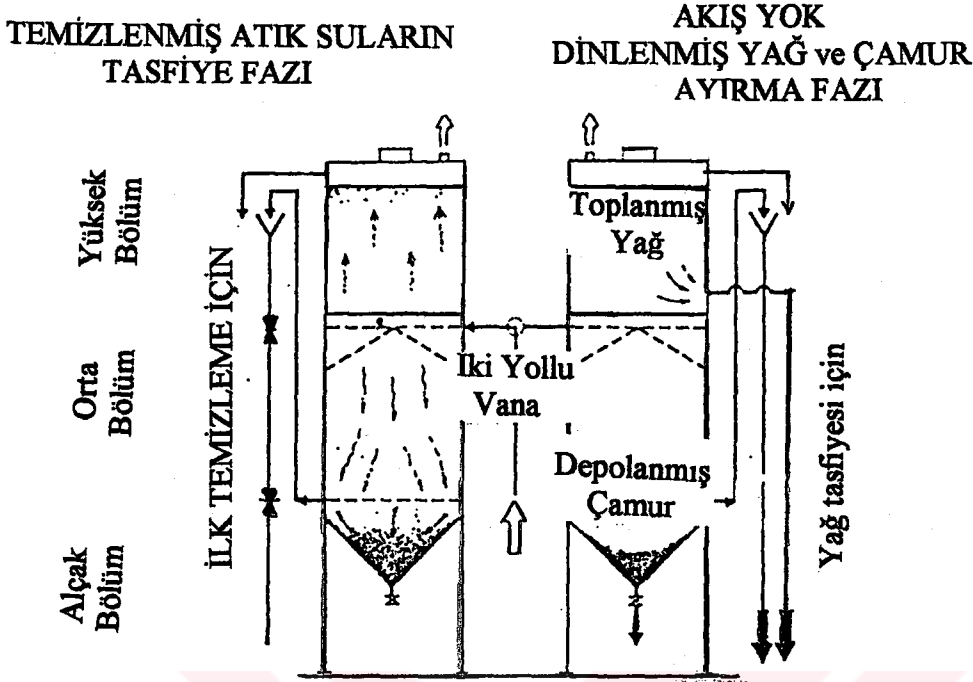
Bu değişik muamele tekniklerini ortaya koymak için bir düzineden daha az temel ekipman modülü mevcuttur. Bunların her birinin performansı kesin bir aralığa ve belirli spesifik ekonomik veya operasyonel sınırlamalara sahiptir. Bunlar yüksek başlangıç veya işletme maliyeti, büyük miktarda kimyasal ihtiyacı, denetim ve usta işçilik gereksiniminden oluşabilir. Diğer kısıtlar atmosferik koşullardaki değişimlere karşı hassasiyet, şok yüklemelere yetersiz kalması veya sistemi kurma için yeterli büyüklükte yer olmaması. Sonuç olarak, tercih edilebilir işleme ve işletme özelliklerine sahip farklı tasarımlı yeni modüllerin geliştirilmesine yönelik çok fazla aktivite gerçekleştirilmiştir.

Bu kirlilik kontrol programlarının bir sonucu olarak iki yeni ekipman modülü veya prosesi geliştirilmiştir. İkiz yağ ve sulu çamur ayrılması, konsantrasyon tanklarından oluşur ve ultra yüksek hızlı derin yatak, çoklu ortam mevcut emülsifiye yağlara ilaveten serbest yağların % 90' ı veya daha fazlasını tutan filtrasyon prosesidir. Bu tipe yönelik bir çok tesis kurulmuştur ve başarılı biçimde işleme devam etmektedir.

5.1 Yağ ve Sulu Çamur Seperasyonu ve Konsantrasyon Tankları

Bu iki tankın fonksiyonu, tutmak, konsantre etmek, depolamak ve bir atık akımında mevcut serbest yağ ve sulu çamurun büyük bir kısmının boşaltım için transfer edilmesini sağlamaktır. Sürekli akışlar için ikiz tankların kullanımı etkinliklerini büyük oranda geliştirir. Bu ürünler API seperatörleri, lagünler (lagoon), ölçek çukurlarından veya flotasyondan ve flokülütör berraklaştırıcı tanklarından gelen ' skimmings ' leri için geliştirilmiştir. Ayrıca bunlar, performansları API seperatörlerine benzer olacak şekilde akış için birinci gravite seperasyon tankları olarak hareket etmek üzere adapte edilmişlerdir.

Tipik bir tesis (304.8 - 914.4) cm çap ve (762 - 1066.8) cm yüksekliğe sahip bir çift dikey çelik tanktan oluşabilir. Bu tanklar üç kısma ayrılmakta ve her bir kısım toplam uzunluğun yaklaşık üçte biri kadardır. En üst kısım ayrılan yağı biriktirmek için kullanılmaktadır. orta kısım akıntıdan gelen yağları ve sulu çamuru ayırmak için kullanılmaktadır. En alttaki konik kısım çökebilir maddeleri toplamak için tasarlanmıştır.



Şekil 5.1. İkiz gravite yağ seperasyon ve konsantrasyon tankı.

Akıntı beslenmekte ve orta kısmın üstüne dağıtılmaktadır. dış akıntı orta kısmın tepesinde toplanmakta ve her zaman tankın tam dolu olmasını sağlayacak şekilde serbest akışla tanktan boşaltılmaktadır (Allen, F., 1947).

Yağlı atıklar ikiz tanklar yardımıyla ve iki kollu vanayla akıntıyı yönlendirerek ilk önce bir tanka daha sonra diğerine beslenmektedir. Akış doğrultusundaki değişimler arasındaki zaman periyodu tankın ortasındaki hacimle belirlenmektedir. Diğer bir deyişle istenen kalma zamanıyla çarpılan akış hızı tankın orta kısmının hacmine eşit olmalıdır. Her iki tankın her zaman tam dolu olarak tutulması gerektiği ve yağlı atık akışlarının aşağıdaki fiziksel proseslere bırakılacağı unutulmamalıdır.

İlk akıntı düşey olarak aşağı doğru yönlendirilmektedir. (15.24 - 30.48) cm/dak'lık düşük hız en üst kısımda mevcut suyun eş miktardaki hacmini göndererek daha düşük yağlı parçacıkların prosesdeki tankın en üst kısmında birikmesine ve çapraz akışın artmasına izin

verir. Böylelikle ayrılan yağ üstte toplanır ve sulu çamurlar durulur ve tankın konik kısmında depolanır.

Akıntı iki tankın her birine iki yönlü vanayla değişimli olarak yönlendirildiği için ikinci etki tanklarının orta kısmının hacmini dolduran yağlı atıkların belli bir zaman periyodu boyunca tamamıyla hareketsiz tutulmasıdır. Bu, yağların yükselmesi ve ağır çamurların çökmesi için ideal koşulları temin eder. Bunun için ' alıkoyma zamanı ' arzu edilen muamele derecesi ve atık özelliklerine muamele derecesi ve atık özelliklerine bağlı olarak 5 dak. kadar az ve 20 dak. kadar çok olabilir. Tankların toplam sayısı ve boyutu muamele edilen atık akımının akış hızıyla belirlenmektedir. Kesikli şekilde atık akım muamele edildiği durumlarda bu tipte tek bir tank etkin biçimde işletilecektir.

Tüm operasyon insan faktörünü minimize edecek şekilde otomatik hale getirilebilir. Bu sadece işçi maliyeti düşürmekle kalmaz aynı zamanda daha güvenilir muamele sonuçlarını temin eder. Sonuç olarak polielektrolitler yapısında kimyasalların girişi bulunursa, bu tanklardaki hidrolik koşullar bu tip kimyasalların küçük dozajlarından bile maksimum etkinliğin eldesi için ideal biçimde uygun hale getirilmektedir.

Muamele edilmiş dış akıntıdaki yüzebilir yağların konsantrasyonu ve tipine bu tanklarda sağlanan alıkoyma zamanına bağlı olarak yağların uzaklaştırılma yüzdesi % 70 ve % 90 arasında değişecektir. Tankın en üst kısmında biriken yağın hareketsiz durumda tutulması nedeniyle çok düşük bir su içeriği (% 10 veya daha az) elde edilebilir. Hem bu yağ hem de tankın dibinde toplanan sulu çamur uzaktan kumandalı bir kontrol vanasını açarak yerçekimiyle uygun biçimde uzaklaştırılabilir.

5.2 Yağlı Atık Akımların Muamelesi İçin Filtre Üniteleri

Derin yataklı yüksek hızlı endüstriyel tip filtreler tüm Avrupa' da çelik fabrikaları ve diğer üretim tesislerince kullanılmaktadırlar. Üç yıl öncesine kadar bunlar Birleşik Devletler' de bilinmemektedir. Geniş bir test programının bir sonucu olarak 1966' da Hydrotechnic Birleşik Devletler' de bu tipte ilk büyük kapasiteli filtre tesisini tasarladı. Günümüzde bu

ülkedeki bir çok üretici değişik tasarımlı filtre üniteleri oluşturabilmektedir. Bu projenin tipik bir uygulaması çelik tesislerinin sıcak yuvarlama millerinin bitim kısımlarından alınarak muamele edilmiş boşaltımları tesise geri sirküle etmektir. Bu tip filtrelerle uzaklaştırılan ana kirlilik ince mil kalıntılarında oluşmaktadır.

Standart filtre üniteleri (182.88 - 457.2) cm çapında, (365.76 - 609.6) cm uzunluğunda ve belli yükseklikte kapalı silindirik çelik tanklardan oluşur. Filtre yatakları genellikle kaba bir kumdan oluşmak üzere alışıldık biçimde 152.4 cm derinliğindedir. Günümüzde üreticiler bu tip modüllerin çeşitli varyasyonlarını önermektedirler. Bunların çoğu basınç tiplidir. Bunlar, bir dereceye kadar farklı işletme koşullarıyla sonuçlanan geri yıkama kolaylıkları, farklı filtre ortamı, filtre dipleri ve kontrolleri kullanır.

Büyük atık su akışlarıyla uğraşılabilmesi için Hyrotechnic çok küçük bir basınç düşüşüyle işlev gören açık tipli dikdörtgen şekilli filtre üniteleri geliştirmiştir. Bu koşullar altında filtre ortamı uygun biçimde seçilirse ve yeterince derinse, toplanma (aglomerasyon), adsorpsiyon ve süzme etkilerinden dolayı, mevcut kayda değer miktarda herhangi bir emülsifiye edilmiş yağa ilaveten serbest yağların ve suspend katıların % 95' ine kadar uzaklaştırılabilir. BOI ve KOI azalımı sadece filtrelerde tutulan yağ ve katıların yol açtığı ölçüde olacaktır. Hiçbir kimyasal kullanılmamaktadır ancak bazı koşullar altında istenen ölçüde yağ uzaklaştırmasını temin etmek için küçük dozlarda uygun polielektrolitlerin uygulanması gerekli olabilir.

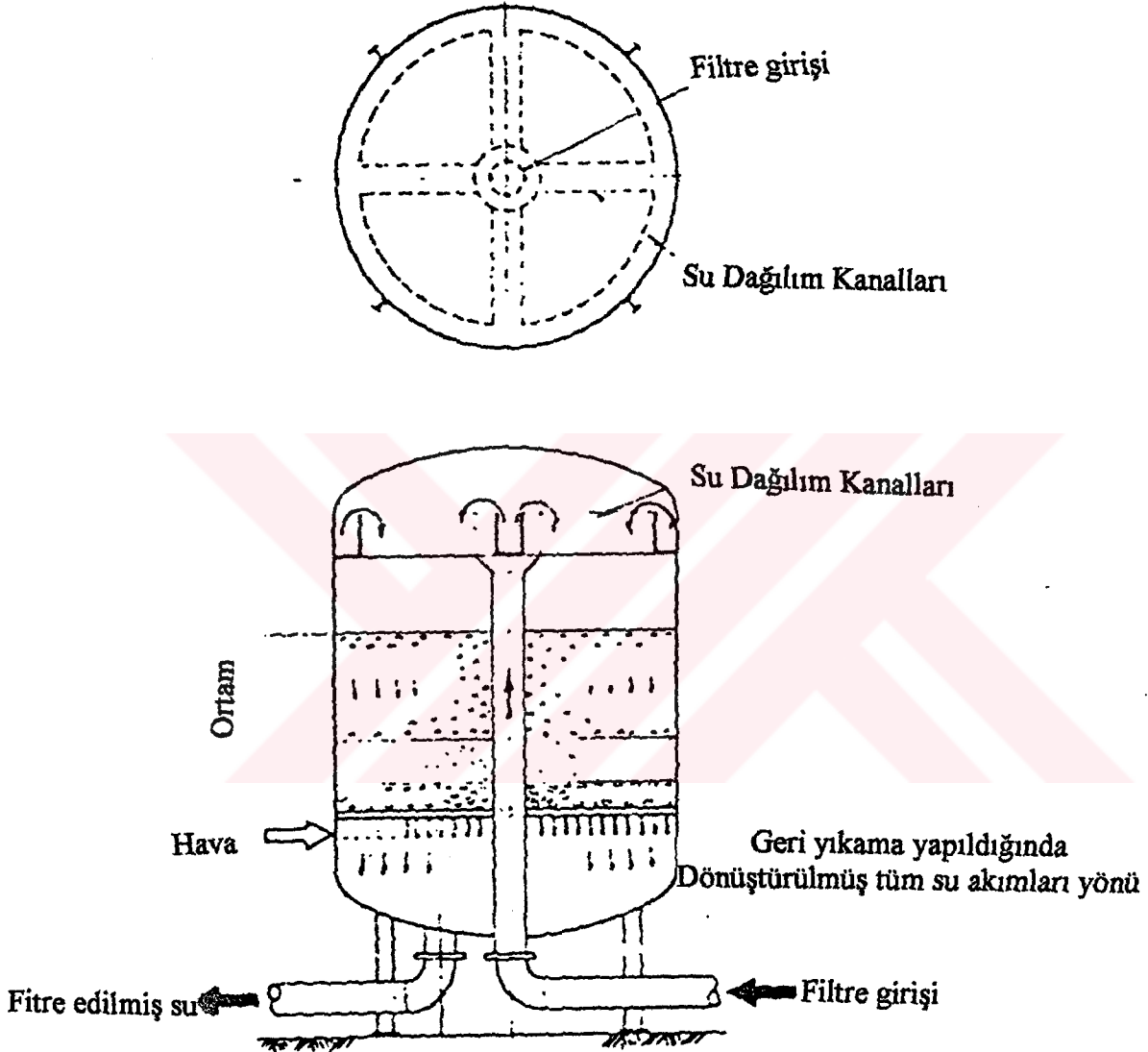
Filtrenin boşaltım ucunda geri pompalamadan kaçınmak için basınç gerekmektedir, üniteler basınç tipli filtrelere benzer şekilde 'basınç içeriği' için kapalı tanklar olarak tasarlanmalıdır.

Yağlı atık suların muamelesi için geliştirilen filtreler hava katkısıyla geri yıkanmaktadır. Bazı olaylarda yapışkan yağla tıkanmadan ortamı korumak amacıyla uygulamak için önceden hazırlık yapılmalıdır. Filtre edilen toplam hacmin % 2 - 3' ünü ifade eden yıkama akımı yağ ve sulu çamur seperasyon ve konsantrasyon tanklarında muamele edilebilir. ' Subnatant ' birincil muamele ünitelerine geri beslenmektedir. Filtre ortamı genellikle 213.3 cm antrasit ve kumdan oluşur.

Öncelikle mil artıklarını uzaklaştırmak için tasarlanan açık tipli büyük bir filtre tesisinin işletme sonuçları ' Operating Experience with High RateFilters ' üzerine Eylül 1968' de Şikago' da Water Pollution Control Federation' unun yıllık toplantısından önce bir U.S. Steel Corporation mühendisi tarafından sunulan bir makalede yer almıştır. Tesis belirli filtrasyon hızlarında ince suspend katıların % 90 - 95' ini ve serbest yağların ise % 80 -90' ını engelledi

Değişik yağlı çıktı akıntıları üzerine yüksek hızlarda yapılan geniş filtrasyon testleri; yağların konsantrasyonunun 100 - 200 mg/l' den 20 mg/l aşağısına kadar düşürülebildiğini saptamıştır. Uygun polielektrolitler kullanarak filtre edilmiş atık akımlarının yağ içeriğini 10 mg/l veya daha azna getirmek mümkündür ancak filtrasyon hızlarının bu durumda düşürülmesi gerekecektir.

Günümüzde yağlar ve suspend katılarıyla ağır biçimde kirlenmiş ayıklar ilk önce birincil berraklaştırıcılarla daha sonra çok sayıda hava flotasyon hücrelerinde kimyasal muameleyle işlenmektedir. Hücrelerden dışarı akıntı kalitesi detaylı tekrar yükleme operasyonlarına yönelik gereksinimleri karşılamak için yeterince iyi değildi. Bunda dolayı 'Diatomaceous' toprak filtreleri tekrar yere yüklenebilmesini sağlamak amacıyla bu dış akıntıyı iyice temizlemek için kullanıldı. kirlendiğinde bertaraf edilmesi ve taze diatomaceous toprak maliyetleri oldukça fazlaydı. Bundan dolayı UHR filtrelerin (De Laval Tribune Inc., Florence, New Jersey tarafından üretilen 'Ultra High - Rate filter units')DE filtrelerle yer değiştirip değiştirmeyeceğini belirlemeye karar verildi. Bir UHR filtresinin şeması Şekil 5.2' de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Ultra yüksek hız filtrasyon ünitesi.

Flotasyon hücrelerinden boşaltılan bir 'slip'akımını filtre etmek için bir pilot tesis kuruldu. Filtrasyon filtre yatağı boyunca gerçekleştirildi. Ortam 3 ft kum ve uygun boyutlu 4 ft antrafit' ten oluştu. Güvenilir işletme verileri elde etmek için birkaç aylık periyot boyunca 35 test yapıldı (Allen vd, 1947).

5.3 Pilot Tesis Filtrasyon Özeti

	ASKIDA KALMIŞ KATILAR			YAĞLAR	
	Filtrasyon Hızları	Filtrasyon Alt Ürünü (mg/l)	Filtrasyon Üst Ürünü (mg/l)	Filtrasyon Alt Ürünü (mg/l)	Filtrasyon Üst Ürünü (mg/l)
A	17 - 30	20	10	30	7
B	9 - 16	23	10	44	11

A : flotasyon hücrelerinden olan akıntı

B : Flokülatör berraklaştırıcılarından olan akıntı

* Askıda kalmış katılar çok ince silika dioksit parçacıklarından oluşur. Elde edilen sonuçlar ortalama rakamlarla gösterilmektedir.

Askıda kalmış katılar son derece ince kil parçacıklarından oluştu; bu şekilde tutulan kısım UHR filtreleriyle gerçekleştirilebilen kadar yüksek değildi. Bununla beraber enjeksiyon amaçları için yeterliydi. Diğer yandan yağ uzaklaştırılması son derece iyiydi, tekrar kullanım ve enjeksiyon için oldukça kabul edilebilirdi (Allen, F., 1947).

Bu olayda atığı geri yıkama için filtre edilmemiş su kullanılabilir. Hareketsiz durultmadan önce yağ geri yıkama havuzundan yüzeyden sıyrılarak alınabilir. ' Subnatant ' su sisteme döndürülür ve filtre edilir.

Yağlı atık su akımlarının muamele edilmesi için diğer iki filtre tesisi inşa edilmektedir, tabaka oluşturan geri yükleme yağı için Kaliforniya' da biri ve diğeri büyük bir çelik tesisinin iki soğuk azaltma milinden kaynaklanan yağlı dış akıntıları muamele etmek için, farklı tasarımlı daha küçük filtrasyon üniteleri birçok rafineride servisedir. Elde edilen tecrübeler filtrasyonun son dış akıntıdan tüm serbest yağların elimine edilmesine katkıda bulunabildiğini gösterir. Bununla beraber, çözünebilir yağlar ve emülsiyonlar farkedilir konsantrasyonlarda mevcutsa, filtrasyondan önce ve sonra özel muameleler gerekli olabileceği unutulmamalıdır. Her bir olayda en iyi koşulları belirleyen akış çizelgesini saptamak için işlenebilirlik testleri yapılmalıdır.

5.4 Uygulama Alanları

Endüstriyel atık su boşaltımlarının bileşim kompleksliği ve hacmi artış gösterdiğinden, kabul edilen aralıklar altındaki belirli kirliliklerin uzaklaştırılması için özel olanaklara sahip olan yeni tip ekipmanlara yönelik araştırmalar gittikçe yoğunlaşmaktadır.

Bir atık akımda mevcut emülsiyonların büyük bir kısmına ilaveten serbest yağların % 95' e varan oranda uzaklaştırılması için iki yeni ekipman modülü geliştirilmiştir. Bunlar birçok yağlı atık su muamele probleminin çözümünü kolaylaştırabilir.

Kimyasal muameleyle veya muamelesiz olmak üzere değişik tipte açık gravite seperasyon ürünleriyle karşılaştırıldığında serbest yağların uzaklaştırılması için her iki muamele modülünün avantajları aşağıda özetlenmektedir :

- 1) Düşük imalat ve işletme maliyetleri
- 2) Daha az yer ihtiyacı
- 3) Daha kolay izolasyonlu ve atmosferik koşullardaki ani değişimlerden performansın etkilenmemesi
- 4) İşletimin daha kolay otomatik hale getirilebilmesi
- 5) Bulk kimyasalları kullanma ihtiyacından sakınma konusunda büyük tasarruf
- 6) Muamele edilen akımın iç resirkülasyonunu tercih eden bulk kimyasalları kullanımının bir sonucu olarak çözünen katıda artışın olmaması
- 7) Ayrılan yağ ve sulu çamurun daha düşük su içeriğine sahip olması
- 8) Ayrılan yağ ve sulu çamurun graviteyle uzaklaştırılması ve uzaktan kontrol
- 9) Yağlı çamurun boşaltım maliyetine karşı koagülanları içermeyen yağdan ekonomik kazanım.

Rafineri olayında yeni proses, topraktan yağ sızıntılarını içeren drenaj suyunu taşıyan ana kanalizasyon akışlarındaki yağ konsantrasyonunu oldukça düşürecektir, boşaltımlar kirli soğutma suyuna ilaveten tanklar ve yağ hazneleri ve alt akımlardan ortaya çıkar. Belirli koşullar altında çelik tesislerinin soğuk azalım millerinden ortaya çıkan yağlı akımlar etkili biçimde muamele edilebilir.

Yüksek konsantrasyonlarda çözünmüş kirliliklere veya yüksek BOI ve KOI' e sahip olmayan atık akımlar için bu filtre üniteleri 'ikincil' muameleyi etkileyebilir, ya filtratın rafineri içerisine resirküle edilmesine izin vermek üzere ya da onun bir kısmı veya tümünü doğrudan su alım bölümüne boşaltılmasını mümkün kılmak üzere atık su kalitesinin yeterince arttırması gibi, üçüncül muamele talep edilirse, filtrat kalitesinin ardışık tip muamele maliyetini azaltmak için yeterince yüksek olması gerekecektir.

Şu anda endüstri değişik çok adımlı muamele sistemlerine sabitlenebilen ve adapte edilebilen iki ilave prosese sahiptir. Karşılaştırmalı maliyetler ve ilgili faktörlerin sadece çok dikkatli bir hesabı birçok pratik muamele tasarımının optimum çözümü gösterdiğini belirleyebilir.



6. KİRLLETİCİ PARAMETRELERİN TANIMLANMASI

Alıcı ortamda ve atık sularda kirletici parametrelerin tanımlanması ve hassas bir şekilde tayin edilmesi

- a) Atık suların çevreye etkilerinin tespiti,
- b) Arıtmada uygulanacak yöntemin seçimi,
- c) Arıtma tesisinin veriminin tayin edilmesi,
- d) Çevre kirliliğinin denetimi açısından önemlidir.

6.1 Numune Alınması ve Korunması

Numune alınması işlemi, ölçülerek parametre değerine önemli etkisi olan bir faktördür. numune alınması, numunenin alınış şekli, miktarı, numune alınan yerin seçimi ve analiz yapılacak yere iletimini içeren bir işlem olarak düşünülmelidir. Bu işlemin, ölçülerek parametreye bağlı olarak her bir adım için ayrı ayrı incelenip programlanarak yürütülmesi gerekmektedir.

Numune miktarı ve numune kabı : Genellikle 2 litre numune çoğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik deneyler için yeterli olup, bu miktar uygulanacak deneysel programa göre artırılıp azaltılabilir. Burada önemli olan bir nokta, analiz yapılacak her parametre, en azından belirli parametre grupları için ayrı numune alınması gereğidir. Bunu nedeni parametreler için numune alınış şeklinin değişiklik göstermesidir. Bu nedenle, deneysel programlarda alınacak numune sayısı uygulanacak analizlere göre saptanır. Numuneler tek tek alındığında ölçülecek parametreye bağlı olarak plastik şişeler veya Kemmerer, Nansen, Van dor şişesi gibi numune alma kapları kullanılır. Sürekli numune alınması halinde ise (otomatik numune alıcılar) numunenin alınma hızı, borularda kalma zamanı ve ölçüm şekli önem taşır.

Alınan numunelere, numune alınışı ve alındığı koşulları belirten tanıtıcı etiketler konulmalıdır.

Numune Alınışı : Alınan numunelerde aranan en önemli özellik onun temsil edici olmasıdır. Diğer bir deyimle alınan numune, alındığı ortamın tüm özelliklerini gerçekçi bir biçimde yansıtmalıdır. Numune alınan yerde mevcut koşullar ölçülecek parametrelerin ölçüm yöntemlerini etkileyebilir. Örneğin bulanık olması kalorimetrik deneyi etkilemektedir.

Numune alınırken herhangi bir bulaşma olmaması için numune kabı alınacak numune ile birkaç kez yıkanır.

Çözünmüş gazların ölçümü için alınacak numunelerde, numunenin kaba aktarılma şekli çok önemlidir.

Sıcak su numuneleri, alınan yerdeki basınçta, soğutulmalıdır. Numunenin alındığı yer ve zaman da numunenin özelliklerine büyük ölçüde etkir. Örneğin; numune özellikleri zamanla değişim gösteriyorsa belirli zamanlarda alınan numunelerin bir karışımı kullanılabilir. Numune alınacak yerin karışım koşulları da, özellikle numune bir deşarj noktasından alınıyorsa, ölçülecek parametre değerlerine etki eder.

Bu nedenle numune alınan yerin aşağıda sıralanan başlıca özelliklerinin saptanması tavsiye edilmektedir.

- 1- Numune alınan yer adı,
- 2- Numune alınan yerin mevkii,
- 3- Numune alma noktası,
- 4- Numune alma tarihi,
- 5- Numune alma zamanı,
- 6- Su sıcaklığı,
- 7- Deşarj veya diğer bir karışım yeniden alınıyorsa özellikleri,
- 8- Akım durumu,
- 9- Hava koşulu,
- 10- Numune alma yeri civarındaki su kalitesinde etkili olabilecek endüstriyel tesisler v.b. yerler,
- 11- Numuneyi alan kişi.

Numune iletimi : Analiz yerine numune iletimi mümkün olan en kısa zamanda gerçekleştirilmelidir. numune alınmasıyla analiz arasında geçen süre özellikle çevre sağlığı ile ilgili parametreler açısından büyük önem taşır. Şayet numuneye koruyucular ilave edilmişse bunlar numune etiketlerinde belirtilmelidir.

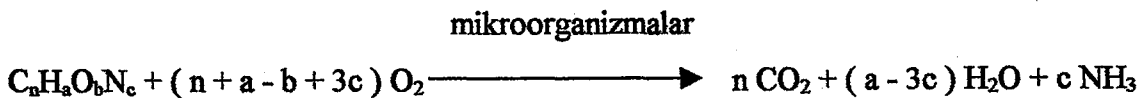
6.2 Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI)

Genel Bilgiler

Aerobik (havalı) şartlarda, bakterilerin organik maddeyi parçalayarak stabilize etmeleri için geçerli oksijen miktarı olarak tanımlanır. BOI testi, evsel ve endüstriyel atıkların kirlilik derecesini belirlemede yaygın olarak uygulanan bir testtir. Arıtma tesislerine gelen kirlilik yüklerinin ve arıtma tesislerinin veriminin hesabında BOI testi kullanılır. BOI değerlerinin mukayesesi deneylerin aynı koşullarda yapılması halinde mümkündür.

BOI aerobik oksidasyonda, 20 °C' da, karışık bir mikroorganizma topluluğu tarafından kullanılan oksijen miktarının ölçümünü içeren bir yaşam testidir. Oksijenin sudaki limitli çözünürlüğü yüzünden (20 °C' de 9 mg/l) çok belirli artıklarda, ters sırasında kaptaki çözünmüş oksijen bulunacağından emin olmak için bu tip numunelerin seyretilmesi gereklidir. Bu test, biyolojik bir test olduğundan işlem esnasında çevresel koşulların canlı organizmaların fonksiyonlarını bilmelerine olanak verecek şekilde uygun olması gereklidir. Bakteriyel büyüme için gerekli besin maddeleri (azot, fosfor ve bazı iz elementler gibi) ortamda bulunmalıdır. Buna karşılık toksit maddelerin bulunmaması ve özellikle serbest klorün olmaması istenir ve varlığında giderilmesi gerekir.

BOI deneyi bir ıslak oksidasyon olayıdır. Bu reaksiyonda, yaşayan canlı organizmalar atıklardaki organik maddelerle reaksiyon vererek CO₂ ve H₂O oluştururlar.



Biyolojik oksidasyonun hızı, bakterilerin (mikroorganizmaların) sayısı ve sıcaklıktan çok etkilenir. Sıcaklığın etkisini sabit tutmak, için deneyler 20 °C' de yapılır. Teorik olarak bütün organik maddelerin tümünün oksidasyonu için uzun bir süre gerekir. Ancak 20 günde tamamlandığı kabul edilir. Fakat 20 gün bir deney için çok uzun bir süre olduğundan genellikle BOI denemeleri 5 günlük bir sürede tamamlanır. bir sürede toplam BOI' nin % 80' inin kullanıldığı kabul edilir ve BOI₅ olarak bilinir.

Su kaynaklarının kirlenme derecelerinin belirlenmesi, atıkların kirlenme potansiyelinin saptanması ve arıtma sistemlerinin tasarımı ve işletilmesi gibi konularda BOI temel önleme sahip bir parametredir.

6.2.1 Ölçüm esasları

Bir su numunesinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı, sadece maddenin kısıtlı olduğu ve atmosferin oksijen alamayacağı koşullarda, karanlıkta ve 20 °C' de sabit sıcaklıkta, 5 gün süreyle bekletilen bir miktar numunenin çözünmüş oksijen konsantrasyonunda karbonlu organik maddelerin yükseltgenmesinden dolayı meydana gelen düşüşe eşittir.

Su numunesindeki organik maddelerin mikroorganizmalarca kararlı hale getirilme sırasında uyulan koşulların deneyden deneye tekrarlanabilecek biçimde düzenlenmesi ve yakından denetlenmesi gerekir. Bunun için standart BOI deneyinde şu koşullar sağlanır :

- 1- Zehirli maddelerin olmaması,
- 2- Uygun pH ve ozmatik koşullar, ortamda potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum tuzları eklenir. Gerektiğinde nötralizasyon yapılır.
- 3- Tamamlayıcı besleyici elementlerin varlığı : ortama ayrıca azot, fosfor, demir, kükürt, bileşikleri eklenir. Böylelikle biyodeny süresince mikroorganizmaların gelişmesinde kısıtlayıcının organik karbon olması sağlanır.
- 4- Karanlık ve sabit sıcaklık
- 5- Değişik türlerden yeterli mikroorganizma bulunması : ortama bir miktar taze lağım suyu konur. Bu işleme aşılama denir.

- 6- Seyrelme : numunedeki O₂ miktarı organik maddelere yetecek şekilde yapılır. Deney sonunda numunedeki organik maddeler O₂' nin tamamını tüketmelidirler. Sonuçtaki çözünmüş O₂ konsantrasyonu 1mg/l' nin altına düşmemelidir.
- 7- Deney sonuçlarının nitrifikasyondan etkilenmemesi uygun koşullarda, karbonlu organik maddelerden başka, deney şişesindeki azotlu maddeler ve bu arada besleyici olarak eklenen amonyak azotlu biyolojik süreçlerle yükseltgenerek çözünmüş oksijen tüketir. Bunun önlenmesi için inhibitör kullanılır.

6.2.2 Deneysel bölüm

Aletler

BOI şişeleri : 300 ml hacimli kapaklı özel şişeler

İnkübatör : 20 + 1 °C' da çalıştırılmak üzere.

Reaktifler

a) Seyreltme Suyu : Distile su ya da deiyonize su kullanılabilir. Suda klor, kloraminler, hidrosit alkalitinitesi, organik madde, asit bulunmamalı, bakır da 0.01 mg/l' den az olmalıdır.

b) Besleyici çözeltiler;

- 1) Fosfat tampon çözeltisi : 8.5 mg potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄), 33.4 g disodyum hidrojen fosfat heptahidrat (Na₂HPO₄·7H₂O), 21.75 g disodyum hidrojen fosfat (K₂HPO₄) ve 1.7 g amonyum klorür 500 ml distile suda çözülür ve litreye tamamlanır. Bu tamponun pH' ı 7.2 olmalıdır. Bu ya da bundan sonraki ayraçlardan herhangi birinde biyolojik gelişme belirtileri görülürse ayraç atılıp hazırlanır.
- 2) Magnezyum sülfat çözeltisi : 22.5 g MgSO₄ · 7 H₂O distile suda çözülüp litreye tamamlanır.

- 3) Kalsiyum klorür çözeltisi : 27.5 g susuz CaCl_2 distirile suda çözünüp litreye tamamlanır.
- 4) Demir klorür çözeltisi : 0.25 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ distile suda çözülüp litreye tamamlanır.
- c) Sodyum hidroksit : 1 N NaOH
- d) Sülfirik asit : 1 N H_2SO_4 20 °C
- e) Nitrikasyon inhibitör çözeltisi : 500 mg alitiyolüre distile suda çözülür, litreye seyreltilir.

6.2.3 Deneyin yapılışı

a) Seyreltme Suyunun Hazırlanması :

Yeterince damıtık su ya da deiyonize su doygunluğa kadar havalandırılır. Havalandırma, bir hava pompasına bağlı difüzör kullanarak ya da seyreltme suyunu kısmen dolu bir kaptaki şiddetle çalkalayarak sağlanabilir. Kullanılacağı sırada seyreltme suyunun sıcaklığı $20 + 1$ °C olmalıdır. Seyreltme suyunda zehirli maddelerin ve organik maddelerin bulunmaması çok önemlidir. Saklama ve havalandırma sırasında da organik madde bulunmaması için dikkat edilmelidir. Kullanacağı zaman litresine besleyici çözeltilerden 1' er ml konur.

b) Seyreltme Teknikleri :

Numunenin tahmini BOI' na göre, seyreltme oranları aşağıda belirlenmiştir.

<u>Tahmini BOI</u>	<u>% Karışım</u>	<u>Tahmini BOI</u>	<u>% Karışım</u>
20000 - 70000	0.01	100 - 350	2.0
10000 - 35000	0.02	40 - 140	5.0
4000 - 14000	0.05	20 - 70	10.0
2000 - 7000	0.10	10 - 35	20.0
1000 - 3500	0.20	4 - 14	50.0
400 - 1400	0.50	0 - 7	100
200 - 700	1.0		

Bir mezürde, toplam hacim 1 litre olacak biçimde seyreltmeler azalır. Her örnek için beklenen BOI değerinin karşısındaki seyreltmeden başka, tabloda onun üstünde ve altında yer alan seyreltmeler de yapılır. Böyle her örnek için 3 seyreltme yapılmış olur.

6.3 Kimyasal Oksijen ihtiyacı (KOI)

Bir suyun ya da suyun kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI); o sudaki organik maddelerin kuvvetli bir kimyasal yükseltgeyici ile yükseltgenebilen kısmının oksijen eş değerinin ölçüsüdür. Bu niteliği ile kollektif bir parametredir.

KOI akarsu ve endüstriyel atık incelemelerinde önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. Bu suya ait KOI tayini sonucu, BOI' den farklı olarak biyolojik yollarla ayrılmayan bazı maddeleri de içerebilir.

Bir atığın kimyasal oksijen ihtiyacı % 50 sülfirik asitli ve gümüş katalizli kaynayan bir ortamda, geri soğutma altında, atık örneğinin 2 saat içinde indirgediği potasyum bikromat miktarı ile ölçülür. Bu yükseltgeyici ortamda karbonlu organik maddeler CO₂ , H₂O' ya azotlu maddeler ise NH₃' e dönüşür. Organik maddenin bikromatla (Cr₂O₇) yükseltgenmesi,



Reaksiyon, denklemine uygun olarak % 95 - 98 verimle meydana gelir. Reaksiyonda belli ve aşırı bir miktar bikromat kullanılır ve reaksiyondan arta kalan bikromat demir amonyum sülfat [Fe(NH₄)₂(SO₄)₂] geri titrasyonu ile tayin edilerek, organik maddenin yükseltgenmesinde harcanan bikromat kantitatif olarak tayin edilir. Bikromat fazlasının demir amonyumla titrasyonu ferroin indikatörüne karşı yapılır. Ortamda Cr⁶⁺ kalmadığında damlatılan ilave ilk damla demir amonyum sülfattaki Fe(II) iyonları ferroinle koyu kırmızı bir renk verir.

Potasyum bikromat bazı organik maddeleri (düz-zincirli alifatik bileşikler, aromatik hidrokarbonlar, pridin, priolidin vb) yükseltmez. Bunlardan düz zincirli alifatiklerin yükseltgenmesi gümüş katalizör kullanılmasıyla mümkün olur.

Klorür, nitrit gibi yükseltgenebilen bazı inorganik maddelerde artı hataya yol açarlar. Klorür ortamda civa katılarak kompleks halinde bağlanır. Nitritin önemli miktarda bulunduğu numunelerde sülfamik asit kullanılır.

Numuneler 2 ml / 1 derişik H_2SO_4 eklenerek 7 gün korunabilir.

6.3.1 Deneysel bölüm

Aletler

Geri Soğutucu; 24/40 boyunlu 350 ya da 500 ml' lik 24/40 şifli soğutucular ve en az 1.4 W/cm gücünde tablahı elektrik ısıtıcı.

Reaktifler

Sülfirik asit (H_2SO_4) (4 mol/l) : 220 ml H_2SO_4 500 ml distile suya eklenir ve soğuduktan sonra 1 lt' ye tamamlanır.

Gümüşlü sülfirik asit reaktifi : 10 g gümüş sülfat (Ag_2SO_4) 35 ml distile suya eklenir ve üzerine 965 ml sülfirik asit ilave edilerek sülfatın çözünmesi için 1 - 2 gün beklenir.

Demir amonyum sülfat çözeltisi DAS 0.12 mol/l (0.12 N) : 47 gr demir amonyum sülfat ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) suda çözülür ve üzerine 20 ml sülfirik asit ilave edilir. soğuduktan sonra distile suyla 1 lt' ye tamamlanır.

Uyarı: Demir amonyum sülfat çözeltisi kullanıldığı gün mutlaka standart bikromat çözeltisine karşı ayarlanmalı ve normalitesi bulunmalıdır. Bu standardizasyon işlemini aşağıdaki şekilde yapılır.

10 ml potasyumbikromat çözeltisi 4 mol/l sülfirik asit çözeltisi (ayıraça) ile 100 ml' ye seyreltilir ve demir amonyum sülfat (DAS) çözeltisi ile titre edilir. Bu titrasyon sonucunda

$$\text{Standart DAS'ın normalitesi} = \frac{10 \times 0.24}{V} = \frac{2.4}{V}$$

V : Harcanan DAS miktarı

0.24 : Standart potasyum çözeltisinin normalitesi şeklinde bulunur.

Standart potasyum bikromat çözeltisi (0.040 mol/l = 0.24 N) : 80 gr civasülfat (HgSO_4) 800 ml distile suda çözülerek üzerine 100 ml derişik sülfirik asit ilave edilir.

Soğuduktan sonra önceden 2 saat süreyle 103 °C' de kurutulmuş olan 11.768 gr potasyum bikromat bu çözeltiliye eklenir ve distile suyla 1 lt' ye tamamlanır.

Ferroun indikatör çözeltisi : 0.7 gr $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ suda çözülür ve 1.50 gr 1.10 fenantrolin monohidrat edilerek çözüneneye dek çalkalanır 100 ml' ye distile su ile tamamlanır.

6.3.1.1 Deneyin yapılışı

Numune kabı iyice karıştırılarak 10 ml numune bir pipetle 250 ml' lik şilifli erlene aktarılır. Numunede KOI' nin yüksek olduğu tahmin ediliyorsa, daha az bir hacim alınır ve distile suyla 10 ml' ye tamamlanır. Çok yüksek seyreltmelerde balon joje kullanılmalıdır.

Numunenin üzerine 5 ml standart bikromat çözeltisi konulur ve karıştırılır. Erlen musluk soğutularak ve çalkalanarak azar azar 15 ml gümüşlü sülfirik asit reaktifi elde edilir. Erlene birkaç tane temiz kaynama taşı (cam parçası) konularak erlen soğutucuya takılır ve soğutma suyu açılır. Soğutucunu tepesine ters çevrilmiş bir beher takılarak ısıtıcı açılır.

Erlen içeriği geri soğutma altında 2 saat süreyle kaynatılır. Reaksiyon sırasında soğutma suyunun çıkışının fazla ısınmamasına dikkat edilmelidir. 2 saat sonunda ısıtıcı kapatılarak kaynamanın tamamen durması beklenir. Daha az bir suyla soğutucunun içi şilifli erlenin içine yıkanır. Erlene 300 ml kadar distile su konulur ve ağzına bir beher takılarak oda sıcaklığına kadar soğutulur. 2 - 3 damla ferroin indikatörü ilave edilerek standart demir sülfat (DAS) çözeltisi ile renk mavi - yeşilden kırmızıya dönene kadar titre edilir.

Şahit Numunesi

KOI deneyinde deneyde kullanılan araç gereç ve ayıraçların gelebilecek ve çevreden bulaşabilecek organik maddelerin getireceği hatayı hesaba katmak üzere bir şahit deney yürütülür. Şahit deney numune ile aynı koşullarda ancak numune yerine destile su kullanılarak yapılır.

Sonucun Hesaplanması :

$$\text{mg/l KOI} = \frac{(a - b) \cdot N \cdot 8000}{\text{ml örnek}}$$

a : Şahit DAS sarfiyatı

b : Numunenin DAS sarfiyatı

N : DAS çözeltisinin normalitesi

7. AZOT TAYİNİ

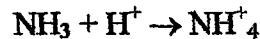
Azot ve azotlu maddeler Çevre Mühendisliğinin değişik ilgi alanlarında büyük bir öneme sahiptir. Azotun bulunduğu şekiller, organik azot, amonyak, nitrit, nitrat ve azot gazıdır. Protein gibi azotlu maddeler canlı sistemler için gereklidir. Endüstriyel atıksular, biyolojik tasviye için yeterli besinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi için azot ve fosfor yönünden analiz edilir. Çoğunluk amonyak ve nitrat şeklinde bulunan anorganik azot, yeşil bitkiler tarafından fotosentezde kullanılır. Doğal sularda azot sınırlı olduğundan azotlu atıkların varlığı alg büyümesini hızlandırılabilir. Amonyak da balıklar üzerine olan toksit etkisi nedeniyle önemli bir kirleticidir.

Analitik olarak organik azot ve amonyak birlikte tayin edilir ve kjeldah azotu olarak isimlendirilir. İçme ve kullanma sularıyla yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği organik ve anorganik azotlu bileşikler ölçülerek, suyun kalitesi hakkında karar verilebilir. Örneğin, içme suyunda amonyak bulunması, suda muhtemelen kısa bir süre önce fekal kirlenme olduğunu gösterir. Sularda bulunan başlıca azot türleri amonyak azotu, nitrit azotu, organik azottur.

Çevre mühendisleri başlıca bu dört tür ile ilgilenir. Her bir türün ölçümü, numunenin kirlilik derecesi ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklı yöntemler ile gerçekleştirilir. Tüm analiz sonuçları azot cinsinden verilir. Aşağıda sadece amonyum azotunun tayin yöntemi açıklanmıştır.

7.1 Amonyak Azotu

Amonyak azotu, suda pH'a bağlı olarak çözünmüş formda amonyum iyonuna dönüşür,



Bu denge içinde yer alan tüm azot, amonyak azotu olarak kabul edilir. Amonyak azotu tayininde ölçüm yöntemi konsantrasyona ve girişimlere bağlı olarak seçilir. Buna göre, amonyak azotu aşağıdaki yöntemlerle tayin edilir.

A. Doğrudan Kolorimetrik Yöntem İle Tayin

Renk ve bulanıklığı fazla olamayan numunelerde uygulanır.

B. Distilasyon-Titrasyon Yöntemi:

5 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonlarının üstünde kullanılır. Distilasyon işlemi, amonyağın girişim yapan birçok maddeden ayrılmasını sağlar .Distilasyonda, buhar faz yoğunlaştırılarak borik asit çözeltisi içinde toplanır. Bu çözelti daha sonra kuvvetli bir asit ile titre edilerek amonyak azotu tayini yapılır.



8. ASKIDA TOPLAM KATI MADDE TAYİNİ

Sudaki veya atıksudaki süspanse ya da çözünmüş olarak bulunan maddelere askıda katı madde denir. Büyük konsantrasyonlarda katı madde içeren atıksular çıkış suyu kalitesine alıcı suyu etkisi yaparlar. Bunlar içme suyu olarak ve endüstriyel amaçla kullanılamazlar. Arıtma tesisi çıkışında katı madde konsantrasyonunun belli bir değeri aşması istenilmez. Çünkü alıcı ortamda çökeltme ve dip çamuruna neden olur.

Toplam Katı Madde: Filtre edilen ve filtre edilemeyen maddelerin filtre edilenine çözünmüş katı madde, edilemeyenine süspanse denir. Toplam katı madde su banyosunda buharlaştırıldıktan sonra 103-105°C'de etüvde kurutulmasıyla geriye kalan maddenin mg/ml cinsinden ifadesidir.

Toplam Süspanse Katı Madde: Bunlar da su numunesinin filtreden geçmeyen kısmının 103°C'de etüvde 1 saat kurutulup desikatörde soğutulmasıyla elde edilir.

Toplam Çözünmüş Katı Madde: Su numunesi standart cam pamuk filtresinden geçirilir. Filtreden geçebilen kısım 103-105°C'de kurutulur. Geriye kalan kısım mg/ml cinsinden hesaplanır.

Toplam Çöken Katı Madde: Ağırlıkların etkisiyle kendiliğinden çöken maddelerdir. Çökeltme hızı parçacıkların büyüklüğüne ve yoğunluğuna bağlıdır, mg/l olarak hacimsel ya da mg/g olarak ağırlık şeklinde ifade edilir.

Toplam Uçucu Katı Madde: Toplam katı madde kapla birlikte 550°C'lik fırında yakılır, tartılır. Aradaki fark toplam uçucu katı maddeyi verir.

Uçucu Olmayan Katı Madde: Katı madde kapla birlikte 550°C'de yakılır tartılır. Tartımdan kabın ağırlığını çıkartıyoruz.

Toplam Katı Madde Tayini: Porselen kapsül sabit tartıma getirilir. 50 ml çeşme suyu konur, buharlaştırılır 1 saat etüvde tutulur. Desikatörde soğutulur ve tartılır. İki tartım yardımıyla numunedeki toplam katı madde konsantrasyonu bulunur (Colgate-Palmolive Hacı Şakir Sabun Fabrikası Çalışma Notları).

$$\text{Toplam Katı Madde} = \frac{(A - B) \times 100}{\text{ml (numune)}}$$

A : Kapsül numune

B : Kapsülün ağırlığı

9. ASİDİTE VE ALKALİNİTE

9.1 Asidite

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunun artmasıyla su asidik özellik gösterir. Asitlik genellikle serbest anorganik asitlerden, serbest karbondioksitten, kuvvetli asitlerin zayıf bazlarla oluşturdukları tuzlardan, demir ve alüminyumun bazı tuzları ve endüstri atıklarının mevcudiyetinden ileri gelir.

Sularda asidite titrasyonda kullanılan indikatöre göre iki şekilde tayin edilir. Asidite fenolftalein kullanıldığında p-değeri, metil oranj kullanıldığında da m-değeri olarak isimlendirilir. Metil oranj ile titrasyonda indikatörün dönüm aralığı pH 3.1-4.4'dür ve doğal suyun pH'ı bu kadar asidik olamaz. Sadece atıksularda mineral asitlerden dolayı düşük pH olabildiğinden nötralizasyonda kullanılacak NaOH miktarını metil oranj ile belirlemek amacıyla yapılır (Mass Arıtma A.Ş. Çalışma Notları).

Deneyin Yapılması

p değeri: Örnek çözeltisinden 50 ml bir erlene alınır. Üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Çözelti pembe renk alana kadar 0.1 N NaOH ile titre edilir.

m değeri: Örnek çözeltisinden ikinci bir 50 ml bir erlene alınır. Üzerine 2-3 damla metil oranj indikatörü damlatılır. Çözelti sarı renk olana kadar 0.1 N NaOH ile titre edilir.

Sonucun Hesaplanması

$$m \text{ ve } p \text{ değerleri} = S \times N \times 1000 / 50$$

9.2 Alkalinite

Suyun kuvvetli asitleri nötralize edebilme kabiliyetine (kapasitesi) o suyun alkalinite adı verilir. Karbonat ve özellikle bikarbonat tuzları alkalinitenin büyük bir kısmını teşkil eder. Suda hidroksil iyonunun varlığı alkaliliğinin artmasına sebep olur. Alkalilik değeri sudaki

borat, fosfat ve silikatlardan etkilenebilir, fakat genelde bu tuzlarından gelen alkalilik ihmal edilir.

Bir sudaki toplam alkalilik;

$$A = [\text{OH}^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] - [\text{H}^+] + [\text{B}] \quad \text{bileşenlerinden oluşur.}$$

A : Toplam alkalinite mg/l

OH⁻ : Hidroksit alkalinitesi mg/l

CO₃²⁻ : Karbonat alkalinitesi mg/l

HCO₃⁻ : Bikarbonat alkaliliği mg/l

H⁺ : Hidrojen iyonu konsantrasyonu mg/l

B : Diğer tuzlardan meydana gelen alkalinite mg/l

Genel olarak doğal sular karbonat ve bikarbonat tuzlarını içerir.

Bir sudaki alkaliniteyi kuvvetli bir asit ile titre ederek saptarız. Bunun için fenolftalein ve metil oranj indikatörleri kullanılır. Fenolftalein kullanıldığında titrasyon pH 8.3'e kadar, metil oranj kullanıldığında da pH 4.4'e kadar sürdürülür. Fenolftalein alkalinitesine p-değeri, metil oranj alkalinitesine ise m-değeri denir (Eroğlu, 1984).

9.3 Deneyin Yapılması

50 ml örnek çözeltisi bir erlene alınır. Eğer serbest klor varsa 1 damla 0.1 molar sodyum tiyosülfat çözeltisi ilave edilir. Daha sonra üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılır ve 0.1 N HCl ile titre edilir. Aynı işlem metil oranj indikatörü ile tekrar edilir.

10. JAR (KAVANOZ) TESTİ

Jar testi herhangi bir suya (atıksu veya içme suyu) arıtmak için gerekli optimum pıhtılaştırma maddesi dozunu ve pH'ı belirlemeye yarayan ampirik bir işlemdir. Bu test sonucundan yararlanarak arıtma tesislerinde aynı bileşimdeki atıksuya verilecek kimyasal madde dozları tespit edilir. Ancak arıtma tesisine gelen atıksuyun bileşiminde değişimler olursa; Jar testlerinin yeniden yapılıp kimyasal madde dozlarının kontrol edilmesi gerekir.

Jar testi için çeşitli sayıda beherlere ham suya ve hızı ayarlanabilen karıştırıcılara gereksinim vardır. Testten önce ham suyun pH bulanıklığı, rengi ve KOI'si ölçülür. Daha sonra beherlerin her birine birer litre ham su konur. Seçilen kimyasal pıhtılaştırma maddesinin (alüm., demir tuzları veya kireç) çeşitli dozları hazırlanır. Çeşitli dozlar; birinci beherden ve en küçük derişimden itibaren artan dozlar şeklinde beherlerdeki ham suya ani olarak ilave edilip hızlı bir şekilde karıştırılır. Hızlı karıştırma süresi 15 saniye ile 5 dakika arasında değişebilir. Çoğunlukla bu süre 1-2 dakika olarak seçilir. Hızlı karıştırmada pedal hızı 200-300 devir/dakika aralığında olmalıdır. Hızlı karıştırmayı takiben su yavaş olarak karıştırılmaya başlanır. Yavaş karıştırma süresi 30-60 dakika arasında seçili . Yavaş karıştırma esnasındaki pedal hızı 100-120 devir/dakika olmalıdır . Yavaş karıştırma periyodu sona erdiğinde oluşan yumaklar 45 dakika ile bir saat arasındaki sürelerde çökmeye bırakılırlar. Çökelme süresi sona erdiğinde beherlerdeki artılmış suyun berraklığı, oluşan çamurun çökebilme özelliği ve çamur hacimleri gözlenir. Optimum koagülant dozu belirlenir. Gözle en uygun arıtmanın sağlandığı kimyasal madde dozu belirlenir. Daha sonra beherlerdeki artılmış sularda numuneler alınır. Bu numunelerde pH, KOI, renk, bulanıklık ve diğer atıksu parametreleri ölçülür. Ham suyun ve artılmış atıksuyun kirlilik parametreleri kıyaslanarak yapılan arıtma işleminin verimi saptanır. Çeşitli kimyasal madde dozlarına karşılık oluşan yumakların meydana gelme hızları ve yumuşak çökelme özellikleri de deney süresince izlenir. En iyi arıtma verimini veren ve en uygun yumaşaklaşma ve çökelme özelliklerini sağlayan kimyasal madde dozu, optimum koagülant dozu olarak belirlenir (Herin, J.,L., vd, 1972) .

10.1 Deneysel Bölüm

Aletler

0-200 dev/dak'lık 6'lı mekanik karıştırıcı

Tirbitimetre cihazı

Renk tayin cihazı

adet 1000 ml'lik beher

10.2 Atıksu Arıtım İşlemleri

Atıksu arıtma tesislerinde üç grup temel işlem vardır . Bunlar :

- Fiziksel işlemler
- Kimyasal süreçler
- Biyolojik süreçler

adları altında toplanmaktadır.

Genel olarak fiziksel işlemler sayıca fazla yer tutmaktadır. Ancak kimyasal ve biyolojik süreçlerde şekil 10.1'de görüldüğü gibi önemli rolü oynamaktadır.

Fiziksel İşlemler

Süzme

Atıksu arıtımında süzme, biyolojik arıtmadan sonra kalan askıdaki küçük parçacıkları tutmak için uygulanır.

Süzme etkisi daima suyun filtre yatağının boşluklarına girdiği filtre yüzeyinde meydana gelir. Başlangıçta bu tarz ile sadece filtre dolgu malzemesi arasındaki boşluk açıklığından daha büyük boyutlu maddeler tutulur. Filtrasyon devam ettikçe bu kaba asılı maddeler

filtre üst yüzeyinde oldukça yapışkan kirli bir örtü (filtre kabuğu) oluştururlar. Atıksu esas filtre ortamına oluşmadan önce bu tabakayı kat eder.

Eğer atıksu fazla miktarda organik madde içeriyorsa yüzeydeki filtre kabuğunda bu organik maddeler besi maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılan birçok organizmalar özellikle saprofitik bakteriler gelişir. Bu filtre kabuğu özellikle ağır ve aralıklı çalışan filtrelerde günlerce yerinde kalır. Ayrıca hayvansal organizmaların gelişmesi ile de filtre kabuğu daha yapışkan ve çamurlu olur. Böylece süzme etkisi artar. Filtre etkisinin bu şekilde düzenlenmesine filtrelerin olgunlaşması veya kendi kendini ıslah etmesi denir.

Kimyasal olarak pıhtılaştırılmış veya demiri ayrılmış sular, genel olarak filtre üzerinde filtre kabuğu oluşturacak miktarda yumak içerirler.

Kolloit ve erimiş maddelerin organizmalar tarafından besi maddesi ve enerji olarak kullanıldığı jelatinli tabakaya çok küçük erimemiş maddeler yapışır. Biyolojik faaliyetlerin mekanizması biyolojik yumaklaştırma ve pıhtılaştırmayı içerir. Bu biyolojik faaliyetler kimyasal olduğu kadar fiziksel olarak da suyun özelliklerinde değişim meydana getirir. Atıksuların filtrelenmesi sırasında saprofitlerin oksijen ihtiyacı oldukça fazladır. Bu nedenle aralıksız olarak çalışan filtrelerde hızla anaerob şartlar kendini gösterir. Kesikli çalışan filtrelerde ara zamanlarda havanın oksijeni filtre malzemesinin içine nüfuz edebildiğinden anaerobik şartlar hüküm sürer. Uygun şekilde yumaklaşması ve çökmesi sağlanmış suların arıtımında filtrelerde gerçekleşen biyolojik olayların bir etkisi yoktur.

Genel olarak atıksu arıtma tesislerinde ilk yapılan temel işlem elemedir. Eleme kaba ve çökebilir katı parçaların engel oluşturma suretiyle alıkonma işlemidir. Bu işlem genel olarak üniform boyutta açıklıklara sahip olan elekler tarafından gerçekleştirilir.

Eleme işleminin amacı: atıksu içerisinde bulunan kaba katı maddelerin uzaklaştırılması suretiyle, arıtma tesislerindeki pompa ve diğer mekanik teçhizatı korumak, vana, boru ve benzeri aktarma cihazlarının tıkanmasını önlemektir. Kaba katı maddeler: bezler, sopalar, tahta parçaları ve atıksuya ne şekilde karıştığı açıklanmayan maddelerdir. Bunun dışında tesise gelecek katı atık yükü hafifletilmiş ve yüzücü maddeler tutulmak suretiyle dezenfeksiyon işleminin verimi artırılmış olur (Mass Arıtma A.Ş., Çalışma Notları)

Izgaralar

Uygulamada en fazla kullanılan eleyiciler ızgaralardır. Izgaralar elle temizlenmeli ve mekanik temizlemeli olarak sınıflandırmaya tabii tutulurlar. Bu iki tip ızgaranın bazı özellikleri çizelge 10.1'de verilmiştir.

Çizelge 10.1 :Elle temizlemeli ve mekanik temizlemeli ızgaraların karşılaştırılması

Tanım	Elle Tem.	Mekanik Tem.
Çubuk Genişliği	5 - 15 mm	5 - 15 mm
Çubuk Derinliği	25 - 75 mm	25 - 75 mm
Çubuk Aralığı	25 - 50 mm	15 - 75 mm
Dikeye Göre Eğim	30 - 45	0 - 30
Yaklaşma Hızı	0.3 - 0.6 m/s	0.6 - 1 m/s

Elle temizlemeli ızgaralar: Genellikle küçük boyutlu arıtma tesislerinde kullanılır. Önceleri 10000 kişilik nüfusa kadar elle temizlemeli ızgaralar tercih ediliyordu. Artık küçük tesislerde dahi mekanik temizlemeli ızgaralar tercih edilmektedir. Böylece işgücünden tasarruf edildiği gibi tıkanma dolayısıyla taşıma gibi sorunlarda önlenmektedir.

Izgaranın boyu, tutulan maddeler tırmıkla alınabilecek şekilde ayarlanmalıdır. Izgaranın üst kısmında delikli bir drenaj plakası olmalı ve tutulan maddeler geçici olarak burada bırakılmalıdır. Burada su drene olur ve katı maddeler tasfiye edilmek üzere alınırlar.

Mekanik Temizlemeli Izgaralar: Mekanik temizlemeli ızgara satın alınacak ekipmandandır. Ancak tasarım mühendisi aşağıdaki bilgileri hazırlamalıdır.

- Izgara boyutları
- Kanalda su seviyesinin değişkenliği
- Çubuklar arasındaki aralık
- Izgaranın hangi yöntemle kontrol edileceği

İki ızgara ünitesi paralel kullanıldığı takdirde biri işletmedeyken diğeri bakıma alınabilir. Kanalların memba ve mansap taraflarında engelleme kalasları için yarıklar bırakılmalıdır. Sadece bir ekipman kullanılırsa elle temizlenen bir ızgara olan ikinci bir kanal mutlaka by-pass olarak öngörülmalıdır.

Genel olarak ızgaraların "kapat", "manuel" ve "otomatik" kontrolleri mevcuttur. Manuelde ızgaralar sürekli çalışırlar. Otomatik ızgaradaki tıkanma belirli bir düzeye varınca, temizleme mekanizması otomatik olarak harekete geçer. Bu düzey tıkanma sonucu, memba ve mansap taraflarındaki seviye farkının belirli bir değere ulaştığı düzeydir. Pratikte bu değer 0.6-0.7 metredir. Temizleme mekanizmasının devreden çıkması ise bir zaman rölesi ile sağlanır.

Tutulan maddelerin ızgara eleği üzerinde birikmesi zamanla koku ve sinek oluşumuna neden olabilir. Çoğu kez bunların ızgarayı izleyen bir öğütücüde parçalanarak, çökeltme havuzundaki çamur ile çökmesi sağlanır.

Elekler

Günümüzde kaba elekler genellikle disk veya dram tipi olup paslanmaz çelik veya demir dışı tel örgülüdür. Açıklıklar genellikle 6-20 mm arasındadır.

Disk tipi eleğin düşey dairesel bir eleme alanı olup bir miktar su yüzeyi üzerinde kalan yatay bir milin etrafında döner. Bunların çapı 1.2-5.5 m arasında değişkendir. Dram tipi elek yaklaşık 4 dev/dak yatay eksen etrafında döner ve yukarıdan bir nebze az batık olarak çalışır. Atıksu dramın bir ucundan girer ve elek kumaşından dışarı çıkar. Dram eleklerin çapı 1.0-1.5 m boyları ise 1.2-3.7 m arasında değişir.

Disk ve dram tip eleklerde, katılar dönme suretiyle su yüzeyinin üzerine taşınır ve yüksek basınçlı jetlerle alıcı oluklara atılır (Ross, N., 1972).

Kum Tutma

Atıksu arıtma tesislerinde kum tutma tabir edilen işlem kum, çakıl, kül hatta yumurta kabuğu, kemik parçası cam ve metal bazı maddeleri atıksudan ayırmak için öngörölmüştür.

Kumdaki maddelerin büyük bir bölümü aşındırıcıdır. Pompa ve çamur susuzlaştırma ekipmanları gibi mekanik aksamda aşınmaya neden olabilir. Ayrıca kum kalıntıları hidrolik kuvvetin düşük olduğu boru, tank, durultucu bölgelerinde yağ absorplar ve katılaşabilir. Bunun dışında kum tabir edilen maddeler biyolojik olarak bozunabilir olmadıklarından, çamur çürütücülerde lüzumsuz yer işgal edebilirler. Tüm bu nedenlerle kumları askıda katı maddeden ayırmak gerekir.

Atıksudaki kum miktarı yöresel, iklimsel koşullar ve endüstriyel atıksu özelliklerine bağlı olarak çok değişkendir. 4-200 m³/10⁶m³ arasında olduğu belirlenmiş ve ortalama bir değerin 15 m³/10⁶m³ atıksu olacağı kabul edilmiştir.

Başlıca kum tutucu tipleri yatay akış ve havalandırılmalı tiplerdir. Yatay akış tipinde akış kanal şeklindeki kum tutucu boyunca yatay yöndedir ve akışın doğrusal hızını sistemin boyutları veya çıkıştaki özel savağın boyutları belirler. Havalandırılmalı kum tutucularda helezoni akışlı bir havalandırma tankı mevcuttur ve helezoni akış, sistemin boyutları ve tanka verilen hava miktarı ile kontrol altında tutulur.

Bazı kumlar özellikle yatay akışlı kum tutucularda çıkan kumlardır, fazla miktarda biyolojik bozunur organik madde içerebilir. Bu organik madde kötü kokuya neden olabilir ve çeşitli haşeratin üremesine uygun ortam hazırlar. Bu nedenlerle bu tür kumlar yıkanmalıdır. Yıkama tarak veya vidalı oluklarda yapılır, kum ve organik madde birbirinden ayrıştırılır.

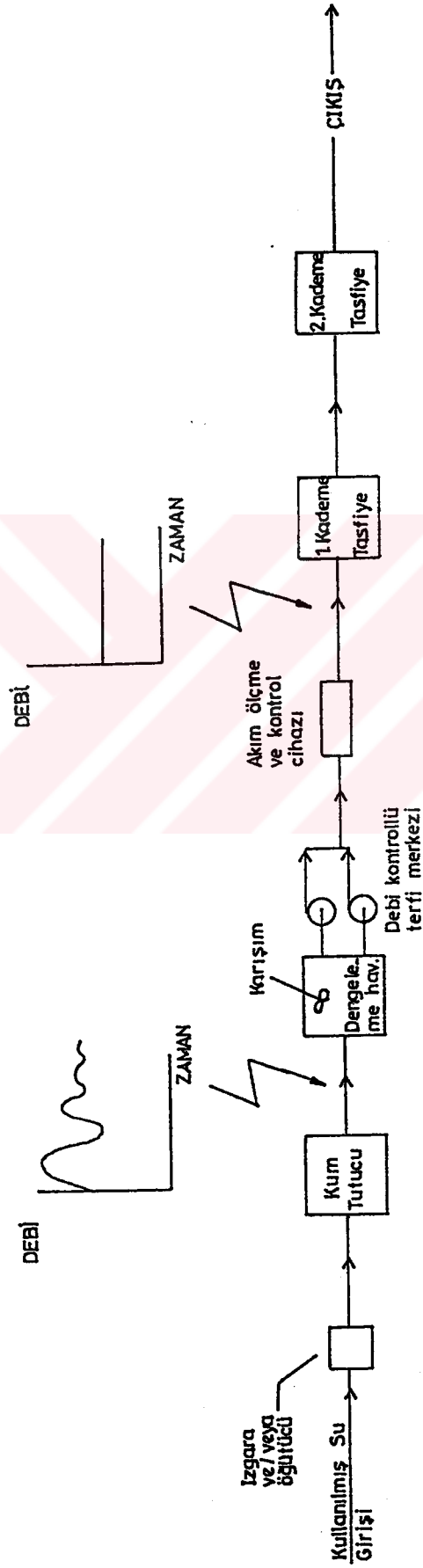
Kum zemine yığma yerine yükseğe kaldırılarak hopperlerde bekletilebilir. Kumun tasfiyesi saniter usullerle gömme ya da yıkarak steril bir kül haline getirmedir (Ross, N., 1972).

Dengeleme

Atıksu arıtma tesislerinde atıksu debileri genellikle sabit değildir. Debi dengeleme işleminin amacı bu değişikliklerden meydana gelen çeşitlilik durumlarını sabitlemek ve mansap tarafındaki ekipmanlara düzenli ve kararlı akış sağlamaktır.

Debi dengeleme havuzu debideki değişiklikleri bünyesinde bertaraf eden bir depolama tankıdır.

Dengeleme havuzu hat üzerine veya hat dışına yerleştirilebilir. Hat üstü dengelemede atıksu hattı dengeleme havuzu seri konumdadır. Hat dışı dengeleme de ortalama günlük debinin üzerindeki debi fazlası by-pass'a yerleştirilmiş dengeleme havuzundan geçirilir yani dengeleme havuzu paralel konumdadır (Ross, N., 1972).



Şekil 10 . 2 Debinin dengelediği bir kullanılmış su tasfiyesinde akım diyagramı

Dengeleme işleminin yararları :

- Dengelemeden sonra atıksuyun arıtılabilirlik özelliği artırılır.
- Buna takip biyolojik arıtma iyileştirilir yoksa yüklerden gelen inhibitör maddelerin etkisi ve pH değişiklikleri kararlılığa kavuşur.
- Katı yüklemdeki sabitlik ikincil çöktürme tanklarının performanslarını artırır ve yüzey alan gereksinimlerini azaltır.
- Atık filtre alanı gereksinimleri azalır ve filtre performansı yükselir.
- Sabit yükleme yapılması özellikle kimyasal madde dozlaması ve proses kontrolü de iyileşir.
- Pik yüklerin fazla olduğu tesislerde bir tek dengeleme havuzuyla yükü almak ve birbirini izleyen ünitelerin yükünü azaltmak ekonomik bir alternatiftir.

Hatüstü dengelemenin yararı atıksu içindeki tüm yapıcı maddelerin dengelenmesindeki başarısıdır. Hatdışı dengeleme atıksu maddelerini düzenleme, bunlara tekdüzelik kazandırmada o denli başarılı değildir. Buna karşılık pompalama gereksinimlerini azaltır; sadece ortalama debi fazlasını dengeleyip pompalamak yeterli olabilir.

Gerek hatüstü, gereksi hatdışı dengeleme havuzlarında karıştırma ve havalandırma gereksinimleri vardır. Karıştırma ekipmanları tank içindekileri karıştırır ve katıların çökmesini önler. Karıştırma gereksinimi azaltmak için, kum tutma üniteleri dengeleme havuzlarından önce yerleştirilmiş olmalıdır. 220 mg/l'lik AKM'li bir atıksu için, karıştırma gereksinimi 0.004-0.008 kW/m³'tür. Atıksuyun septik hale gelmesini havalandırma engeller. Aerobik koşulların sağlanması için hava gereksinimi 0.01-0.05 m³'dak mertebesindedir.

Karıştırma ve havalandırma aynı zamanda mekanik aeratör (havalandırıcı) kullanılarak sağlanır. Özellikle dairesel kesitli tanklarda bafıl gerekebilir. Aeratör minimum işletme seviyeleri 1.5 m'yi aşabilir. Ekipmanların korunması için alçak seviye kontrolleri gereklidir.

Pompalama dengelemeden sonra, önce veya heriki durumda olabilir. Günlük debi farkları dikkate alındığında dengelemeden önceki pompalama kapasitesi daha yüksek olduğu görülür (Mass Arıtma A.Ş., Çalışma Notları).

Karıştırma

Karıştırmanın temel görevi kimyasal süreçlerde sık karşılaşılan birden fazla maddenin birbiriyle karışması için uygulanan bir işlemdir. Karıştırılan maddeler iki veya daha fazla sıvı olabileceği gibi, sıvıların içinde katıların askıda tutulması, katılar veya gazların eritilmesi de söz konusu olabilir.

Atıksu arıtma tesislerinde sık karşılaşılan karıştırma işlemine ait bazı örnekler:

- Kimyasal maddelerin atıksuya ilavesi. Örneğin ikincil çöktürme tanklarından sonra atıksuya klor veya hipoklorit karıştırılması.
- Vakum filtrelerden önce susuzlaştırma işlemini kolaylaştırmak için katkı maddeleri ilave edilerek karıştırılması.
- Çürütme tankında karıştırma yoluyla besi maddeleri ve mikroorganizmalar arasında yakın bir kaynaşma sağlanması.
- Biyolojik arıtma süreçlerinde organizmalara gerekli havanın temini için havanın aktif çamurla karıştırılması. Bu işlemde hava difüzyon yoluyla verilebilir yada havalandırıcı (aeratör) tabir edilen mekanik karıştırıcılar kullanılır.
- Flokülasyon işlemi için alüminyum veya demir sülfat gibi yumaklaştırıcı veya kireç ve polielektrolit gibi yardımcı maddelerin suya ilave edilerek floklaşmanın sağlanması.

Sıvılar; açık kanallarda şaşırtma plakaları ile hidrolik düzenin bozulması, venturi flumeler, borular, pompalar statik mikserler, tanklardaki mekanik karıştırıcılar yardımı ile karıştırılırlar (Ross, N., 1972).

Çökeltme

Çökeltme ve berraklaştırma işlemleri aynı fiziksel ilkenin, çöktürme (veya sedimentasyon) işleminin uygulamaları olup katı partiküllerin dibe çökerek berrak sıvı fazdan ayrılması esasına dayanır. Berraklaştırmada esas amaç üstte duru su elde edilmesi olup su arıtma

tesislerinde daha yaygın uygulama bulur ve bunu genellikle çökeltme işlemi izler. Çökeltme ise daha ziyade birincil atıksu arıtmada kullanılır, burada amaç çamurun berrak su fazdan çökeltme ile ayrılmasıdır. Çökeltme ve berraklaştırılması ekipmanları ilke olarak birbirine benzer ayrıntılarda amaca yönelik farklılıklar göze çarpar.

Çökeltme işleminin bazı uygulamaları :

- Kum ayırma
- Birincil çözdürme havuzlarında partikül madde ayırma.
- Aktif çamur sürecinde biyolojik flok çökmesi.
- Kimyasal yumaklaşma sürecinde kimyasal flok çökmesi.
- Çamur kalınlaştırıcılarda (tikener) katıları kalınlaştırma işlemi.

Parçacıkların çökmesi sırasında dört tür çökme mekanizmasına rastlanır. Çökme çeşitleri şöyle sınıflandırılırlar. Bunlar: Ayrık parçacık, flokülant çökeltme, engelli veya bölgesel çökeltme, kompresyon çökeltme, yüzdürmedir (Ross, N., 1972).

Çizelge 10.2 Çöktürme tankı ham çamurlarının özellikleri

Parametre	Açıklama
Fiziksel Yapı	Üniform değil.
Renk	Kahve. Karışan endüstri atığının cinsine göre değişken. Atıksu septik özellikte ise gri veya siyah.
Yoğunluk	Ortalama katı madde içeriği %3-8 dir. İyi kalite çumarda içerik %5-7 dir.
Koku	Genellikle topraksı ve çamurumsu olup rahatsız edicidir. Metal endüstrisi atıkları kokusuz olabilir.
Uçucu madde	Toplam katı maddenin ortalama %70-80'i
PH	Ortalama 6'dır. Endüstriyel atığın cinsine göre değişir.
Tpl. Alkanite	300-1000 mg/l olup genellikle 500-800 mg/l'dir.
Mineral ve Uçucu olmayan Katılar.	Toplam katı maddelerin %30'udur.
Septiklik	Genellikle septik değildir. Eğer septik ham kullanılmış sular veriliyorsa veya tanklarda çamurun bekleme süresi çok uzun ise yada çürütme tanklarının savaklarından yeterince çürümemiş atıklar veriliyorsa septiklik derecesi artar.
Çamur hacmi	5.24-52.4 (1/m ³ tasfiye görmüş atıksu) veya ortalama olarak 19-26 miktarındadır. Çamur hacminin büyük olması çamur yoğunluğunun az olmasını yada endüstriyel atıkların karıştığını gösterir.
Yağ içeriği	Normal halde 10-20 mg/l'dir. Yağın fazla olması endüstrilerde yağlı atıkların verildiğini gösterir.

Kimyasal İşlemler

Atıksu arıtımında kimyasal reaksiyonlar yoluyla bir takım değişmelerin meydana getirildiği işlemlere kimyasal temel işlemler denir. Genellikle bu sırada sudan bazı maddeler uzaklaştırılırken bazı maddeler de eklenir. Özellikle suyun tekrar geri kazanımı dolayısıyla kimyasal işlemler önemli bir konudur. Bu durum fiziksel ve biyolojik işlemlere ters düşer. Çünkü fiziksel ve biyolojik işlemlerde daima suyun içindeki katı maddeler

uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca kimyasal maddelerin pahalı olması nedeniyle işletmenin masraflarını da arttırmaktadır (Herin, J.,L., vd, 1972) .

Pıhtılaştırma Ve Yumaklaştırma

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma esas olarak suya kimyasal madde ilavesi ile suda bulunan askıda ve çözünmüş maddelerin yapılarını değiştirerek veya ilave edilen maddelerin oluşturduğu fiziksel etkenlerle sudan uzaklaştırılmasını amaçlar. Çözünmüş maddelerin çözünmeyen türlere dönüşümü yapıldığında, oluşan katı partiküllerin boyutları oldukça küçüktür. Bunlar çoğunlukla kolloit yapısındadır. Diğer taraftan suda bulunan ve basit çöktürme ile giderilemeyen askı maddeleri de kolloit boyutlarındadır. Bu nedenle pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemi esas olarak sudaki kolloit haldeki maddelerin giderilmesini amaçlar.

Kolloit haldeki maddeler birbirleri ile ve suyla çeşitli etkileşmeleri nedeniyle biraraya gelemez ve birleşemezler. Pıhtılaştırma işlemi kolloit haldeki maddelerin kimyasal maddeler eklenmesiyle birbirleriyle birleşebilir yapıya dönüştürülmeleri ve yumaklaşmaya başlangıç oluşturacak kümelerin oluşturulması işlemidir. Yumaklaştırma işlemi ise pıhtılaştırılmış. Yumaklaştırma taneciklerin yavaş yavaş karıştırılması ile sağlanır.

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma endüstriyel atıksu arıtımında; askıda madde, organik madde, renk, metal iyonu ve spesifik kirleticilerin giderilmesinde kullanılmaktadır. (Herin, J.,L., vd, 1972)

$Al_2(SO_4)_3 \times 18 H_2O$ (Alum) ile Çöktürme

Kristal suyu sarfiyata bağlı olarak değişir. Ticari akım 18 suludur. Alum katı halde bulunur. Çok etkin ve yaygın bir yumaklaştırıcıdır. Çözelti halinde korozif özelliktedir.

Kalsiyum ve magnezyum bikarbonat alkalinitesine sahip sulara (alum) ilave edildiği zaman, jelatinimsi ve suda erimeyen $Al(OH)_3$ (alüminyum hidroksit) yumakları meydana

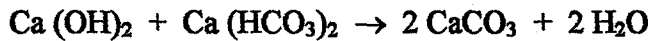
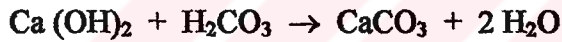
gelir. Bunlar suda asılı diğer yabancı maddeleri de üzerlerine toplayarak yavaş yavaş tabana çökeltirler(Herin, J.,L., vd, 1972)



Ca(OH)₂ (Kireç) ile Çöktürme

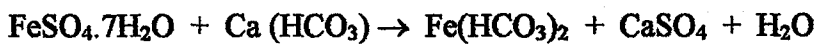
Sönmüş veya sönmemiş olarak kullanılır. Hem yumaklaştırıcı olarak etkilidir, hem de diğer yumaklaştırıcılarla birlikte ve suya alkanite vermek üzere yaygın şekilde kullanılır.

Sudaki serbest karbonik asit ve bikarbonatlarla kaogülant olarak rol oynayacak olan kalsiyum karbonatları teşkil etmeye yetecek kadar kirecin suya ilave edilmesi gerekir. Eğer bu amaçla kirecin yanında FeSO₄.7H₂O (demir II sülfat) ta ilaveten kullanılırsa çok daha az kirece ihtiyaç olur. Eğer mineral asitler veya asit tuzları ihtiva eden endüstri atıklarının çökeltilmesi söz konusu ise, bu işlemler tatbik edilmeden önce bu suların nötralize edilmesi gerekir(Herin, J.,L., vd, 1972)

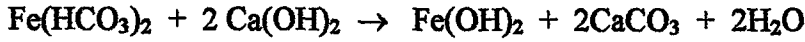


Demir II Sülfat Ve Kirecin Birlikte Kullanımı

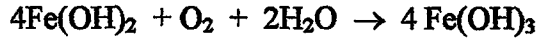
Suda erimeyen bir maddenin meydana gelmesi için çoğu kez ferro sülfat (demir II sülfat) tek başına kullanılmaz: kirecin de birlikte kullanılması gerekir. Demir II sülfat yalnız başına kullanılırsa aşağıdaki reaksiyon meydana gelir.



Eğer Ca(OH)₂ (kalsiyum hidroksit) halinde kireç ilave edilirse aşağıdaki reaksiyon meydana gelir:



Bundan sonra $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (ferrohidroksit) suyun içerisinde çözülmüş bulunan oksijen tarafından oksitlenerek $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (ferrihidroksit) haline dönüştürülür. İstenilen son şekil de budur. Reaksiyon denklemi:

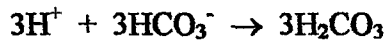


Suda erimeyen ferrihidroksit (demir III hidroksit) hafif, çok yer işgal eden, jelatinimsi bir yumak şeklinde olup alum yumaklarına benzer.

Demir III hidroksitin oluşumu çözülmüş oksijenin varlığına bağlı olduğundan reaksiyon, septik haldeki kullanılmış sular veya oksijen içermeyen endüstri atıksuları ile gerçekleşemez. Bu halde demir III sülfat, demir II sülfatın yerini alabilir ve bunun kullanılması kireç ilavesini ve çözülmüş oksijenin varlığını gereksiz kılar (Herin, J.,L., vd, 1972)

Diğer Reaksiyonlar

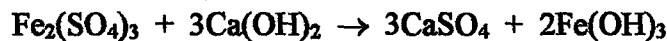
a) Demir III Klorür (Ferriklorür)



b) Demir III Klorür ve Kireç



c) Demir III Sülfat ve Kireç

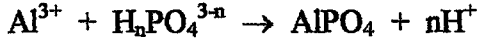


Ca (II), Al (III), Fe (III) iyonları yardımıyla fosfat kimyasal çöktürme yoluyla atı sudan uzaklaştırılabilir. Bu sırada meydana gelen reaksiyonların denklemleri aşağıda verilmiştir.

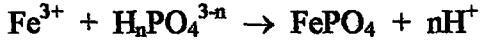
a) Ca (II)



b) Al (III)



c) Fe (III)



Biyolojik Arıtma

Atıksular ızgara ve eleklerden geçirme ve çöktürme gibi yöntemlerle istenilen dereceye kadar tasfiye edilemezse doğadaki arıtıma benzer şekilde, küçük canlılar yardımıyla gerçekleşen biyolojik arıtım yöntemleri uygulanır.

Özel bir hal olarak çamur çürütme odasında yapılan çürütme yöntemi de bir biyolojik olaydır. Bu, havasız bir yerde anaerob bakterilerin yaşama faaliyetleri sonucunda meydana gelir. Bunun dışındaki bütün biyolojik yöntemlerde arıtım havanın yardımıyla olur. Burada atıksudaki yaşam faaliyeti sonunda yumaklar (floklar) oluşur. Bu olay, geçirimli zeminler veya damlatmalı sistemlerde kum veya çakıl tanelerinin dış yüzeylerinde, aktifleştirme yönteminde ise suda serbest yüzer halde meydana gelir. taneciklerin dış yüzeyleri ve yumaklar atıksudan ayırırlar. Bunlar daha sonra bakteriler ve mikroorganizmalar tarafından stabilize edilirler. Bu işlemde su mutlak surette hava içermektedir. Bakteriler tarafından sarfedilen sudaki çözülmüş oksijenin yerini daima yenisi almalıdır. Bu damlalıklı sistemlerde ve özellikle havuzlarda yeşil algler tarafından temin edilir. Ayrıca havadan ve hava ile su arasındaki temas yüzeyinden de önemli miktarda oksijen alınır. Biyolojik süreçlerde temas yüzeyi mümkün mertebede büyütülür. Bunun için aktifleştirme yönteminde suyun içine hava basılır veya damlalıklı sistemlerde olduğu gibi atıksu havanın içerisine püskürtülür. Heriki halde de temas yüzeyinin artırılması yoluyla aktifleşmiş yumaklar ve dış yüzeyler tarafından oksijen alınması sağlanmış olunur.

Doğada herhangi bir organik kirletici alıcı bir ortama (akarsu, göl, deniz vs.)akıtıldığında burada bulunan aerobik mikroorganizmalar faaliyete geçer ve

Organik Madde + O₂ + Aerobik Mikroorganizmalar →

CO₂ + H₂O + İnorganik Maddeler + Daha fazla Mikroorganizma

Reaksiyonuna uygun olarak organik kirleticileri bertaraf ederler. Bu proses ortamda yeterli oksijen bulunduğu müddetçe devam edebilir. Ancak organik kirleticilerin miktarı fazla olduğu takdirde bakterilerce kullanılan oksijen sisteme atmosferden veya başka kaynaklardan eklenen oksijenden fazla olmakta ve böylece kısa bir süre içerisinde mevcut oksijen yok olmakta bunun sonucunda sistem anaerobik (havasız) şartlara dönüşmektedir. Bu koşullar altında biyolojik parçalanmayı sürdüren bakteriler; CH₄ (metan), CO₂ (karbondioksit) ve az miktarda H₂S (hidrojensülfür) gibi gazlar meydana getirmektedirler (Standart Methods II, 1970)

Aerobik Arıtım

Bütün aerobik arıtma proseslerinde organik atıklar sentez oksidasyon yolu ile yok olurlar. Diğer bir deyimle organik maddelerin bir kısmı yeni hücrelere dönüşürken (sentez) geri kalan kısım gerekli enerjiyi üretmek amacıyla oksidasyona uğrattılırlar. Organik maddeler yok olmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gerekli enerjiyi sağlamak amacıyla kendi kendini oksitler (içsel solunum). Bu değişim aşağıdaki reaksiyonlarla ifade edilmektedir.

Organik Madde + O₂ + N + P → Hücre + CO₂ + H₂O + Parçalanamayan katılar

Hücre + O₂ → CO₂ + H₂O + N + P + Hücresel Kalıntılar

Yukarıda açıklanan olay bütün aerobik biyolojik arıtma yöntemlerinde yer almaktadır.

Aktif Çamur

Aktif çamur projesi atıksulardaki kolloidal ve çözünmüş formlarda bulunan ve çökelemeyen maddeleri çökebiyen biyolojik yumaklara dönüştürme işlemidir. Biyolojik yumaklar havalandırma havuzunda meydana getirilir ve son çökeltme havuzunda çökelttilerek sistemden ayrılır. Bu çöken biyolojik yumaklara kısaca çamur denir.

Havalandırma havuzlarında kullanılmış sulardaki organik madde giderilirken aktif çamur miktarı yani mikroorganizma miktarı artar. Bu artan çamurun sistemden çekilmesi gerekir. Bu çekilen çamura artık çamur denir. Havalandırma havuzunda aktif çamur miktarını belirli seviyede tutabilmek ve daha iyi kalitede çökebilen çamur elde edebilmek için son çöktürme havuzunda çökelen çamurun bir kısmının tekrar havalandırma havuzuna verilmesi gerekir. Buna geri devir çamuru denir.

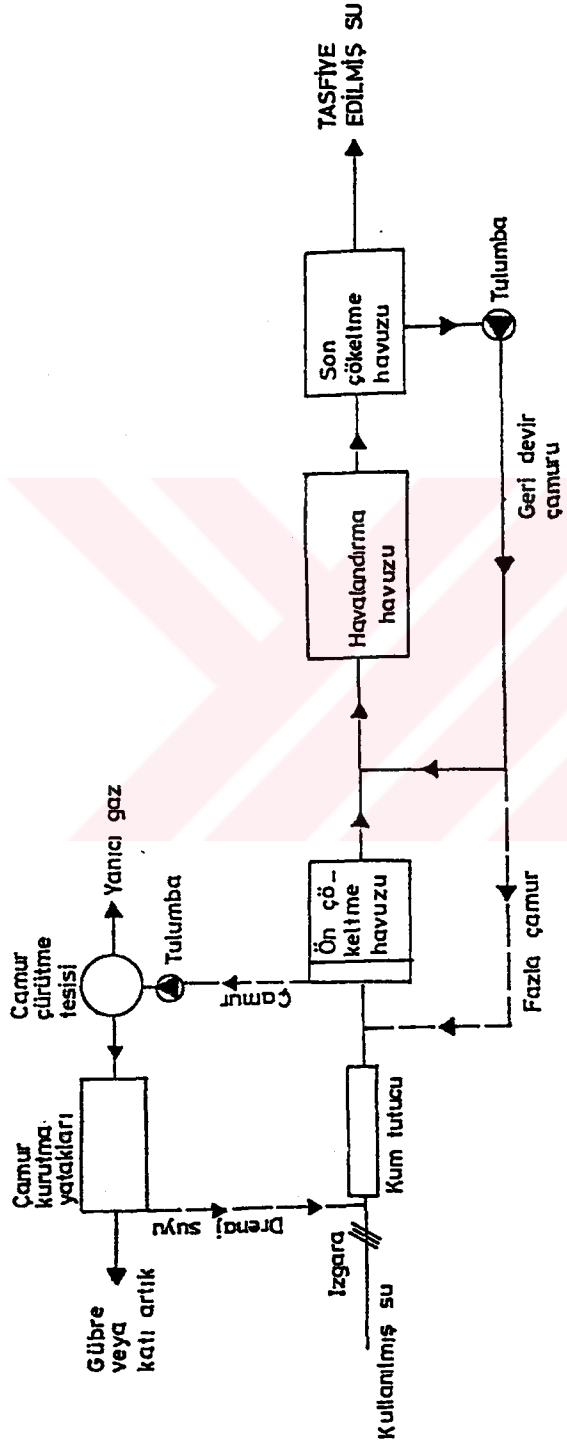
İstenilen kalitede çıkış suyu elde edebilmek için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gerekir. Bunlar:

-- Kullanılmış sulara askıda, kolloidal ve erimiş halde bulunan organik maddelerin tamamen asimile edilmesini ve karbondioksit, su ve inert maddelere dönüştürülmesini sağlayacak miktarda aktif mikroorganizmalar sistemde tutulmalıdır.

Havalandırma havuzundaki ortam mikroorganizmaların gelişmesi için uygun olmalıdır. Yani hücre oluşumu ve enerjisi için gerekli olan çözünmüş oksijen, organik madde ve inorganik bileşikler havalandırma havuzunda uygun ortamda bulunmalıdır.

Aktif çamur prosesinin iki kademedede gerçekleştiği kabul edilebilir. Birinci kademedede mikroorganizmalar yardımı ile biyolojik yumak meydana gelir. İkinci kademedede bu yumaklar, absorpsiyon, adsorpsiyon ve diğer yüzey olayların etkisi ile çökebilen parçacıklara dönüşür. Absorpsiyon olayı 15-30 dakikada meydana gelir. Fakat çökelmiş aktif çamurun tekrar aktif hale geçmesi daha uzun zaman alır. Bunun için geri devir çamuru havalandırma havuzuna verilmeden önce ayrı bir havalandırma havuzunda havalandırılır.

Havalandırma havuzları aktif çamur sisteminin en önemli ögesini oluşturur. Burada biyolojik organizmalar orjinal kompleks maddeleri daha basit bileşiklere dönüştürür. Atık olarak verilen bu maddeler diğer bir kısım bakteriler tarafından da basit bileşiklere dönüştürülür. Bu hal bu atık maddelerin bakteriler tarafından da besi maddesi olarak kullanılmayacak hale gelinceye kadar devam eder. Bu aktif çamur organizmalarının ihtiyaçlarını karşılamak için havuza oksijen verilir.



Şekil 10.3. Aktif çamur sistemi akış şeması

Organizmaların oksijen ihtiyacı iki yolla karşılanır. Birinci yolda basınçlı hava havuz tabanından difüzörler yardımı ile kabarcıklar oluşturularak verilir. İkinci yolda mekanik havalandırıcılar yardımı ile oksijenin sıvıya geçmesi sağlanır. Oluşturulan hava kabarcıkları ne kadar küçük, hava kabarcıkları ile sıvının temas süresi ne kadar fazla ve kabarcıkların su yüzeyine ulaşınca kadar geçen sürede türbilans ne kadar fazla olursa oksijen transfer verimi de o kadar yüksek olur.

Sistemde mevcut mikroorganizmalar için uygun ortamın temin edilebilmesi ve etkili tasfiyenin gerçekleştirilebilmesi için şu değişkenler çok iyi kullanılmalıdır.

- Yeterli besi maddesi
- Yeterli oksijen
- Uygun kullanılmış su sıcaklığı
- Zehirli atıkların eliminasyonu

Bu amaçla, besi maddesi (F) ile mikroorganizma (M) arasındaki minimum (F/M) oranı her atıksu arıtım tesisi için ayrı olarak belirlenir.

Sıcaklık aktif çamurun çökmesine iyi yönde etki eder. Katı maddelerin çökmesi katı maddenin yoğunluğuna ve ortamın vizkositesine bağlıdır. Sıcaklık $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye düşerken suyun hem yoğunluğu hem de vizkositesi artar. Bunun sonucu olarak sular soğurken katı maddelerin çökmesi daha yavaş olur. Bu sırada bir kısım katı maddeler savaktan kaçabilirler. Bu problemi önlemek için çökeltme tankına verilecek debi azaltılır veya flokülant maddeler kullanılarak çökeltme etkinliği artırılır.

Kurşun (Pb), çinko (Zn), krom (Cr), bakır (Cu), yüksek alkalinite veya asit, tarım koruma ilaçları, fenoller, organik bileşikler biyolojik faaliyet üzerine toksit etki yaparlar. Bu toksit maddelerin birikmesi tasfiye verimini azaltır. Bundan dolayı tasfiye tesislerine verimini azaltır. Bundan dolayı tasfiye tesislerine bu maddelerin girişi önlenmelidir. Plastikler, yağlar, gresler, selülozlu bileşikler, ilaç endüstrisi atıkları ve kimya endüstrisi atıkları toksit olmayabilir. Fakat aktif çamur sisteminde kolaylıkla organizmalar tarafından kullanılmazlar.

Büyük kolloidal katı maddeler daha küçük parçalara onlarında hücre duvarından geçebilmek boylara indirilmesi kompleks protein olan enzimler sayesinde gerçekleşir. Bu enzimler biokimyasal reaksiyonlarda katalizör görevini yerine getirirler. Bazı enzimler hücre üzerinde ve civarında daima bulunurken bazı enzimler besi maddesinin cinsine göre hücre tarafından üretilir.

Yağlar ve gresler bakteriler tarafından besi maddesi olarak kullanılırlar. Fakat çok yavaş sindirilirler. Yüzeyde yüzdüklerinden bakterilerle temas olanakları daha azdır, dolayısıyla parçalanmaları için gereken süre oldukça uzundur. Bu maddeler havuzlarda köpük problemlerine neden olurlar.

Uzun zincirli, suda çözünmeyen moleküller, deterjanlar ve polimerik maddeler kötü yumaklaşmaya kötü çökelmeye ve uzaklaştırmada güçlükler neden olurlar. Toksik ve arzu edilmeyen maddelerin tesise girmesi önlenmeli veya bu başarılamiyorsa bunların etkisini minimuma indirmek için mlval cc konsantrasyonunu yüksek tutmak gerekir.

Son çökeltme havuzunda çamur miktarı arttığı zaman bunun bir bölümünü sistemden çekmek gerekir. Bu yapılmadığı takdirde savaklardan çıkış suyuna karışmaya başlar. Sistemden uzaklaştırılacak çamur miktarı üç yöntemle göre belirlenir:

a) Sabit bir mlval cc temin ederek: Bu yöntemin esası havalandırma havuzundaki mikroorganizma kütlelerinin belirli bir değerde tutulmasıdır. Aktif çamur tesislerinde oldukça yaygın olarak kullanılan bu yöntemin avantajı uygulamasının kolaylığı ve minimum laboratuvar çalışması gerektirmesidir. Bu yöntem ile işletme kontrolü, özellikle sisteme gelen atıksu karakterinde önemli bir değişiklik olmuyor ise, genellikle iyi sonuç verir.

Bu yöntemin önemli bir dezavantajı ise F/M gibi önemli bir parametreyi ihmal ediyor olmasıdır. Bu dezavantaj şu örnek ile gösterilebilir : Atıksu arıtma tesisine gelen atıksuyun BOI'nın herhangi bir nedenden dolayı %50 artış gösterdiği varsayalım. Bunun sonucu olarak havalandırma havuzundaki katı madde konsantrasyonu artmaya başlayacak ve sonuçta sabit bir katı madde konsantrasyonu elde etmek için sistemden daha fazla çamurun

uzaklaştırılması gerekecektir. Dolayısıyla havalandırma havuzundaki F/M oranı %50 daha fazla olacak ve sistem fazla miktarda organik yüklenmeden dolayı başarısızlığa uğrayacaktır.

b) Sabit (F/M) oranı sağlayarak: İşletmenin kontrolü amacıyla uygulanabilecek diğer bir yöntem, sistemden, sabit bir F/M oranı elde etmek üzere çamur uzaklaştırılması yöntemidir.

Alınan örneklerle beraber standart çözeltilerden de sıra ile 100 ml'lik balon jöjelere 1, 2, 3, 4 ml alınır. sonra şahit ve örnekler de her ilaveden sonra karıştırılarak 4 ml molibdat reaktifi I ve 05 ml (10 damla) kalay klorür reaktifi I numuneye ilave edilir. Renk gelişim hızı ve renk şiddeti son çözeltinin sıcaklığına bağlıdır. 1°C'lik sıcaklık artışı, renk şiddetini %1 oranında artırır. Bu nedenle numuneler, standartlar ve reaktifler 20-30°C sıcaklık sınırında saklanmalı ve birbirlerinden sıcaklık farkları 2°C'yi geçmemelidir.

c) Renk ölçümü: 10 dakika sonra 12 dakikadan önce olmak üzere, geliştirilen renk 690 nm'de spektrofotometrede ölçülerek sonuç kalibrasyon eğrisi ile karşılaştırılır. Çeşitli konsantrasyon aralıklarına göre seçilmesi gerekse ışık yolları aşağıda verilmiştir.

Yaklaşık P sınırı (µg/l)	Işık Yolu (cm)
0,3-2	0,5
0,1-1	2
0,007- 0,2	10

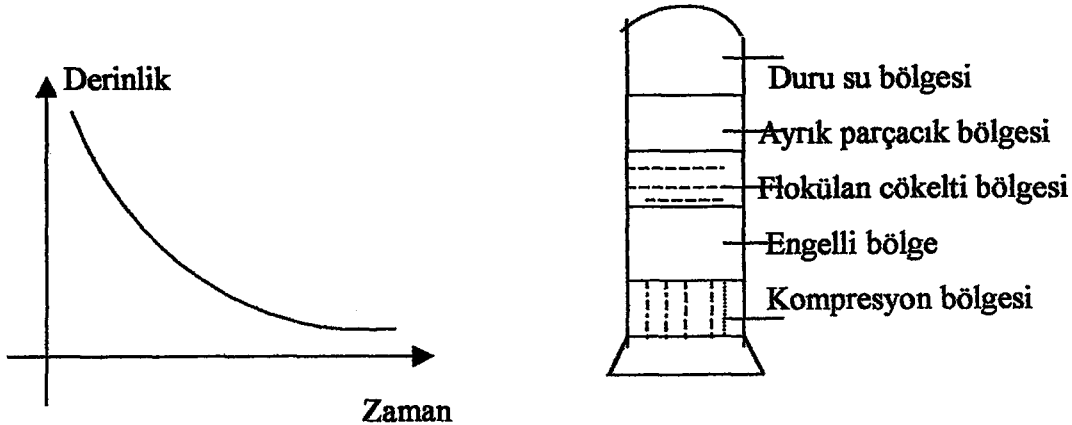
Şahit olarak destile su kullanılır. Deney sırasında daima şahit kullanılmalıdır. Renk başlangıçta arttığı, sonra azaldığı için standart ve numune ölçümleri eşit zaman aralıklarında gerçekleştirilmelidir. Her bir numune için en az bir standart gönlük olarak hazırlanmalıdır. Kalibrasyon eğrisi 300-2000 µg/l konsantrasyon sınırının üzerinde doğru çizgiden sapma gösterebilir.

d) Ekstraksiyon: Girişimler fazla olduğunda veya daha fazla hassasiyet istenildiğinde fosfat aşağıdaki şekilde ekstrakte edilir. Uygun miktarda numuneden 199 ml' lik bir ölçümü kaba alınır ve gerekiyorsa 40 ml'ye destile su ile seyreltilir. 50 ml benzen-isobütanol çözücü ve molibdat II reaktifi ilave edilir. Ayırma hunisinin ağzı kapatılarak 15 sn şiddetle çalkalanır. Eğer numunede polifosfat mevcutsa; herhangi gecikme sebebi ile ortafosfat konsantrasyonu şeklide ölçülecek olan polifosfat konsantrasyonu artar. Ayırma hunisinin ağzı açılarak yarılan organik fazdan 25 ml çekilir. Bu esnada aspiratör çalıştırılması tavsiye edilmektedir. 50 ml'li erleme alınan bu çözeltiye 16-16 ml alkollü sülfirik asit çizeltisi katılır. Hafifçe karıştırılarak 0,5 ml (10 damla) kalay klorür reaktifi II ilave edilir. Tekrar karıştırılır ve alkollü sülfirik asit çizeltisi ile 50 ml'ye seyreltilir. İyice karıştırılır. 10 dakika sonda ve 3 dakikayı geçmemek üzere, şahit numuneye karşı spektrofotometrede 625 nm'de okuma.

Bu yöntemin uygulanması sonucunda oldukça iyi kalitede çıkış suyu elde edilmektedir. Ayrıca işletme sisteme giren atıksuyun karakterinden çok fazla etkilenmemektedir.

Tüm bu avantajlara karşın bu yöntem ile işletme kontrolü oldukça fazla laboratuvar çalışması gerektirmektedir. Çünkü sabit bir F/M oranı elde etmek için geliş suyunda toplam BOI çıkış suyunda çözünmüş BOI ve havalandırma havuzundaki MLVSS gibi parametrelerin laboratuvarında sürekli gözlenmesi gerekir.

Çizelge 10.3 Aktif çamurda çökeltme bölgeleri



e) Sabit çamur yaşı sağılarak: Çamur yaşı, katı bekleme süresi (SRT) veya ortalama hücre bekleme zamanı olarak tanımlanır. Kısaca çamur yaşı, sistemdeki toplam katkı madde miktarının sistemden ayrılan katı madde miktarına bölünmesi ile elde edilir.

Bu yöntem ile işletme kontrolünün en önemli avantajı laboratuvar çalışmasının minimum düzeyde olmasıdır. Çünkü tanım gereği çamur yaşının belirlenmesi için sadece havalandırma havuzundaki askıda katı madde miktarı ile sistemden uzaklaştırılan çamur miktarının bilinmesi yeterlidir (Merck and Darmstadt, 1974).

Tam Karışımli Sistem

Aktif çamur tesisinde havalandırma havuzuna giren giriş suyu bütün havuza tamamen karıştırılıyorsa böyle sistemlere tam karıştırmalı sistemler denir. Bu havuzun her noktasında ve çıkışta katı mdde ve substrate konsantrasyonu aynıdır. Giriş suyu ve geri dönüş çamuru havalandırma eşit aralıklarla yerleştirilmiş noktalardan verilir. Bundan dolayı havalandırma tankı dengeleme tankı işlevi görüp organik yükleme homojen olarak dağıtmakta ve oksijen kullanma hızı zamanla değişmektedir. F/M oranındaki değişmeler diğer prosestekiler kadar kötü değildir. Sistemdeki mikroorganizmalar havalandırma havuzundaki çevre değişikliklerine sürekli olarak adapte olmak zorunda değildir.

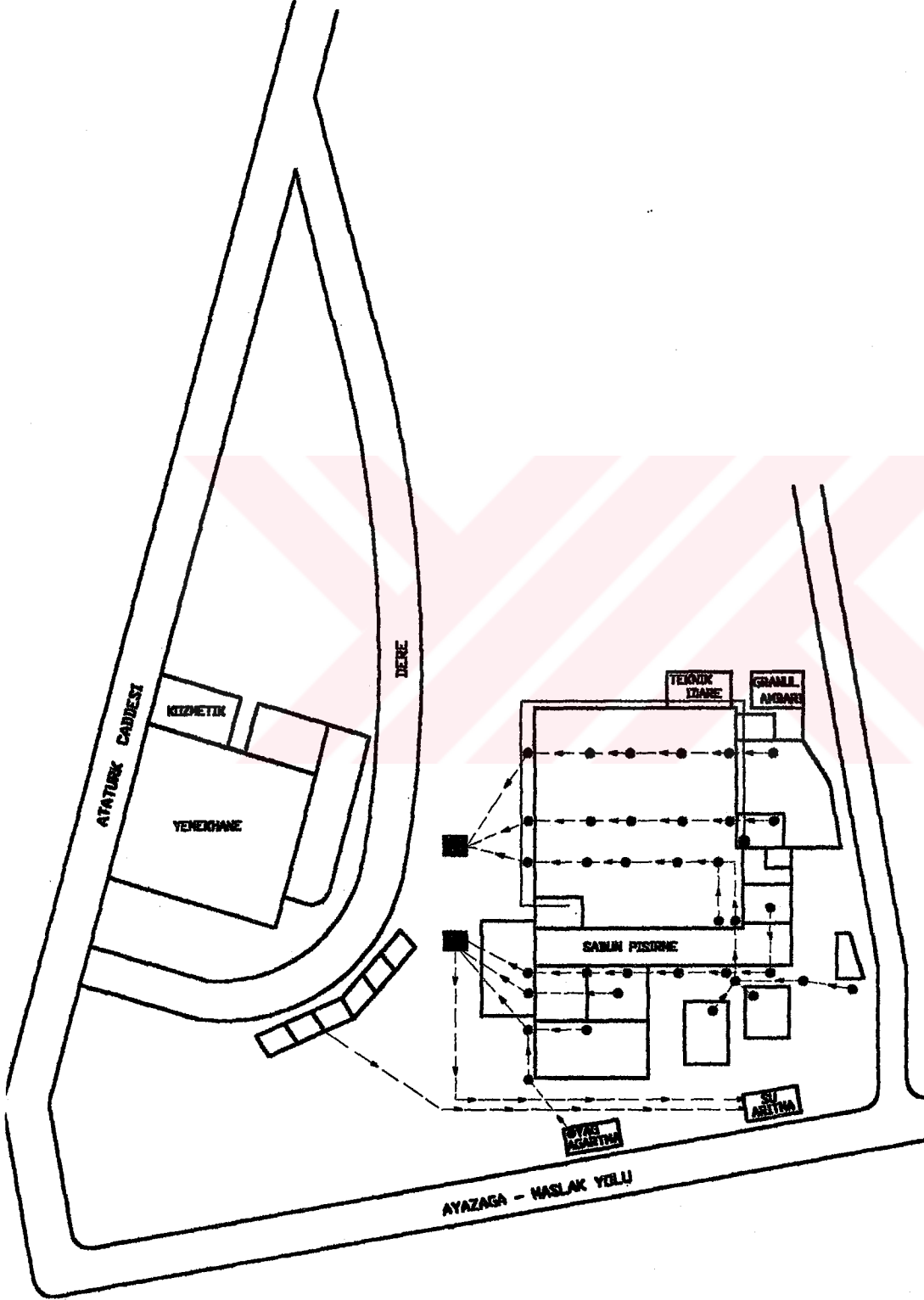
11. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada Colgate-Palmolive-Hacı Şakir Sabun ve Gliserin fabrikası üretim atık suları incelendi. Fabrika için atıksu envanterleri oluşturuldu. Çizelge (11.2, 11.3 ve 11.4) de tablolar halinde verildi.

Tabloların oluşturulmasında üretim birimlerinin atıksu kanallarında 24 saatlik periyodik numuneler alan otomatik numune toplama cihazları kullanıldı. Böylelikle her üretim biriminin gerçek atık su kompozisyonu elde edildi. 25 ayrı noktadan toplanan orjinal atıksu numuneleri üzerinde yapılan KOİ, BOİ, AKM, pH günlük olarak çizelge 11.1 de su raporu olarak belirtildi.

Bu rapor sonuçlarından elde edilen analiz değerlerinin ortalamaları alınarak fabrika için atıksu envanteri oluşturuldu.

Tesisin veriminin doğru saptanması için çizelge 11.1 hazırlandı. Hergün yapılan analizler burada gösterilerek haftalık, aylık verim hesapları yapıldı ve grafikler hazırlandı. Fabrika atıksu deşarj noktaları ve atıksu kanalları şekil 11.1 CPH yerleşim planında verildi.



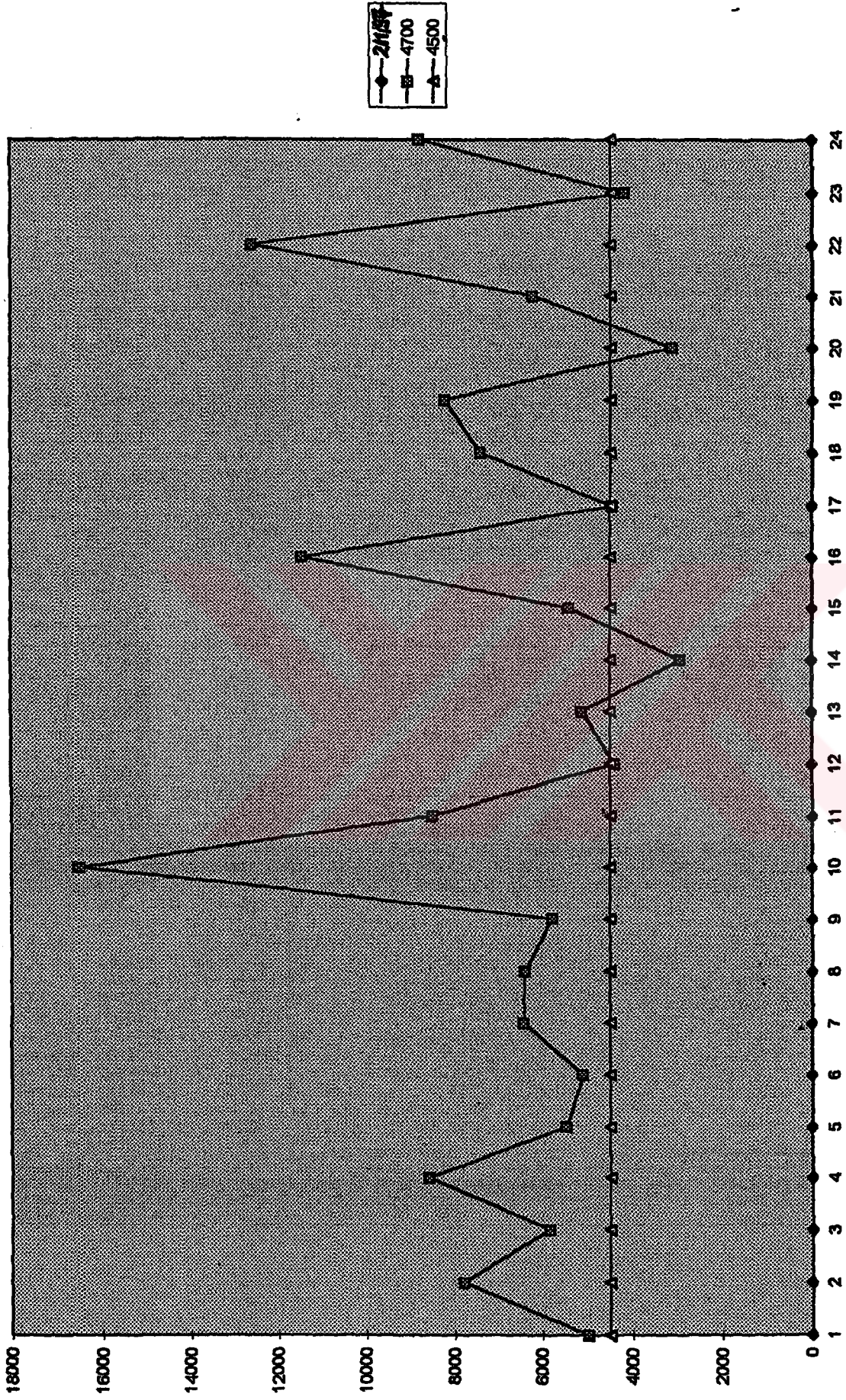
Şekil 11.1. CPH fabrika yerleşim planı

Çizelge 11.2. CPH üretim atıksu envanteri

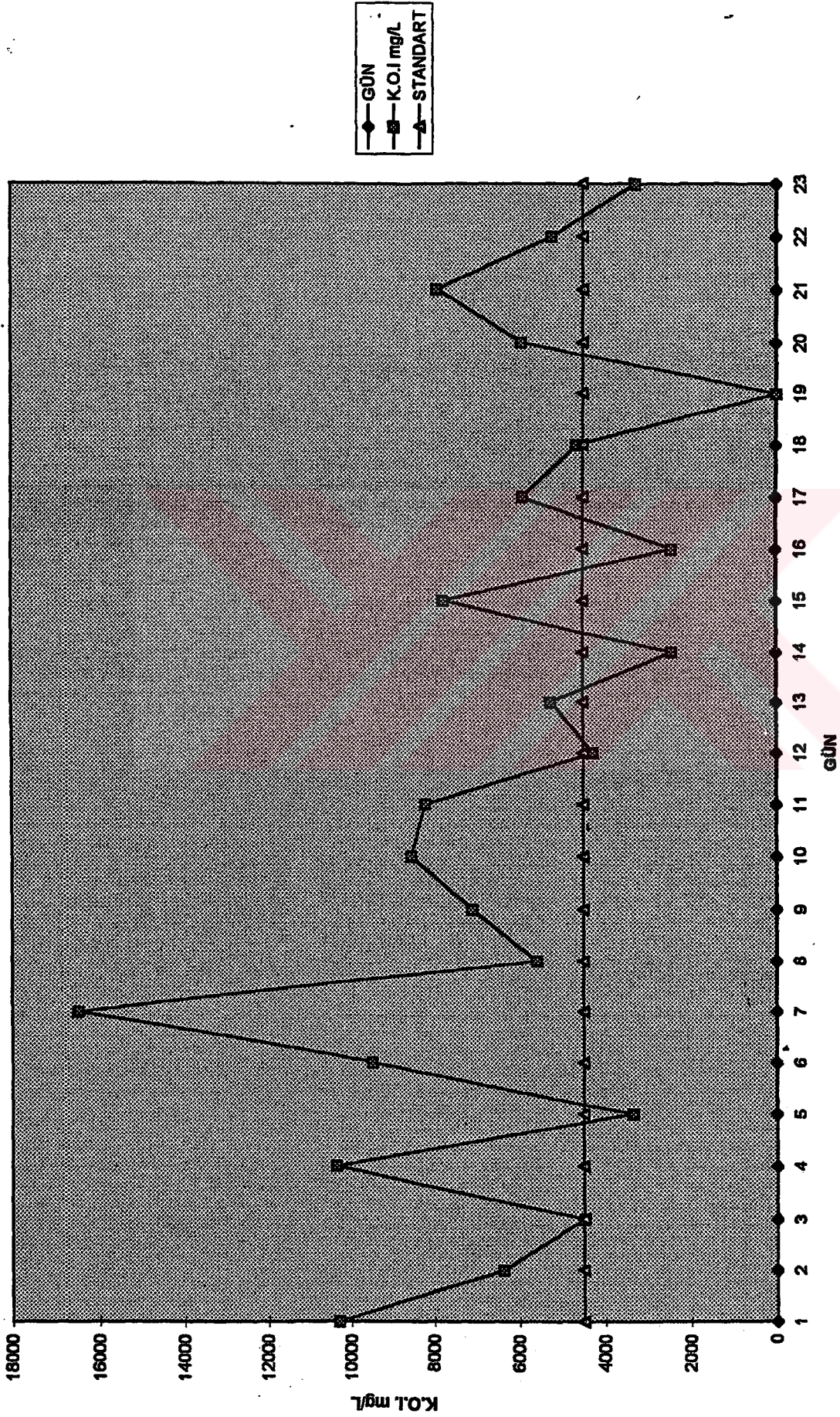
SU KAYNAKLARI K.I. LİMITLERİ	K.O.I 800 mg/L	B.O.I 250 mg/L	A.K.M 350mg/L	GİLİSERİN %	pH 6-10	YAĞ GRES 100 mg/L	ORT DEBİ m3/gün	AÇIKLAMALAR
SABUN PİŞİRME ATIKSULARI								
KIRINTI PİŞİRME ATIKSULARI	35000 20000	3000 2000	800 500	1.5 0.5			~5	
KAZAN YIKAMA ATIKSULARI	15000 8000	1500 1000	Çok Fazla	1 0.5			~2	
ÇEVRE YIKAMA ATIKSULARI	3000 2000	Değişken					~1	
TUZ HAZIRLAMA ATIKSULARI	2000 1000	600 300					~1	
POTAS SABUN ATIKSULARI	15000 10000	2000 1500	600 400	0.8 0.2			~0.5	
OTOMATİK SABUN ATIKSULARI								
a) YAĞ PACALI TORTU SUYU	15000 12000	1000 600	Ölçülmemiyor	0.5 0.2			~1	
b) LAB. ÇEVRE KAMA SULARI	6000 400	Değişken					~1	
POMPA SOĞUTMALARI ATIKLARI	12000 8000	2000 1000	100 50	Çok az			~2	
GİLİSERİN İMALAT ATIKSULARI FİLİTREYİKAMALARI								
b) DESTILASYON ATIKSULARI	Mim-25000 25000 20000	Çok fazla	-1000 -600	8-10 10 12			6~8 6	

Çizelge 11.3. CPH üretim atıksu envanteri

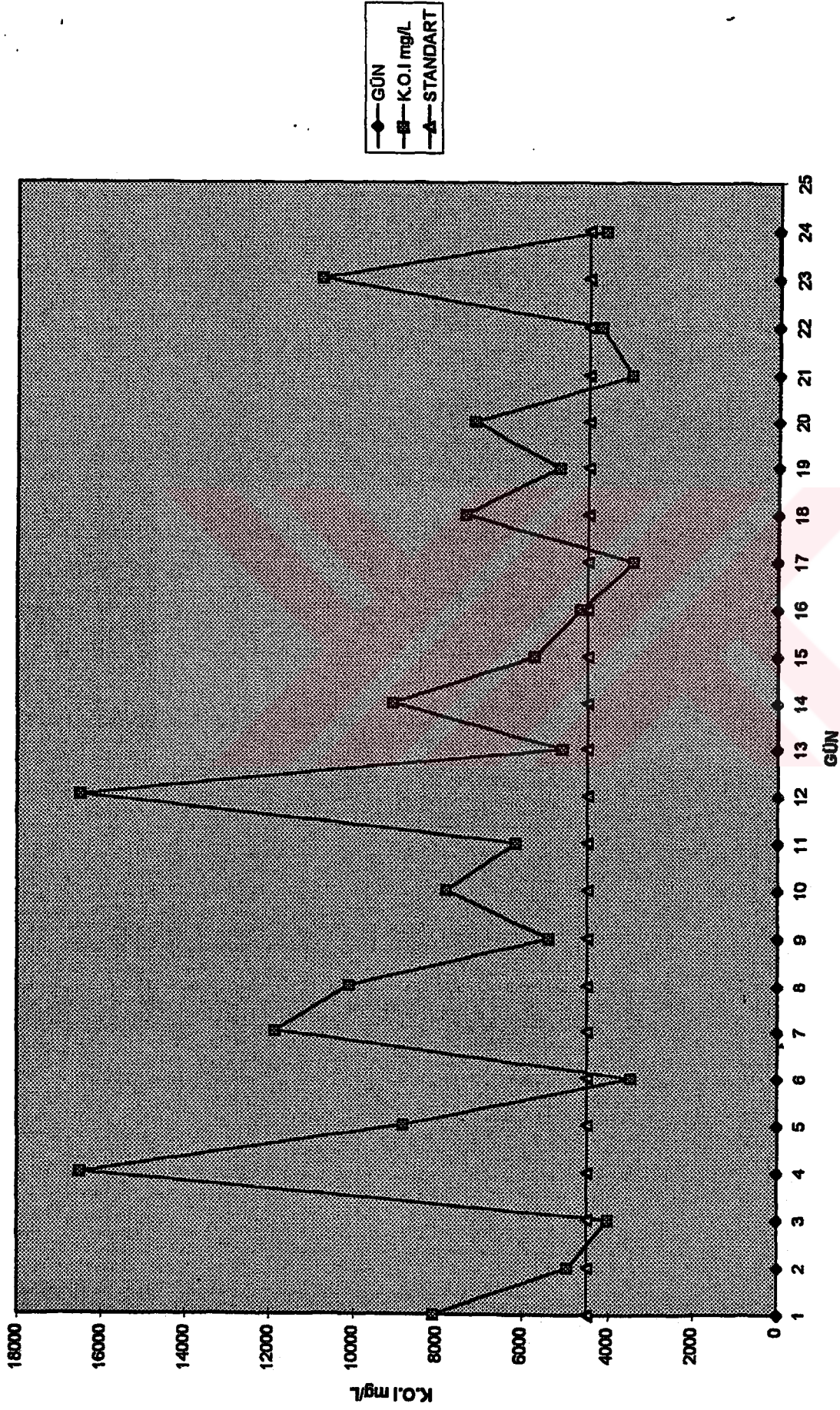
ATIKSU KAYNAKLARI İ.S.K.İ LİMLERİ	K.O.I 800 mg/L	B.O.I 250 mg/L	A.K.M 350mg/L	GİLİSE RİN	pH 6-10	YAĞ GRES	ORT DEBİ m ³ /gün	AÇIKLAMALAR
1-5d) KOZMETİK ATIKSULARI	40000 20000	Çok yüksek	200 300		9 10		~2	Üretime bağlı
1-5e)								
1-6) YAĞ DEPO AGARTMA ATIKSULARI								
1-6a) DİNLENDİRİLMİŞ YAĞ SULRI	20000 30000	800 1000		0.5 0.1	1 3		~1	Yağ çeşidine göre değişmekte
1-6b) YAĞ MÜSÜLAJ ATIKSULARI	20000 30000	800 1000	Çok yüksek	0.3 0.5	3 2		~0.5	Üretim çeşidine bağlı
1-6c) YAĞ KAZANLARI ÇEVRE YIKAMA	20000	300 600		0.1 0.2	6 9		~2	
1-6d) YAĞ VAKUM SULARI	100 50	40 100	110 160		6 8		~40	Agartma yapıldığı günlük
1-7) BUHAR KAZAN								
1-7a) KAZAN BLOF ATIKSULARI ATIKLARI	100	100 50	30 50		10 12		~20	Buhar ihtiyacı ile oranlıdır.
1-7b) KONDENS SUYU	50~100	20~50	10~20		10~ 12		100~150	
1-7c) YER YIKAMA ATIKSULARI	1000 2000	Agıt anıkların değerleri	Okunmuyor	0	8 9		~1	Bacalardan akan kurumlar her gün yıkamıyor



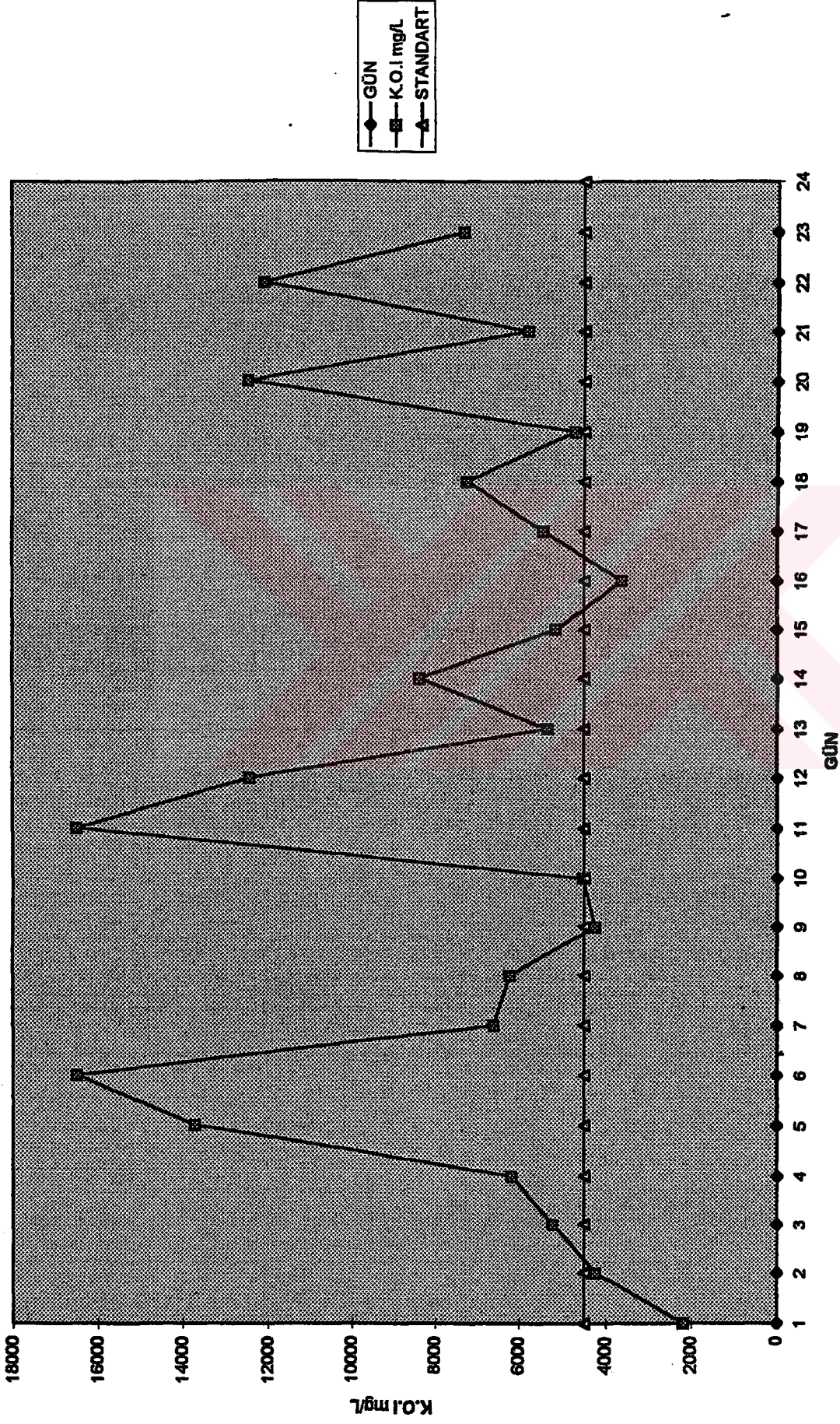
Şekil 11.2. 1 Ocak / 1997 KOI yükü



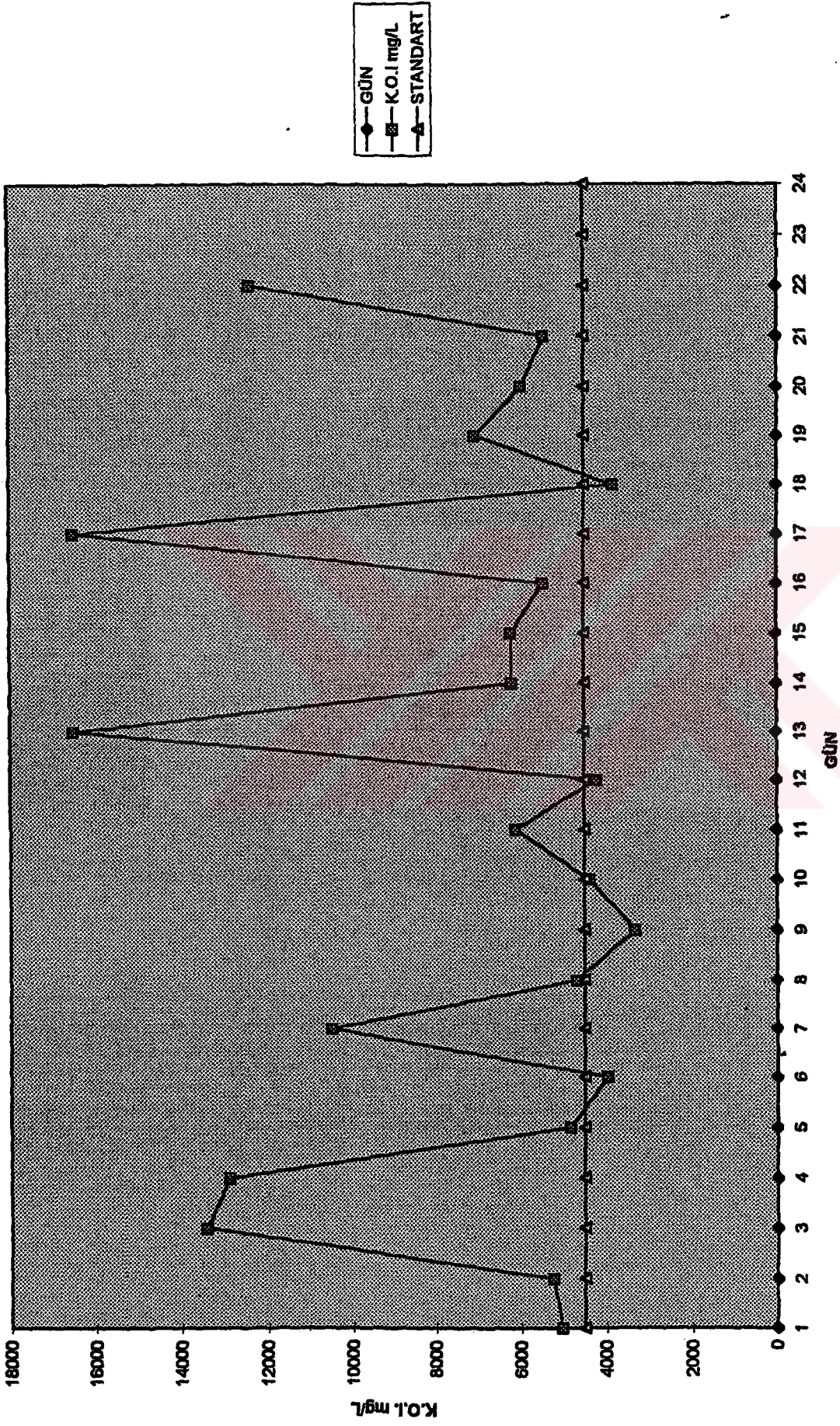
Şekil 11.3. 1 Şubat / 1997 KOI yükü



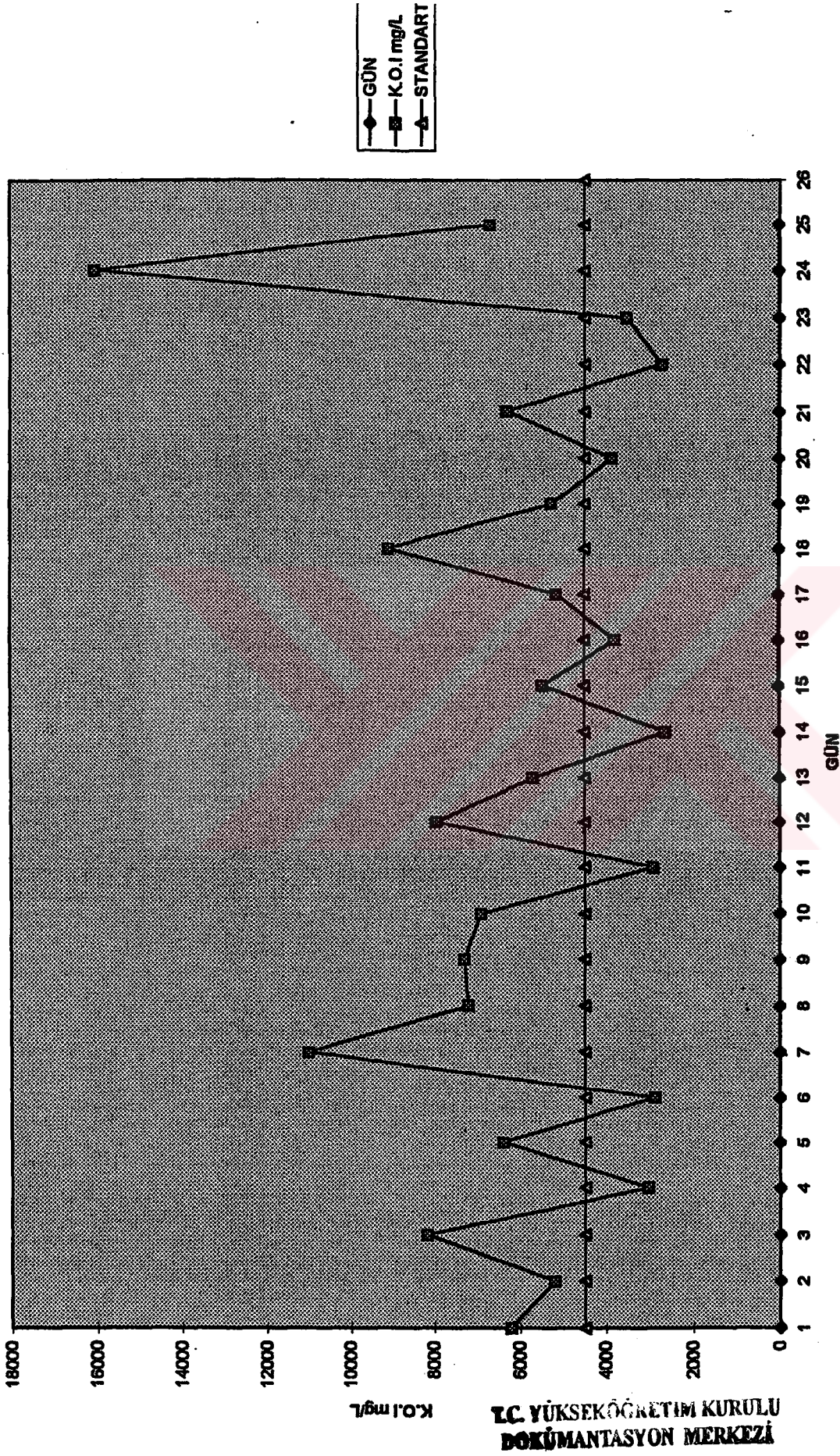
Şekil 11.4. 1 Mart/ 1997 KOI yükü



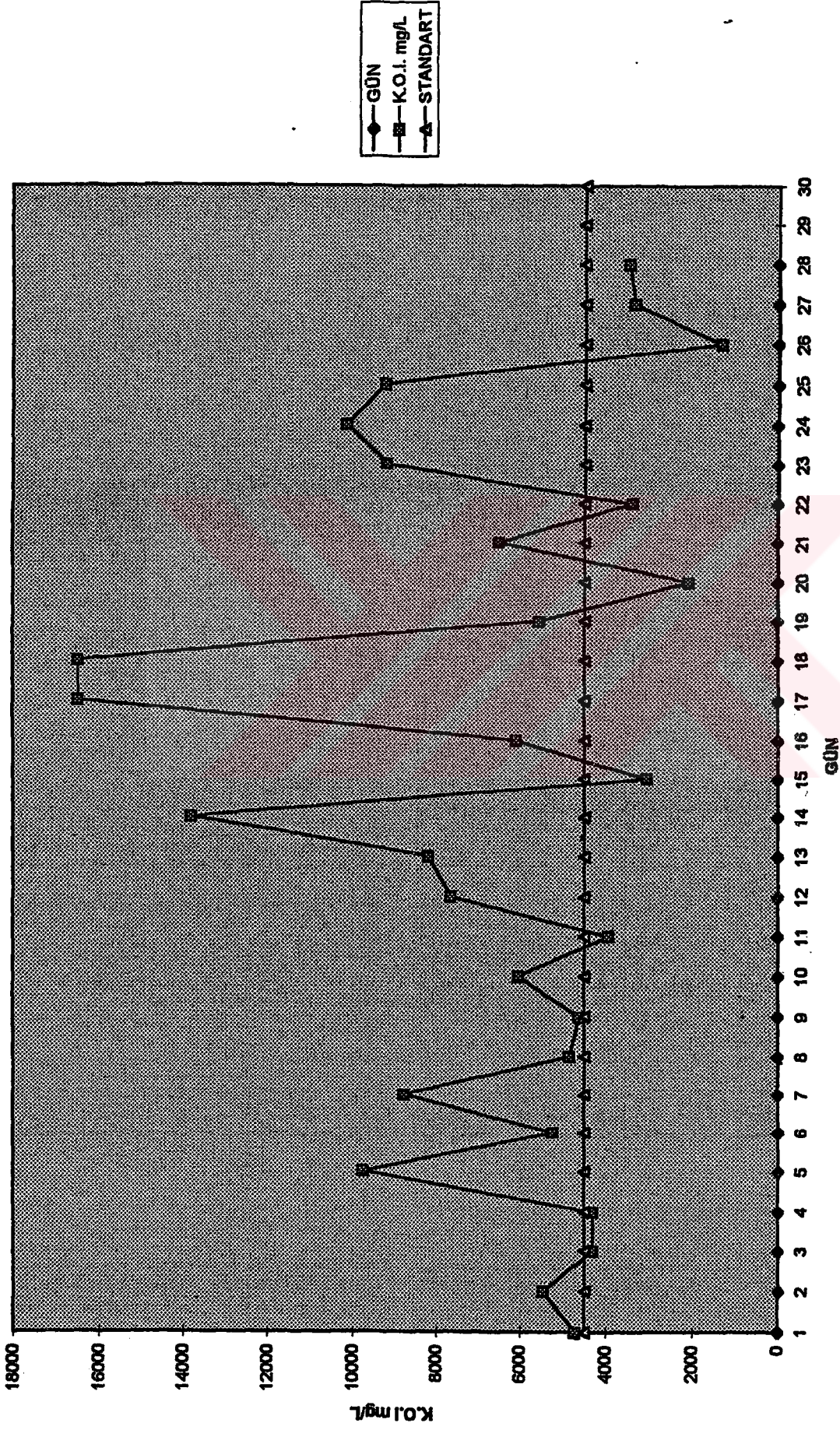
Şekil 11.5. 1 Nisan / 1997 KOI yükü



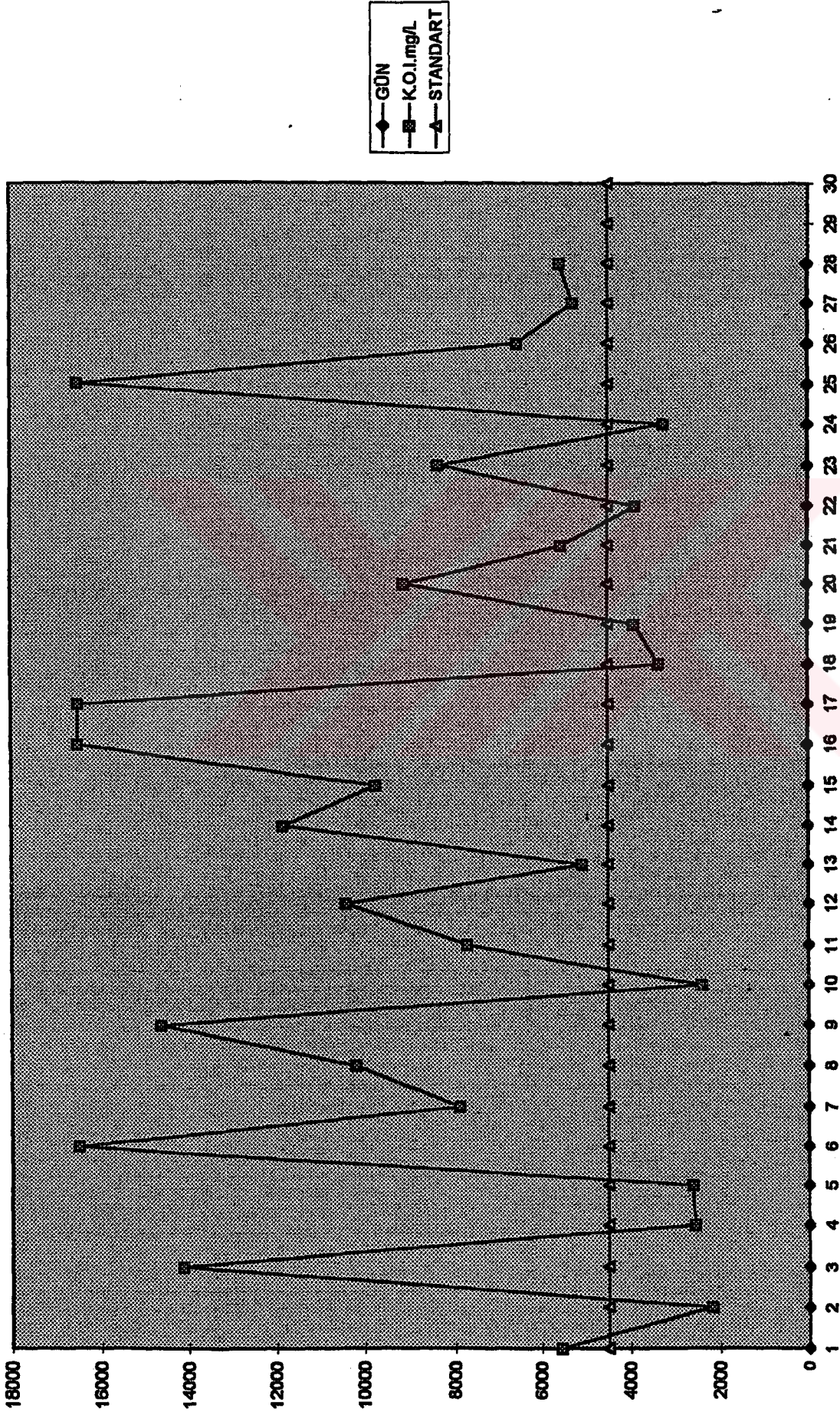
Şekil 11.6. 1 Mayıs / 1997 KOİ yükü



Şekil 11.7. 1 Haziran / 1997 KOI yükü



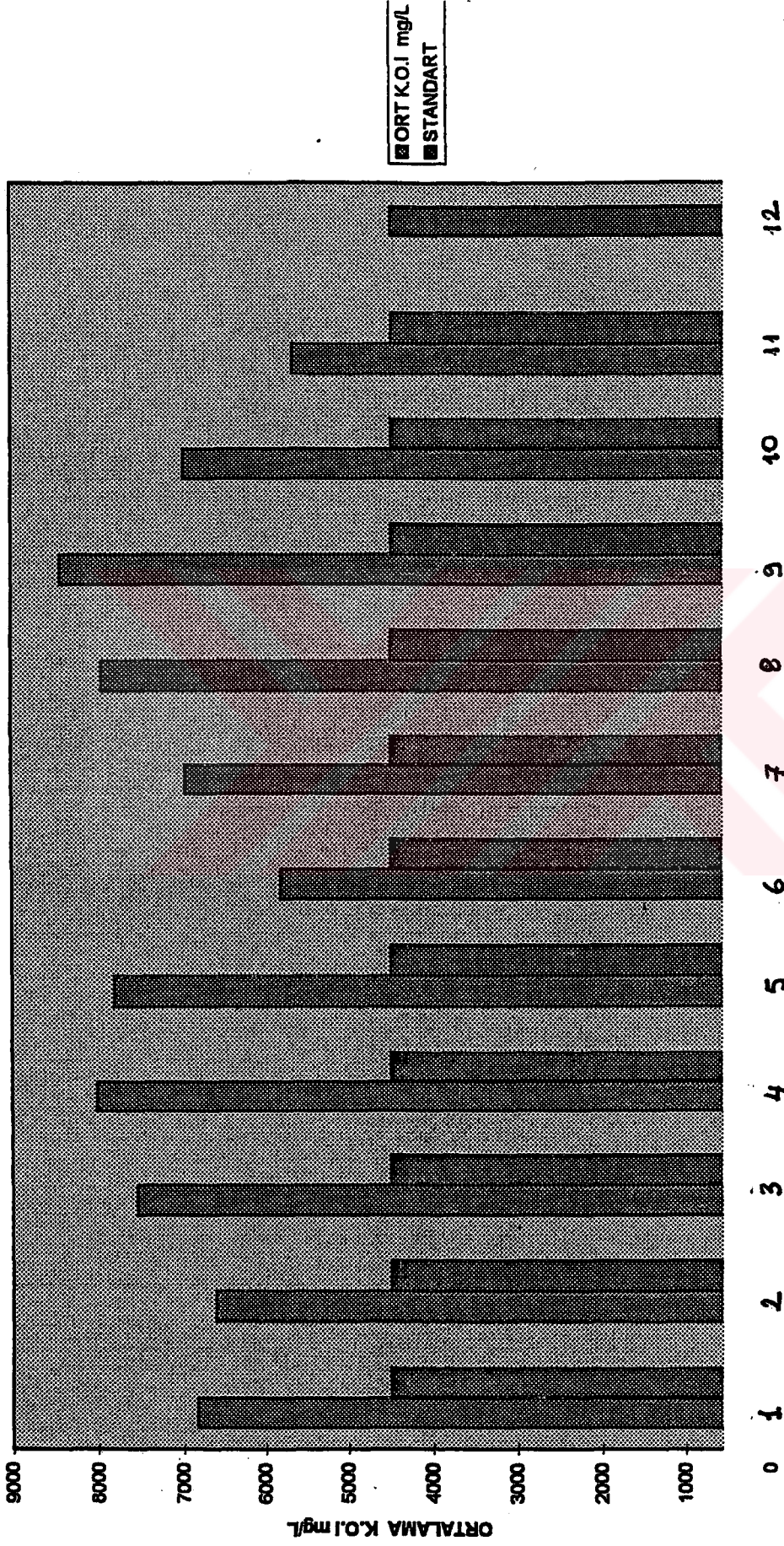
Şekil 11.8. 1 Temmuz / 1997 K.O.I yükü



Şekil 11.9. 1 Eylül / 1997 KOI yükü



Şekil 11.1.1. 1997 yılı KOI ortalamaları



Şekil 11.12. 1997 yılı aylık KOI ortalamaları

Çizelge 11.6. CPH aylık KOI dengeleme giriş değerleri

Tarih	K.O. mg/L	Tarih	K.O. mg/L	Tarih	K.O. mg/L	Tarih	K.O. mg/L
6 / 1997		7 / 1997		8 / 1997		9 / 1997	
1	<u>6210</u>	1	<u>4710</u>	14	<u>10390</u>	1	<u>5540</u>
2	<u>5200</u>	2	<u>5460</u>	15	<u>3240</u>	2	<u>2170</u>
3	<u>8170</u>	3	<u>4300</u>	16	<u>10600</u>	4	<u>14130</u>
5	<u>3020</u>	4	<u>4300</u>	17	<u>9780</u>	5	<u>2560</u>
7	<u>6400</u>	5	<u>9760</u>	18	<u>6140</u>	6	<u>2610</u>
8	<u>2880</u>	6	<u>5220</u>	19	<u>5750</u>	7	<u>16500</u>
9	<u>11010</u>	7	<u>8800</u>	21	<u>5150</u>	8	<u>7890</u>
10	<u>7200</u>	8	<u>4830</u>	22	<u>9400</u>	9	<u>10195</u>
12	<u>7300</u>	10	<u>4620</u>	23	<u>6770</u>	10	<u>14640</u>
13	<u>6910</u>	11	<u>6040</u>	24	<u>6550</u>	11	<u>2400</u>
14	<u>2900</u>	12	<u>3940</u>	25	<u>5240</u>	12	<u>7720</u>
15	<u>7950</u>	13	<u>7660</u>	26	<u>5950</u>	13	<u>10420</u>
16	<u>5700</u>	14	<u>8210</u>	27	<u>6520</u>	14	<u>5080</u>
17	<u>2610</u>	15	<u>13820</u>	28	<u>9950</u>	15	<u>11840</u>
19	<u>5470</u>	16	<u>3050</u>	29	<u>15490</u>	16	<u>9760</u>
20	<u>3770</u>	17	<u>6090</u>	30	<u>6620</u>	18	<u>16500</u>
21	<u>5150</u>	18	<u>16500</u>	31	<u>3740</u>	19	<u>16500</u>
22	<u>9080</u>	19	<u>16500</u>			2	<u>3340</u>
23	<u>5270</u>	20	<u>5540</u>			21	<u>3890</u>
24	<u>3850</u>	21	<u>2080</u>			22	<u>9120</u>
26	<u>6310</u>	22	<u>6500</u>			23	<u>5540</u>
27	<u>2700</u>	23	<u>3410</u>			24	<u>3860</u>
28	<u>3510</u>	24	<u>9230</u>			25	<u>8380</u>
29	<u>16040</u>	25	<u>10150</u>			26	<u>3240</u>
30	<u>6700</u>	26	<u>9250</u>			27	<u>16500</u>
		27	<u>1330</u>			28	<u>6550</u>
		28	<u>3360</u>			29	<u>5290</u>
		29	<u>3470</u>			30	<u>5580</u>

12. ARITMA TESİSİ SEÇİMİ VE PROJELENDİRİLMESİ

Fabrikada yapılan atıksu tanımlama ve konsantrasyon tesbitinden sonra atıksuyun arıtılması ve İSKİ standartlarının altına inilmesi için,

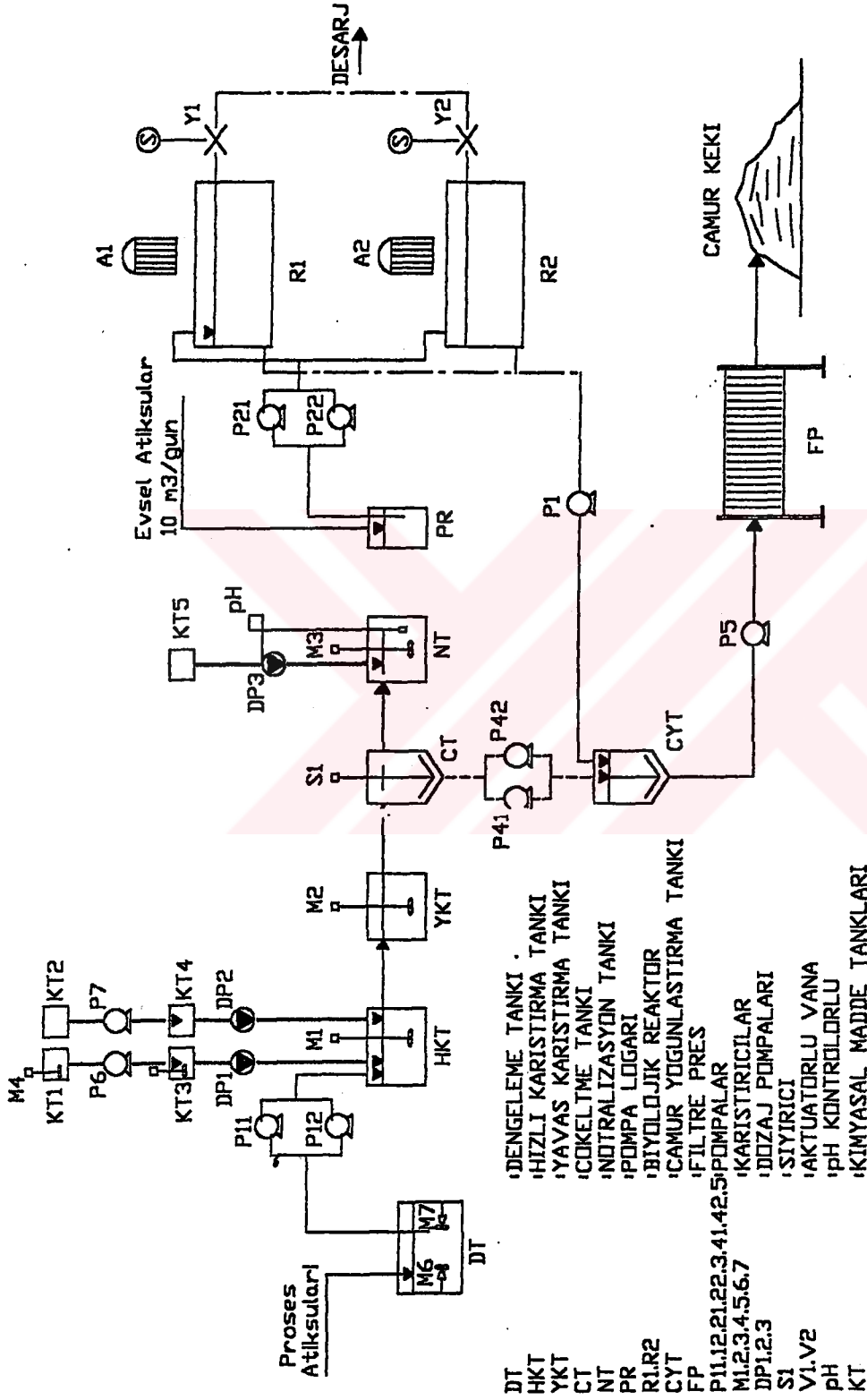
- 1- Fiziksel arıtma üniteleri
- 2- Yüksek KOİ giderimi için kimyasal ön arıtma sistemleri
- 3- Sonuç olarak KOİ giderimi için biyolojik arıtma tesislerinin yapılması gerektiği tesbit edilmiştir.

Fabrika ve üniversite laboratuvarlarında yapılan küçük pilot tesis çalışmaları ve jar testlerinden sonuç alınmasından sonra tesis yapımına geçilmiştir.

Söz konusu tesis şekil 12.1' de görüldüğü gibi planlanmıştır.

Tesis atıksuları arıtma tesisi ön dengeleme tankında toplanarak homojen bir atıksu konsantrasyonu için daimi bir karıştırmaya tabi tutulmaktadır.

Hergün yapılan dengeleme KOİ analizleri toplanarak arıtma tesisi beslemesinin KOİ değerleri bulundu. Bu değerler için numune alma otomatik sistemle yapıldı. Numune alma cihazı, hergün değişik saat aralığında 10 dakikada belli bir numune toplama logarından alınarak 24 saatlik kompozit numuneden analiz yapıldı.



Şekil 12.1 Atıksu arıtma tesisi

13. ATIKSU ARITMA TESİSİNİN KAPASİTEYE BAĞLI ÇALIŞMA BİLGİLERİ

Atıksu arıtma tesisi tanımı: Tesisi kimyasal ve biyolojik arıtma birimlerinden oluşur. Tesis kendi içinde kesikli çalışma açısından devamlı bir prosestir. Yarı otomatik çalıştırılmakla birlikte istendiğinde tam otomatik çalıştırılabilir.

Tesisin arıtma kapasitesi aşağıdaki gibi verilmiştir. (MASS ARITMA A.Ş)

- Tesisin max arıtma kapasitesi=200 m³ / gün
- Tesisin max K.O.I. arıtma kapasitesi = 4.5 kg / m³
- Foseptik arıtma kapasitesi =20 m³ / gün

Yukarıdaki bilgileri yapımçı firma tarafından max debiler olarak verilmiştir. İdeal durumu gösterir. Bugüne kadar yaptığımız çalışmalar gösterdiği max %80 verime ulaşılabilmiştir. Pik konsantrasyonların düzensiz olması verimi düşüren en büyük etkidir. Ayrıca arıtma tesis dengeleme kapasitesinin yer darlığı nedeni ile büyük seçilememesi yüksek debilerde çalışmanın arıtma tesisi etrafında sıpreylemelere neden olması gibi nedenlerden dolayı verim, düşüktür.

Yapımçı firma yetkilerince yapılan işletme toplantılarında debi artırımının reaktörlerde olmayacağı belirtilmiş, reaktör dışında yapılacak iyileştirme ve ön arıtma sistemleriyle son şekliyle atıksu kompozosyonu

- Toplam atıksu = 400-500 m³/gün
- K.O.I Ortalaması = 6000 mg /l
- pH =11-12
- B.O.I Ortalaması = 400 mg /l

Arıtma tesisinde yüksek konsantrasyonda atıksu ile çalışmak önce verimin düşmesine daha sonrada reaktörde bakteri kaybına neden olmaktadır. Ayrıca fazla miktarda kimyasal sarfiyatı gerekmektedir.

Günlük kimyasal madde sarfiyatımız aşağıda verilmiştir (100 m³ atıksu için).

14. ATIKSU ARITMA TESİSİ DENGELEME SORUNLARI

Atıksu arıtma tesisi arıtma sistemleri içinde sektöre en uygun ve son teknolojileri bünyesinde bulunduran tam otomatik bir prosestir.

Tesisin en önemli problemi atıksu giriş konsantrasyonunun yüksek olmasıdır. Bu fabrika atıksularının tümünün yüksek konsantrasyonda atıksu olduğu anlamına gelmez. Değişik zamanlarda gelen pik konsantrasyonlar dengeleme hacminin küçük olmasından dolayı dengeleme konsantrasyonunu yükseltmektedir.

Dengelemeyi etkileyen önemli noktalar aşağıda verilmiştir.

- a) İmalat programına göre İmalat hatlarındaki eşanjör yıkamaları ve yıkama atıksularının doğrudan arıtmaya verilmesi,
- b) Kırıntı sabun pişirmenin yıkama sularının, kazan alt sularının ve kazan yıkama sularının direk arıtmaya verilmesi.
- c) Gliserin filtre yıkama sularının arıtmaya verilmesi.
- d) Yağ agartma atıksularının fazla çamurlu ve tortulu olması , yağ agartma müslajının arıtma kanalına bırakılması.
- e) Tuz hazırlama tankları dip tortularının kanala verilmesi.
- f) Gliserin katran tankı yıkamaları ve tank temizlik atıksularının arıtmaya verilmesi.

Fabrikadaki dengeleme sistemi iki bölümden oluşturulmuştur. Düşük KOI konsantrasyonlu atıksular balans tankı-1 yüksek konsantrasyonlular balans tankı-2'ye alınmaktadır. Toplam dengeleme kapasite 180 m³/gün'dür. Toplam atıksu kapasitemizin 400-500 m³/gün olduğu düşünüldüğünde dengelemenin ne kadar yetersiz olduğu görülür. Gerçekte atıksu kapasitesi soğutma sorunu olmadığı zamanlarda mevcut sistemlerle 200-300 m³/gün'dür. Bu değer gerekli düzenlemeler yapıldığında 100-150 m³/gün altına düşecektir.

Çizelge 14.1. Atıksu arıtma tesisi arıtma maliyeti

Tarih	Kimyasal						Enerji Sarfiyatı				Toplam Maliyet		
	Kireç	Pollielektroliit.	Amonyak	Fosforikasıit	Su	Klm. Analiz	Elektrik	İş güçü	Toplam Gld	T. Arıtılan Su	İm3 Maliyeti		
10/1/97	6300	620.000	8.000	41.250	50.000	300.000	3.000	4.000.000	TL/gün	m3/gün	TL / m3		
TL	212	0.8	30	5	5	2	254	3	###	100/13h	63048		
19/01/1997	1.335.600	496000	240000	206250	250000	600000	756000	300.000	###	84/11	107718		
	161	0.6	30	5	4	3	215	3	9048350				
	1014300	372000	240000	206250	200000	900000	645000	3000000					
6/2/97	130	0.5	0	0	3	2	156	3	6163500	60/8h	102725		
	819000	310000	0	0	150000	600000	468000	3000000					
22/02/1997	102	0.55	10	2	2.5	2	117	3	6194800	40/h	154870		
	642600	341000	80000	82500	125000	600000	351000	3000000					
14/03/1997	281	0.85	30	5	6	2	372	3	9219757	156/19h	70449		
	7	527000	240000	206250	300000	600000	1116000	3000000					
30/03/1997	105	0.5	25	4.5	2.5	2	196	3	6919725	76/10h	91049		
	661500	310000	200000	185625	125000	600000	588000	3000000					
12/4/97	116	0.6	20	4	3	3	196	3	7301200	76/10h	96068		
	730800	372000	160000	165000	150000	900000	588000	3000000					
26/04/1997	167	0.6	25	4.5	4	2	235	3	8409225	88/12h	95559		
	1052100	372000	200000	185625	200000	600000	705000	3000000					
24/05/1997	86	0.3	15	4.5	2	3	137	3	4920657	52/7h	94637		
	18232	186000	120000	185625	100000	900000	411000	3000000					
6/6/97	206	0.75	25	4.5	5	2	254	3	5462625	96/13h	70427		
		465000	200000	185625	250000	600000	762000	3000000					
21/06/1997	107	0.5	25	4.5	2.5	1	215	3	5439725	72/11h	75557		
	674100	310000	200000	185625	125000	300000	645000	3000000					
5/7/97	52	0.2	15	2.5	1	2	156	3	4792725	64/8h	74886		
	327600	124000	120000	103125	50000	600000	468000	3000000					
27/07/1997	180	0.55	30	5	4	3	274	3	6843250	128/14h	53962		
	1134000	341000	240000	206250	200000	900000	822000	3000000					

15. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Atıksu arıtma prosesi sabun üretim sektörüne en uygun ve son teknolojileri bünyesinde bulunduran tam otomatik bir tesistir. Tesisin en önemli problemi atıksu giriş KOI konsantrasyonunun yüksek olmasıdır. Değişik zaman birimlerinde deşarj edilen pik KOI konsantrasyonu dengeleme hacminin küçük olması nedeniyle dengeleme KOI'sinin yükselmesine sebep olmaktadır. Atıksu envanterinde de görüldüğü üzere yüksek KOI konsantrasyonu ;

- a) Gliserin filtre pres yıkamalarından,
- b) Sabun pişirme kazan alt sularından (Lesiv suyu),
- c) İmalat hatlarındaki eşanjör yıkamalarından,
- d) Yağ ağırtma tortu ve musilasının kanallara bırakılmasından ileri gelmektedir.

Dengeleme hacminin atıksu kapasitesine oranla küçük olması, dengeleme sisteminin düzenlenmesi ve atıksu miktarının azaltılması sonucunu ortaya koymaktadır.

Gliserin yüzdesinin üretim sırasında oluşan atıksularda %1-0,5 arasında olması, geri kazanılması açısından ekonomik olmasa da arıtma yükünün azaltılması açısından çok önemlidir.

Gliserin üretiminde oluşan kristalize tuzun katı olarak ayrıştırılması yıkama tortularının filtre edilerek suyundan ayrılması arıtma, kirlilik yükünü azaltacaktır.

İyi bir dengeleme, arıtma tesisinin düzenli çalışmasına ve minimum kimyasal sarfiyatla arıtma maliyetini düşürecektir.

Arıtma tesis öncesi üretim tesislerinde ön arıtma yapılması gereken birimler:

Gliserin filtrasyon ünitesi kullanılan yıkama sularının bir tankta toplanarak sedimentasyonu sağlanarak tekrar kullanıma sunulabilir, atıksu içindeki gliserin yüzdesi de arttırılabilir.

Gliserin katran tankı yıkama atık suları: Katran yoğunlaştırılarak varillere alınabilir, katı atık olarak değerlendirilebilir.

Sabun imalatındaki eşanjör yıkama suları: Farklı sabun türlerine geçişlerde uygulanan yıkama işleminde oluşan atıksuların kırıntı sabun kazanma sistemine verilebilir.

Sabun alt suyu (Lesiv suyu) atıkları: Bir tankta toplanarak yoğunlaştırılmalı, sülfirik asit katılarak sabun ve suyundan ayrılma işlemi gerçekleştirilir. Yapılan çalışmalar olumlu sonuç vermiştir.

Bölümlerin atıksu deşarjları belirli bir zamanlama ile yapılmalı, eşanjör yıkaması yapılırken gliserin filtre yıkanması yapılmamalıdır. Gereksiz su kullanımının önüne geçilmelidir.

Arıtma tesisinin tam gün çalıştırılması, tatil günleri de yüksek KOI'li suların arıtılabilmesi için düşük debilerde arıtma yapılabilir.

Fabrikada arıtma personeli atıksu konusunda mutlaka bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Allen, F., (1947), "Continuous Hydrolysis of Fats", Chem. Eng. Prog., 43, 459

Bednarczyk, N. W., ve W. L., Erickon , (1973), "Fatty Acids"

Colgate-Palmolive Hacı Şakir Sabun Fabrikası Çalışma Notları, 1996

Dermott, Mc., Polkowski, (1979) "Vegetable and Animal Oils Relating to City", American Oil Chemist Society.

Durhan, K. (ed.), (1961), "Surface Activity and Detergency", St. Martins

Eroğlu, V., (1984), "Su Tasfiyesi", İTÜ Yayınları, sh.175-279

Garner, W., (1966), "Detergents" Elsevier

Gould, D. F.,(ed.), (1966), "Soaps and Detergents" Literature of Chemical Technology, Chap, 15 ACS Monograph ,

Herin, J.L., Marlow, L. H., Stiggrer, C. T., (1972), "Development and operation of an Aeration Waste Treatment Plant" Colgate-Palmolive Company, Jeffersonville, İndiana

Howard, G. M., (1974), "Parfumes, Cosmetics and Soaps", Modenk Cosmetics, Vol.3, Halsted

Jones, H. R., (1972), "Detergents and Pollution Control", Noyes

Levitt, B., (1975), "Oils, Detergents and Maintenance Speciaties" Chemical Publishing

Mass Arıtma AŞ. Çalışma Notları, 1996.

Ross N., (1972), "New Methods for the Treatment of Oily Waste Water Streams",
Colgate-Palmolive Company, Jeffersonville, Indiana

Shinoda, K., vd., (1962), "Colloidal Surfactants" Academic

Standart Methods II, (1970).

Waste Management and Research, (1990).

Water and Waste Treatment, (1973).



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	08.01.1967	
Doğum Yeri	Kastamonu-Cide	
Lise	1982 – 1984	Haydarpaşa Erkek Lisesi
Lisans	1985 – 1986	Fırat Üniversitesi (Elazığ)
Lisans	1986 – 1990	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Kimya Müh. Bölümü
Çalıştığı Yerler	1990	Colgate – Palmolive – Hacışakir Sabun ve Gliserin Fabrikası
	1996	Metalsan Limited Şirketi

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**