

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ET ENTEGRE ENDÜSTRİSİ
ARITILMIŞ ATIKSULARININ DEŞARJ
KRİTERLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Çevre Müh. Selman ERARSLAN
03502001**

**FBE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAKAR

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Konunun Anlam Ve Önemi	1
1.2 Çalışmanın Amaç Ve Kapsamı	1
2. ET ENTEGRE ENDÜSTRİSİ	2
2.1 Et Entegre Endüstrisinin Türkiye’ deki Gelişimi	2
2.2 Et Entegre Endüstrisinin Avrupa Ve Dünyadaki Durumu	3
2.3 Et Entegre Tesislerinde Üretim Düzeni	5
2.3.1 Öldürme (Kesme)	7
2.3.2 Deri Yüzme	7
2.3.3 Sakatatların Ayrılması	8
2.3.4 Parçalama Ve Kemiklerin Ayrılması	8
2.3.5 Et İşleme	8
2.3.6 Sindirim Organlarının Temizlenmesi-İşlenmesi	8
2.3.7 Rendering	9
2.3.8 Kan İşleme	9
2.3.9 Deri İşleme	9
3. ET ENTEGRE ENDÜSTRİSİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR	10
3.1 Giriş	10
3.1.1 Katı Atıklar	10
3.1.2 Gaz Atıklar	10
3.1.3 Sıvı Atıklar	11
3.2 Et Entegre Endüstrisinde Su Kullanımı	11
3.2.1 Kesme işleminde su kullanımı	11
3.2.2 Deri yüzme	12
3.2.3 Sakatatların Ayrılması ve Karkasın Temizlenmesinde Su Kullanımı	12
3.2.4 Sindirim Organlarını Temizlenme-İşleme de Su Kullanımı	12
3.2.5 Et İşlemede Su Kullanımı	12

3.2.6	Renderingte Su Kullanımı	13
3.2.7	Deri İşlemede Su Kullanımı	13
3.2.8	Buhar	13
3.2.9	Ağılarda Su Kullanımı	13
3.3	Et Entegre Tesislerinden Kaynaklanan Atıksuların Özellikleri.....	13
3.4	Kaynakta Kirlenmeyi Önleyici Düzenlemeler Ve Geri Kazanma Uygulamaları..	14
3.5	Tesis İçinde Atıksu Akımlarının Ayrılması.....	15
3.6	Kaynakta Atıksu Akımlarının Ayrılması.....	16
3.7	Tesis İçi Kirlenme Kontrolü - Ürün Ve Yan Ürünlerin Geri Kazanılması.....	18
3.7.1	Kan:	18
3.7.2	Sindirim Atıkları:.....	18
3.7.3	Sakatat İşleme:.....	18
3.7.4	Sausages için Bağırsak kılıfı hazırlama:.....	18
3.7.5	Ahır Atıkları:	19
3.7.6	Çeşitli Kalıntı Parçalar:	19
3.7.7	Deri Yıkama-Tuzlama:	19
3.7.8	Tank Suyu Uzaklaştırma:	19
3.8	Atıksuyun Geri Kazanılması	19
4.	ET ENREGRE TESİSLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKSULARIN ARITILMASI	21
4.1	Arıtma Seçenekleri	21
4.2	Mekanik (Fiziksel) Arıtım Seçenekleri	21
4.2.1	Izgara ve Elekler	21
4.2.2	Çöktürme Havuzları	21
4.2.3	Çözünmüş Hava ile Yüzdürme	21
4.3	Biyolojik Arıtım	22
4.3.1	Biyolojik Atıksu Arıtımında Önemli Olan Parametreler.....	22
4.3.1.1	Atıksuyun Özellikleri	22
4.3.1.2	Yüzey Aktif Maddeler	23
4.3.1.3	Atıksu İçindeki Toksik Bileşikler Ve Atık Özellikleri	23
4.3.2	Biyolojik Arıtım Etkileyen Proses Ve İşletme Parametreleri.....	23
4.3.2.1	Nutrient Miktarı	23
4.3.2.2	Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu	23
4.3.2.3	Besin/Mikroorganizma Oranı	23
4.3.2.4	pH	24
4.3.2.5	Sıcaklık	24
4.3.2.6	Ortalama Hücre Konaklama Zamanı (Çamur Yaşı)	24
4.3.2.7	Hidrolik Yükleme Hızı	24
4.3.2.8	Karışma Derecesi.....	24
4.3.3	Biyolojik Arıtım Çeşitleri	24
4.3.3.1	Anaerobik Sistemler:	25
4.3.3.2	Aerobik Arıtma Sistemleri.....	27
4.3.3.3	Aktif Çamur Arıtma Sistemleri	28
4.3.3.4	Yaygın Olarak Kullanılan Aktif Çamur Tipleri	30
4.3.3.5	İleri Arıtma Teknolojileri	34
4.3.3.6	Geliştirilmekte Olan Yeni Teknolojiler	36
5.	İSTANBUL' DA FAALİYET GÖSTEREN ET ENTEGRE TESİSLERİNİN, ATIKSULARI AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	38

5.1	Giriş	38
5.2	A Firması	39
5.2.1	Arıtma Tesis Bilgileri	40
5.2.2	Arıtma Tesis Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:	42
5.3	B Firması	56
5.3.1	Arıtma Tesis Bilgileri:	57
5.3.2	Arıtma Tesis Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:	59
5.4	C Firması	71
5.4.1	Arıtma Tesis Bilgileri	72
5.4.2	Arıtma Tesis Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:	73
5.5	Örnek Firmaların Son 5 Yıllık Numune Sonuçlarının Karşılaştırılması	84
5.6	Biyolojik Aktif Çamur Prosesinin Sektörel Verimi	87
5.7	Et Entegre Endüstrisinde, Arıtılmış Suyun Yeniden Kullanılması Ve Arıtma Tesislerinin İşletilmesi Üzerine Maliyet Analizleri.....	93
5.7.1	Arıtılmış Suyun Yeniden Kullanılmasının (Kapalı Sistemin) Sağladığı Tasarruf / Kazanç	93
5.7.2	Atıksu Arıtma Tesisinin İşletme Maliyeti	94
5.7.2.1	Elektrik Gideri	94
5.7.2.2	Personel Ücretleri	95
5.7.2.3	Katı Atıkların Uzaklaştırılması.....	95
5.7.2.4	Bakım – Onarım Giderleri	95
5.7.2.5	Günlük Toplam İşletme Maliyeti	95
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
	ÖZGEÇMİŞ.....	98

SİMGE LİSTESİ

N	Azot (Nitrojen)
P	Fosfor
NH ₃	Amonyak
CO ₂	Karbon di oksit
NO ₃	Nitrat
SO ₄	Sülfat
H ₂ O	Su

KISALTMA LİSTESİ

A.K.D.Y.	Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliğı
AÇ	Aktif Çamur
AÇD	Aktif Çamur Dönüşü
AKM	Askıda Katı Madde
AYEDAŞ	Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım A.Ş.
BAÇ	Birinci Kademe Arıtma Çıkışı
BFG	Biyolojik Fosfor Giderimi
BiAÇ	Biyolojik Arıtma Çıkışı (çöktürmeden önce)
BNG	Biyolojik Azot Giderimi
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
DAF	Disolved Air Flotation (Çözünmüş Hava ile Yüzdürme)
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
EBK	Et ve Balık Kurumu
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
GF	Granüler Filtrasyon
HA	Ham Atıksu
İ.H.K.K.Y.	İçmesuyu Havzaları Koruma ve Kontrol Yönetmeliğı
İAÇ	İkinci kademe Arıtma Çıkışı (çöktürmeden sonra)
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KA	Karbon Adsorpsiyonu
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
M.Ö.	Milattan Önce
Nit-Denit	Nitrifikasyon-Denitrifikasyon
NTU	Nephalometrik Turbidity Units (Nephalometrik Bulanıklık Üniteleri)
S.K.K.Y.	Su Kirliliğı Kontrol Yönetmeliğı
TKN	Toplam Kjeldah Azotu
Top-N	Toplam Nitrojen
Top-P	Toplam Fosfor
U.V.	Ultra Viyole
WC	Water Closet (Tuvalet)
YTL	Yeni Türk Lirası

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Et entegre endüstrisinde üretim düzeni (Gönenç, 1984)	7
Şekil 2.2 Rendering işlemi üretim düzeni (Gönenç, 1984)	9
Şekil 4.1 Biyolojik arıtma sistemlerinin şematik gösterimi	25
Şekil 4.2 Aktif çamur sistemleri için tipik arıtım şeması	29
Şekil 4.3 Konvansiyonel tam karıştırmalı sistemler (Erarslan ve Genç, 2002).....	31
Şekil 4.4 Piston-akımlı aktif çamur sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002)	32
Şekil 4.5 Kontak stabilizasyon sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002).....	32
Şekil 4.6 Azalan havalandırmalı sistemler (Erarslan ve Genç, 2002)	33
Şekil 4.7 Kademeli havalandırma sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002).....	33
Şekil 5.1 A firmasının iş akış şeması.....	40
Şekil 5.2 A firmasının arıtma tesisi akım şeması	41
Şekil 5.3 A firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri	46
Şekil 5.4 A firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri.....	46
Şekil 5.5 A firmasında KOİ parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri...	47
Şekil 5.6 A firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri	48
Şekil 5.7 A firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri	48
Şekil 5.8 A firmasında AKM parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri	49
Şekil 5.9 A firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	50
Şekil 5.10 A firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri	50
Şekil 5.11 A firmasında Top-N parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri	51
Şekil 5.12 A firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	52
Şekil 5.13 A firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri	52
Şekil 5.14 A firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri	53
Şekil 5.15 A firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri	54
Şekil 5.16 A firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri.....	54
Şekil 5.17 B firmasının iş akış şeması.....	57
Şekil 5.18 B firmasının arıtma tesisi şeması.....	59
Şekil 5.19 B firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri	62

Şekil 5.20 B firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri.....	62
Şekil 5.21 B firmasında KOİ parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri.....	63
Şekil 5.22 B firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri	64
Şekil 5.23 B firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri.....	64
Şekil 5.24 B firmasında AKM parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri.....	65
Şekil 5.25 B firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	66
Şekil 5.26 B firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri	66
Şekil 5.27 B firmasında Top-N parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri.....	67
Şekil 5.28 B firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	68
Şekil 5.29 B firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri	68
Şekil 5.30 B firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri.....	69
Şekil 5.31 B firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	70
Şekil 5.32 B firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri	70
Şekil 5.33 C firmasının iş akış Şeması	71
Şekil 5.34 C firmasının arıtma tesisi akım şeması.....	72
Şekil 5.35 C firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri	75
Şekil 5.36 C firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri.....	75
Şekil 5.37 C firmasında KOİ parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri.....	76
Şekil 5.38 C firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri	77
Şekil 5.39 C firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri.....	77
Şekil 5.40 C firmasında AKM parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri....	78
Şekil 5.41 C firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	79
Şekil 5.42 C firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri	79
Şekil 5.43 C firmasında Top-N parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri ..	80
Şekil 5.44 C firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	81
Şekil 5.45 C firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri	81
Şekil 5.46 C firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri.....	82
Şekil 5.47 C firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri.....	83
Şekil 5.48 C firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri	83

Şekil 5.49 Firmaların son 5 yıl için ortalama KOİ değerleri	84
Şekil 5.50 Firmaların son 5 yıl için ortalama AKM değerleri	84
Şekil 5.51 Firmaların son 5 yıl için ortalama Top-N değerleri	85
Şekil 5.52 Firmaların son 5 yıl için ortalama Yağ-Gres değerleri.....	85
Şekil 5.53 Firmaların son 5 yıl için ortalama pH değerleri	85
Şekil 5.54 Örnek et entegre tesislerinin ham atıksu ortalamaları	88
Şekil 5.55 Örnek et entegre tesislerinin biyolojik aktif çamur ile arıtılmış su karakterleri.....	89
Şekil 5.56 Örnek et entegre tesislerinin, parametre bazında % arıtma verimleri	90
Şekil 5.57 Tüm arıtılmış su numune sonuçları ortalamalarının S.K.K.Y. limitlerine göre yüzdelik değerlendirilmesi	91
Şekil 5.58 Tüm arıtılmış su numune sonuçları ortalamalarının kanal limitlerine göre yüzdelik değerlendirilmesi	91

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Ülkemizde yıllara göre resmi hayvan sayısı.....	3
Çizelge 2.2 Ülkemizde yıllara göre resmi et üretimi.....	3
Çizelge 2.3 Avrupa Birliği' ne üye ülkelerde yıllara göre resmi hayvan sayıları	4
Çizelge 2.4 Avrupa Birliği' ne üye ülkelerde yıllara göre resmi et üretimi	4
Çizelge 2.5 Dünyada yıllara göre kayıt altına alınabilmiş hayvan sayısı.....	5
Çizelge 2.6 Dünyada yıllara göre kayıtlı et üretimi.....	5
Çizelge 3.1 Et entegre tesislerinin üretim proseslerinden kaynaklanan atıksuların karakterizasyonu.....	14
Çizelge 3.2 Tesis içinde alınan tedbirler sonucu sağlanan kirlilik yükleri.....	15
Çizelge 3.3 Kaynakta ayrılabilmesi için atıksuların gruplandırılması	17
Çizelge 4.1 İleri atıksu arıtma işlem ve prosesleri ile kirlilik giderimi	35
Çizelge 4.2 İleri atıksu arıtımında kullanılan çeşitli temel işlem ve proses düzenlemeleri ile ulaşılabilecek arıtma seviyeleri [2]	36
Çizelge 5.1 A firmasının atıksu karakteri.....	41
Çizelge 5.2 A firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları.....	42
Çizelge 5.3 A firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları	44
Çizelge 5.4 A firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları.....	45
Çizelge 5.5 B firmasının atıksu karakteri	58
Çizelge 5.6 B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları.....	60
Çizelge 5.7 B firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları	61
Çizelge 5.8 B firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları	61
Çizelge 5.9 C firmasının atıksu karakteri	72
Çizelge 5.10 C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları.....	73
Çizelge 5.11 C firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları	74
Çizelge 5.12 C firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları	74
Çizelge 5.13 Firmaların ham atıksu karakterleri	88
Çizelge 5.14 Firmaların arıtılmış su karakterleri.....	89
Çizelge 5.15 Örnek et entegre tesislerinin parametre bazında % arıtma verimleri	90
Çizelge 6.1 B firmasına ait arıtma tesisinde elektrik tüketim bilgileri.....	94

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde beni yönlendirerek, desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman eksik etmeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Süleyman ŞAKAR' a ve yardımlarından ötürü Arş. Gör. Kamil VARINCA' ya teşekkürlerimi sunarım.

Lisans üstü eğitimim sırasında yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli Çevre Mühendisliği bölümü öğretim üye ve yardımcılara,

Ayrıca, hasseten çalışmam sırasında her türlü desteklerinden dolayı Asya Atıksu Kontrol ve Ruhsat Müdürlüğü amir ve çalışanlarına,

Hayatım boyunca yaptığım her işte destekleri ile, her zaman yanımda olduklarını gösteren değerli aileme,

Şükranlarımı sunarım.

05/06/2006

Selman ERARSLAN
Çevre Mühendisi

ÖZET

Et ve et ürünleri, insanlığın beslenme ihtiyacını karşılayan en önemli gıda maddeleridir. Büyüyen nüfus, artan tüketim ve gelişen teknoloji; diğer gıda maddelerinde olduğu gibi et tüketiminde de ciddi değişmelere sebep olmuştur. Tüketimdeki tercih ve ihtiyaca yetişebilmek adına yeni üretim teknikleri geliştirilmiş ve kapasiteler artırılmıştır. Zamanla et ve et ürünleri sektörü entegre tesislere dönüşmüştür. Sektördeki gelişim ve değişimin paralelinde, et entegre endüstrisinin çevreye olan sorumluluğu da artmıştır.

Bu çalışmada; et entegre endüstrisi tanıtılmış, endüstriden kaynaklanan atıksuların karakteri ve arıtma alternatifleri üzerinde durulmuştur. Bunun yanında İstanbul’ da bulunan ve et entegre sektöründe faaliyet gösteren üç firmanın, atıksu karakterleri ve mevcut arıtım prosesleri incelenmiştir. Biyolojik aktif çamur prensibi ile çalıştırılan bu arıtma tesislerinin; giderim verimlerinin ortalamada %90’ları aştığı ve şuan uygulanmakta olan kanala deşarj standartlarını genelde fazlası ile sağladıkları görülmüştür. Arıtılan suyun, ürünle teması olmayan alanların temizliği (ahır, atık kanalı, v.s.) ve arazi sulamada kullanılmasının ciddi bir tasarruf sağladığı, bir arıtma sisteminin günlük ve birim ürüne düşen işletme maliyeti de bu çalışmada ulaşılan önemli bulgulardandır.

Anahtar kelimeler:(Et entegre endüstrisi, atıksu, biyolojik arıtım, geri kazanım, aktif çamur, arıtma verimi, arıtılmış suyun yeniden kullanılması, kapalı devre sistemler)

ABSTRACT

Meat and meat products is one of the most important nutritious products to meet nourishment of human beings. Increasing population, increasing consumption and improving technology; caused serious increase on consumption of meat like other nourishment products. To meet the need and choice in consumption, new producing technics are developed and capacities are increased. Meat and meat products sector has been moved to integrated establishments in the course of time. By improvement of the sector, integrated meat industry had more responsibility to the environment.

In this study, integrated meat industry is introduced and raw wastewater characteristics caused by industry and treatment alternatives are mentioned. Besides, raw wastewater characteristics and treatment processes of three companies that are settled down in Istanbul and working in area of integrated meat industry are researched. Removal efficiencies of these treatment plants that are run with biological activated sludge principle exceeded %90 rate in average and we have seen that they have completed the standards for discharge to sewerage.

Another finding of this study is reusing of purified water for fields that have not touch with products like animals house, sewage pipes of rearing unit etc. and for irrigating land causes significant saving in cost. And the operation cost of a treatment plant for daily or for a unit of item is another finding of this research.

Keywords: (meat integrated industry, wastewater, biological treatment, recuperation, activated sludge, removal efficiency, reusing, closed waste water systems)

1. GİRİŞ

1.1 Konunun Anlam Ve Önemi

Etin insan yiyeceği olarak geçmişi, insanlığın kendi tarihi kadar eskidir. Tarihinin ilk dönemlerinde insan toplulukları ehli olmayan hayvanları avlamış, çevrenin çetin şartlarına karşı korunmak için deri ve postları ile vücutlarını örtmüş ve etlerini yiyecek olarak tüketmişlerdir. Zaman ilerledikçe insan için etin önemi artmış ve gelişen toplumların vazgeçilmez gıda maddesi olmaya başlamıştır.

İnsan ile irtibat halindeki canlı-cansız tüm varlıklar gibi, etin de tüketim şeklinde tarih içinde değişiklikler olmuştur. Tütsüleme ve tuzlama gibi et işleme teknikleri düşünülenin aksine, çok yeni değil, M.Ö. 1000 yılları civarında uygulanmaya başlandığı, çeşitli Avrupa ve Akdeniz ülkelerinde farklı tip sosis üretiminin M.Ö. 100 yılından önce bilindiği, bilim adamları tarafından ifade edilen ilginç tespitlerdir.

Etin tarihsel yolculuğu, günümüzde de gelişmiş teknik ve ekipmanların desteği ile devam etmektedir. Basit mezbahalardan kombinalara ve son olarak kesim, deri yüzme, karkas parçalama ve et işlemenin birlikte yapıldığı entegre tesislere ulaşılmıştır.

Hızla artan dünya nüfusunun en önemli ihtiyacı gıda, gıda sektörünün de en önemli mamullerinden biri et ve ürünleri olunca, et endüstrisindeki gelişme kaçınılmaz olmuştur. Tabi bu endüstrileşmenin sağladığı, seri üretime geçiş ve ticari pazarın büyümesi gibi gelişmelerin yanında, sektörün çevreye olan etkisinin de arttığı bir gerçektir. Zaten gün geçtikçe sanayi yükünü kaldıramaz hale gelen çevrenin korunması adına, özellikle son yıllarda uygulanan yaptırımlardan, et entegre endüstrisi de kendine düşen payı almıştır. Son yıllarda diğer sanayi faaliyetleriyle birlikte et entegre endüstrisi de, gerek bu yaptırımlara uyabilmek, gerekse bunun ekonomik yükünü kaldırabilmek için “Atık = Hammadde” ve “Kaynakta Ayırma-Giderim” gibi prensip ve teknolojilere yönelmeye başlamıştır.

1.2 Çalışmanın Amaç Ve Kapsamı

Bu çalışmada; ne kadar tersi yönde fikir beyan edilse de, insanlık için en önemli başlıca besin maddelerinden biri olduğu artık tescillenmiş olan etin; tüketime hazır hale getirildiği entegre tesislerdeki yolculuğu, bu yolculuk neticesinde açığa çıkan atık ve atıklar, bu atık ve atıklar için alınan/alınabilecek tedbir ve önlemlerin ifade edilmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca et entegre endüstrisi sektöründe faaliyet göstermekte olan ve İstanbul’da bulunan üç örnek firmanın; bu faaliyetleri neticesinde oluşan atıksularının karakterize edilmesi, bu atık suların nasıl arıtıldıklarının tespiti, bu arıtma prosesleri neticesinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi-karşılaştırılması, arıtma verimlerinin kıyaslanması, bu tesislere uygulanan deşarj limitlerinin sağlanabilirliğinin tespit edilmesi, bu sektörde faaliyet gösteren ve arıtma tesisi işleten bir firmanın birim ürün bazında nasıl bir işletme maliyetini karşılamak zorunda olduğunun tespit edilmesi bu çalışmanın hedefleri olarak sıralanabilir.

2. ET ENTEGRE ENDÜSTRİSİ

Et entegre tesislerinin Türkiye’de ve dünyadaki gelişimi nüfus artışı ile paralellik arz etmektedir. Bununla birlikte et ve et ürünlerinden azami derecede ekonomik olarak yararlanabilme kavramı da endüstrinin gelişiminde önemli bir etken olmuştur.

2.1 Et Entegre Endüstrisinin Türkiye’ deki Gelişimi

Ülkemizde et üretiminin sanayileşme süreci 1950’li yıllardan itibaren, başlamıştır. Bilhassa 1952 yılında et kombinalarının açılmasıyla yeni bir ivme kazanmıştır. Bu tarihin öncesinde ise, belediye mezbahalarında yapılan kontrollü kesimler ve resmi olmayan şahsi kesimler vasıtasıyla üretim yapılmaktaydı. Kontrol mekanizması ne kadar gelişmiş olsa da, günümüzde dahi resmi olmayan (kaçak) kesim ve üretimlerin yapıldığı bilinmektedir. Türkiye’de et entegre endüstrisinin öncüsü, 1952 yılında kurulan Et ve Balık Kurumu (EBK)’ dur. Aynı zamanda, Et ve Balık Kurumu uzun yıllar hem ülkenin ihtiyacını karşılamış, hem de yurt dışına ürün ihracat ederek sektörün lokomotifini olmuştur. Et entegre endüstrisinde Türk özel sektörü yatırımları, 1980’li yılların sonu ve 1990’lı yılların başından itibaren başlamıştır. Günümüzde ise endüstrideki kamu kurumlarının payı, özel sektöre nazaran çok küçük durumdadır. Ülkemizde et entegre sektöründe faaliyet gösteren başlıca firmalar;

- Et ve Balık Kurumu
- Maret
- Aytaç Et
- Pınar ET
- Van Et
- Coşkun Et
- Polonez Et
- Özlem Et
- Etsan (Apikoğlu)
- Ender Et
- Elif Et
- Namlı Et

- Beşler Et Ürünleri
- Danet

v.s. sıralayabiliriz. Et endüstrinin Türkiye’deki canlı hayvan kapasitesi Çizelge 2.1’de, resmi et üretimi ise Çizelge 2.2’de verilmiştir(DİE, 2002). Şahısların veya kamunun bilgisi dışında yapılan resmi olmayan (kaçak) kesimler ve üretimler bu çizelgelere dahil edilmemiştir.

Çizelge 2.1 Ülkemizde yıllara göre resmi hayvan sayısı

YILLAR	SIĞIR (Adet)	KOYUN (Adet)	KEÇİ (Adet)
1995	11.789.000	33.791.000	9.111.000
1996	11.886.000	33.072.000	8.951.000
1997	11.185.000	30.238.000	8.376.000
1998	11.031.000	29.435.000	8.057.000
1999	11.054.000	30.256.000	7.774.000
2000	10.761.000	28.492.000	7.201.000
2001	10.548.000	26.972.000	7.022.000
2002	9.804.000	25.174.000	6.780.000

Çizelge 2.2 Ülkemizde yıllara göre resmi et üretimi

YILLAR	SIĞIR (Ton)	KOYUN (Ton)	KEÇİ (Ton)
1995	292.450	102.115	14.125
1996	301.835	98.125	12.280
1997	379.542	116.104	15.592
1998	359.273	144.703	23.430
1999	349.681	132.476	23.694
2000	354.636	111.138	21.394
2001	331.590	85.661	16.138
2002	327.630	75.828	15.454

2.2 Et Entegre Endüstrisinin Avrupa Ve Dünyadaki Durumu

Dünyada et tüketimi, bölgeler ve ülkeler arasında çok farklılıklar göstermektedir. Et ve et ürünleri tüketimindeki bu farklılıkların temelini, toplumların sosyal yaşantıları ve kültürleri oluşturmaktadır. Bu oluşumun şekillenmesinde ise dini inanışlar birinci derecede rol oynamaktadır. Mesela Müslüman ve Yahudi toplumlarında tüketilmeyen domuz, Hristiyan toplumlarınca çok tercih edilmektedir. Yine daha çok Uzakdoğu ülkelerinde tüketilen kedi, köpek gibi hayvanlar, dünyanın bir çok yerinde tercih edilmemektedir. Ayrıca bazı yerleşim

bölgelerinde kırmızı et yerine beyaz et de tercih edilebilmektedir. Sonuç olarak, belirtilen tercih çeşitliliğinden dolayı, aşağıdaki bilgileri net et üretim bilgileri şeklinde yorumlamamak gerekmektedir. Ülkemizdeki kırmızı et üretim sektörü ile kıyaslanabilmesi adına, Avrupa ve dünyadan yalnızca üç cins hayvana ait bilgiler ele alınmıştır. Avrupa Birliğine üye 15 ülkeye ait resmi canlı hayvan sayıları, Çizelge 2.3’de, resmi et üretimi ise, Çizelge 2.4’de, verilmiştir (DİE, 2002). Dünyada kayıt altına alınmış canlı hayvan sayıları Çizelge 2.5’de, resmi et üretim kapasiteleri ise, Çizelge 2.6’de gösterilmiştir (DİE, 2002).

Çizelge 2.3 Avrupa Birliği’ ne üye ülkelerde yıllara göre resmi hayvan sayıları

YILLAR	SİĞİR (Adet)	KOYUN (Adet)	KEÇİ (Adet)
1995	84.353.012	112.511.935	12.164.369
1996	85.179.951	109.630.491	12.079.128
1997	84.672.067	113.864.837	12.273.638
1998	83.181.792	115.934.773	12.112.591
1999	82.939.624	114.634.261	11.782.449
2000	82.246.800	114.719.261	11.826.326
2001	81.414.884	106.965.782	11.876.618

Çizelge 2.4 Avrupa Birliği’ ne üye ülkelerde yıllara göre resmi et üretimi

YILLAR	SİĞİR (Ton)	KOYUN (Ton)	KEÇİ (Ton)
1995	7.983.006	1.108.985	78.134
1996	7.949.844	1.100.347	76.756
1997	7.894.806	1.026.519	78.925
1998	7.740.032	1.153.341	88.389
1999	7.754.027	1.126.962	78.140
2000	7.698.474	1.114.255	78.945
2001	7.453.897	952.211	81.492

Çizelge 2.5 Dünyada yıllara göre kayıt altına alınabilmiş hayvan sayısı

YILLAR	SIĞIR (Adet)	KOYUN (Adet)	KEÇİ (Adet)
1995	1.320.298.830	1.090.898.540	659.737.295
1996	1.329.274.300	1.079.829.950	697.837.205
1997	1.325.678.160	1.056.282.280	677.335.151
1998	1.333.670.490	1.056.122.890	695.958.034
1999	1.334.906.560	1.046.963.140	707.562.353
2000	1.336.940.650	1.049.502.520	722.224.119
2001	1.349.477.690	1.031.075.470	737.416.818

Çizelge 2.6 Dünyada yıllara göre kayıtlı et üretimi

YILLAR	SIĞIR (Ton)	KOYUN (Ton)	KEÇİ (Ton)
1995	53.999.706	7.280.875	3.349.770
1996	54.535.025	7.227.519	3.430.939
1997	55.169.041	7.400.352	3.647.272
1998	57.953.196	7.519.342	3.460.884
1999	56.333.981	7.370.906	3.613.552
2000	56.832.210	7.594.255	3.781.784
2001	56.096.074	7.596.935	3.885.320

Çizelge 2.1 ile Çizelge 2.6 arasında verilen değerler mukayese edildiğinde, ülkemizin hayvan kapasitesi bakımından Avrupa ve dünyadaki yerinin iyi olduğu görülmektedir. Ancak bu durumun üretime pek fazla yansımadağı da bir gerçektir. Örneğin, çizelgelerde 2001 yılı değerleri esas alındığında, ülkemizdeki et üretim miktarının dünya üretimine oranı %0,64 iken, Avrupa Birliğinde bu oran %12,56' ya karşılık gelmektedir. Bu değerlere Avrupa ülkelerinde daha çok tercih edilen domuz etinin, üretimi de ilave edildiğinde, ülkemizdeki et üretim sektörünün durumunun hiç de iç açıcı olmadığı görülmektedir.

2.3 Et Entegre Tesislerinde Üretim Düzeni

Et entegre tesisleri genel olarak; büyükbaş ve küçükbaş hayvanların kesildiğı, parçalandığı, derisinin yüzölüp iç organlarının ayıklandığı ve böylece elde edilen karkastan çeşitli et ve et ürünlerinin üretildiğı, kesimden ortaya çıkan ürünlerin değerlendirilerek çeşitli yan ürünlerin elde edildiğı tesisleri kapsar.

Sadece hayvan kesiminin yapıldığı mezbahalarda basit bir et ürünleri endüstrisi olarak da kabul edilmektedir. Mezbahalarda kesilen hayvanların derisi yüzülerek sakatatlar ayıklanır ve karkas elde edilir. Yüzülen deri yıkanır, tuzlanır ve tabaklama endüstrisine gönderilir. Yenilen sakatatlar temizlenir, yıkanır ve satılır. Yenilemeyen sakatatlar, kan, kemik, yağ ve diğer atıklar ise rendering prosesine yollanır. Bazı mezbahalarda karkas olduğu gibi bırakılırken, bazılarında parçalanarak satılır.

Et entegre endüstrilerinde ise; mezbahalarda yapılan tüm işlemler ile birlikte et işleme ve rendering prosesleri de yer alır. Kesme ve karkas elde etme işlemleri mezbahalara benzer. Ancak karkaslar soğutulduktan sonra çeşitli et ürünleri elde etmek üzere parçalanır. Endüstrinin yan prosesleri hayvanların kesilmeden evvel barındıkları ağıllar ve soğuk hava depolarıdır.

Genel olarak et entegre endüstrisinin ana hammadde kasaplık büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardır. Bu nedenle sistemin kapasitesi kesilen hayvan cins ve sayısına veya cins ve ağırlığına göre tanımlanabilmektedir. Ancak uygulamada çeşitli cins ve ağırlıkta büyükbaş ve küçükbaş hayvanların kullanılması nedeniyle sayı yerine canlı ağırlığına göre kapasite tanımı daha anlamlı olmaktadır.

Endüstride her bir proses kendisinden evvelki proseste üretilen ürünü hammadde olarak kullanmaktadır. Örneğin deri yıkama-tuzlama prosesi hammaddesini deri yüzme prosesinden, sakatat ayırma ve kan işleme proseslerinin hammaddesi kesme prosesinden, rendering prosesi hammaddesi hemen hemen diğer tüm proseslerden gelmektedir. Et işleme proseslerinin ana hammaddeleri ise karkas ve sakatattır. Proseslerde doğrudan veya dolaylı olarak kullanıldığından su da bir hammadde olarak düşünülebilmektedir.

Endüstrinin üretim düzeni; sadece kesim yapılarak karkasın elde edildiği basit mezbaha işlemlerinden, kesim sonucu ortaya çıkan ürünleri değerlendiren ve geri kazandıran karmaşık işlemlere kadar uzanan bir etkinlik alanını kapsar. Şekil 2.1. den de görüleceği gibi, tipik bir et entegre tesisinin üretim düzeni esas ve alt üretim işlemlerinden oluşmaktadır.

Esas üretim işlemleri;

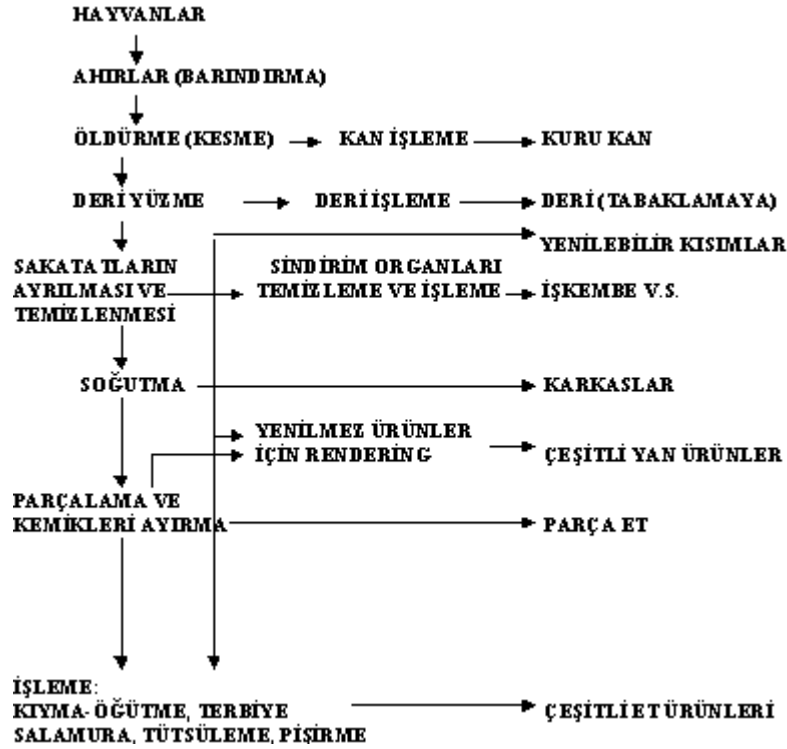
- Öldürme,
- Deri Yüzme,
- Sakatatların Ayrılması,
- Parçalama ve Kemiklerin Ayrılması,
- Et İşleme,

Alt üretim işlemleri;

- Sindirim Organlarının Temizlenmesi ve İşlenmesi
- Rendering,
- Kan İşleme,

- Deri İşleme,

olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.1 Et entegre endüstrisinde üretim düzeni (Gönenç, 1984)

2.3.1 Öldürme (Kesme)

Kesme işlemi, hayvanların mekanik, kimyasal veya elektriksel yöntemlerle öldürülmesidir. Yurdumuzda domuz hariç, diğer tüm hayvanlar başları kesilerek öldürülmektedir. Bu işlem ya yerde veya hayvanların üzerine asıldığı döner bir taşıyıcı hat üzerinde yapılır.

Kesimden önce hayvanlar bir ağılda toplanır. Kesimden sonra da kanın iyice akıtılması için bir süre beklenir. Bu toplanarak uzaklaştırılmaktadır.

Kesim işlemi aralarında yıkama yapılır. Bu işlem basınçlı su kullanılarak iki aşamada gerçekleştirilir. İlk aşamada yer ve kanallar yıkanarak kan kanalı ile yıkama suyu aynı yerde toplanır. İkinci yıkamada ise yıkama suyu ya ayrı bir kanalla başka bir toplama haznesinde toplanmaktadır.

2.3.2 Deri Yüzme

Öldürülen hayvanın derisinin karkastan ayrılması işlemidir. Genellikle kesim işleminin yapıldığı yerde gerçekleştirilir. Bu amaçla mekanik düzenler kullanılmaktadır. Sığır ve koyunların derisi kesme yerinde yüzülebildiği halde dana ve özellikle buzağların derisi ya soğutma sırasında veya kasaplarda satışlarından evvel yüzülür.

2.3.3 Sakatatların Ayrılması

Karkasın yarılarak tüm iç organların alınması ve bunların yenilen-yenilmeyen olarak ayrılması işlemidir. Kalp, ciğer, böbrek, dalak, yumurtalık, işkembe ve bağırsaklar doğrudan veya dolaylı yenilebilen kısımlardır. Bu arada ayaklar ve tırnaklar da kesilir ve bazen baş parçalanarak beyin ve dil çıkartılır, ayrılır. Bu ayırma işlemi döner bir bant üzerinde gerçekleştirilir.

Bu şekilde temizlenen karkas ve bazı iç organlar soğutmaya gönderilmeden önce iyice yıkanmaktadır. İşkembe ve bağırsaklar ise içlerinin temizlenmesi için ikinci bir işleme sokulur. Yenilmeyen sakatatlar ise renderinge gönderilir.

2.3.4 Parçalama Ve Kemiklerin Ayrılması

Karkasın satış ve/veya daha ileriki işlemler için parçalanıp, kemiklerin ayrılması işlemidir. Genellikle koyun, keçi, kuzu ve danalar tüm karkas olarak, sığırlar ise yarım veya çeyrek karkas olarak pazara sunulmaktadır. Bazen doğrudan tüketiciye satış için karkas tamamen parçalanıp, kemikleri alınmakta ve parça et elde edilmektedir (pirzola, kaburga, bonfile, kol, v.b.). Parçalama sonucu ortaya çıkan et kırpıntıları ve kemikler renderinge gönderilir.

2.3.5 Et İşleme

Karkas ve/veya parçalanmış etin taze veya donmuş halde alınarak; kıyılması, tuzlanması, salamura yapılması, tütsülenmesi, pişirilmesi, konservelenmesi, işlemlerinin birkaçını veya hepsini içerebilmektedir.

Bu işlemler sonucunda salamura, füme, kavurma, v.b. ürünler elde edilmektedir.

Salam, sosis, sucuk, pastırma, jambon, v.s. de aynı işlemler ile elde edilir. Bu ürünlerin üretildiği proseste temizlenmiş ve kılıf olarak hazırlanmış bağırsaklarda işleme girer.

İşlemede donmuş et kullanılıyor ise bu etin her şeyden önce çözülmesi gerekir. Bunun için ıslak, kuru ve yontma gibi işlemler kullanılır. Islak çözmede donmuş et sıcak su dolu kazana atılır. Kuru çözmede sıcak bir ortamda etin çözülmesi beklenir. Yontmada ise donmuş et işlenecek boyutta parçalara ayrılır.

2.3.6 Sindirim Organlarının Temizlenmesi-İşlenmesi

İşkembe ve bağırsaklardan yararlanılabilmesi için bunların iç kısımlarının yaş veya kuru olarak temizlenmesi işlemleridir.

Kuru temizleme; sindirim organlarının kuru olarak temizlenmesi son aşamasında su ile iyice yıkanması işlemidir.

Yaş temizleme; organ içlerinin direkt basınçlı su ile temizlenmesidir. Yıkama sonucu oluşan atıksu bir elekten geçirilir ve içindeki katı maddeler tutulur.

Gerek kuru gerek yaş temizlemede oluşan atıklar gübre olarak değerlendirilebilmektedir.

Son olarak haşlanır veya doğrudan sevk edilirler.

Bu proses sırasında ürün temizliğinin yanında ekipman temizliği de ayrı bir öneme sahiptir.

2.3.7 Rendering

Genel olarak su ve yağın dokudan ayrılması işlemidir. Kullanılan hammaddenin ve elde edilen ürünün yenilebilir veya yenilemez olmasına bağlı olarak iki ayrı rendering sistemi kullanılır. Ne kadar benzer işlemler kullanılsa da bu iki sistemin amaçları birbirinden farklıdır ve ayrı olarak incelenmeleri gerekir. Tipik bir rendering tesisinin akış şeması Şekil 2.2 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Rendering işlemi üretim düzeni (Gönenç, 1984)

Et ürünleri endüstrisinde beş tip rendering sistemi kullanılmaktadır. Bunlar kuru, ıslak, düşük sıcaklıkta, kostik ve enzim rendering sistemleridir. Yenilebilir veya yenilemez rendering de bu sistemler pek değişmemektedir.

2.3.8 Kan İşleme

Kesme işleminden gelen kan genellikle ayrı bir tank veya havuzda toplanarak işlenir. Kan kurutularak hayvan yemi olarak değerlendirilmekle birlikte ecza endüstrisi ve kimya endüstrisi (yapıştırıcı üretimi) açısından değerlendirilebilmesi daha farklı bir önem arz etmektedir.

2.3.9 Deri İşleme

Derinin temizlenerek, etlerin sıyrılması ve tuzlanması işlemidir. Bu kuru ve yaş olmak üzere iki farklı şekilde yapılabilir. Islak yöntemde temizlenen deri 12 saat veya daha fazla fiçi içinde tuza yatırılır. Kuru yöntemde ise deriler bir tuz odasına yatırılır. Bundan sonra deri işleme endüstrisine gönderilir.

3. ET ENTEGRE ENDÜSTRİSİNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR

3.1 Giriş

Et entegre endüstrisinde en önemli hususların başında temiz, sağlıklı ve kaliteli et ve et mamullerini tüketiciye ulaştırmak gelir. Sektörde temizlik konusu, gıda endüstrisinin diğer kolları gibi ürün kalitesinin ayrıca bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Hatta üretimin doğal bir neticesi olsa da, et entegre tesislerinin en muzdarip oldukları konulardan kötü kokunun; tesis etrafına yayılmaması için değişik önlemler alınmaktadır (tesis etrafını zengin bitki örtüsü ile düzenlemek, v.s.). Ülkemizde ise, firmaların çoğu bu problemi, tesislerini yerleşimden uzak yerlere kurarak çözmeye çalışmaktadırlar. Tesislerde oluşan atıklar mikroorganizma faaliyetleri için uygun ortam oluşturmaktadır. Bu nedenle tesislerde oluşan atıkların (bilhassa sıvı atıklar başta olmak üzere) bertarafı ve temizlenmesinde bol miktarda su tüketimine ihtiyaç duyulmaktadır. Et entegre tesislerinden kaynaklanan atıklar;

- Katı Atıklar,
- Gaz Atıklar,
- Sıvı Atıklar

olmak üzere 3 grup altında toplanmaktadır.

3.1.1 Katı Atıklar

Endüstrinin hemen hemen her aşamasında karşılaşılan ve basit tedbirler ile atıksudan ayrılarak kirlilik yükünün azalmasını mümkün olduğu atık formudur. Et, kemik, sakatat ve deri parçacıkları, atık yağ parçaları, sindirim organları atıkları bu gruba girmektedir. Ayrıca bu formdaki atıkların atıksudan ayrılması, atıksu arıtma sistemini oluşturan mekanik sistemlerin ömrünün uzunluğu açısından da büyük öneme sahiptir.

Bu atıkların çoğu rendering sistemleri ile stabilize edilmekte ve gübre, yem, v.s. kullanımlar için hazır hale getirilmektedir. Izgaralarda tutulabilen bu atıklardan başka hayvan besli alanlarından yıkama ile gelen hayvan dışkısı gibi atıkların katı olan kısmı bir ön fiziksel arıtma ile (santrifüj v.s.) tutularak atıksu kirlilik yükünün büyük oranda düşmesi sağlanabilmektedir. Buradan çıkan katı atıklar ise gübre olarak kullanılmaya son derece elverişlidir.

3.1.2 Gaz Atıklar

Bu kategorideki en öncelikli sorun kokudur. Gerek besli alanı gerekse kesim ve işleme alanlarından çevreye yayılan kötü kokular hem çalışanları hem de çevreyi rahatsız edebilecek yoğunluktadır.

Hava kirlenmesine (kokuya) sebep olan kaynaklar:

- 1) Rendering prosesi
- 2) Et işleme, pişirme ve tütüleme prosesleri
- 3) Hayvan barındırma.

Rendering proseslerinde gaz formunda kirlilik oluşumu daha çok kuru renderingde olmaktadır. Islak ve düşük sıcaklıkta gerçekleşen proseslerde atık; katı ve sıvıdır. Kuru rendering prosesinin neticesinde oluşan buhar ile kaçabilecek yağların tutumu bir yağ kapanı ile olur. Koku problemi için ise su püskürtmeli kondansatör kullanılır. Yalnız bu da ekstra bir sıvı atık oluşumuna sebep olmaktadır.

Et işleme tesislerinde tütüleme odasında yoğun buhar oluşmaktadır. İşlem bittikten sonra mutlaka odanın iyice havalandırılması gerekir. Bu amaçla baca-havalandırma-yakma aşamalarından oluşan sistemler kullanılır.

Hayvan barındırma alanları ve özellikle bunların temizleme kanalları yoğun koku oluşumunun gözlemlendiği yerlerdir. Bunun en aza indirilmesi ise temizlik periyodunun artırılması ile olacaktır.

3.1.3 Sıvı Atıklar

Kan bu tür atıklardandır. Genelde arıtma tesisine sokulmadan bir tank veya çukurda toplanır. Bu sayede ciddi bir yükten kurtulur. Buradan ya yakmaya gönderilerek suyu alınır ve gübre, tavuk yemi, v.s. amaçlı kullanıma sevk edilir. Veya hiçbir işleme tabi tutulmaksızın direkt kimya sanayisinde kullanım için gönderilir. Ancak besin yükü çok yüksek olduğundan biyolojik arıtma tesisine alınması da söz konusu olabilmektedir.

Atıksuda sıvı formda olan yağ da, genelde biyolojik arıtma tesisine girmeden ayrılır. Biyolojik arıtma tesisleri için birtakım problemlere (köpüklenme) sebep olabildiği için bu ayırım önemlidir. Bunun için çözünmüş hava ile flotasyon yöntemi çok kullanılan yöntemlerdendir. Atıksudan ayrılan yağ renderinge gönderilmektedir.

Bundan sonraki bölümde aşağı yukarı her proseste gerçekleşen su kullanımı ve neticesinde oluşan atıksuların nitelik ve niceliği incelenecektir.

3.2 Et Entegre Endüstrisinde Su Kullanımı

Et entegre endüstrisinde hemen hemen her işlem için su kullanılmaktadır. Bu nedenle su endüstrinin en önemli girdisi denilebilir. Endüstride işlenen ton hayvan başına 7-33 m³ su kullanılmaktadır (Gönenç, 1984). Proseslere göre su kullanımları aşağıda verilmiştir.

3.2.1 Kesme işleminde su kullanımı

Kesme işleminde su, yıkama amacıyla kullanılmaktadır. Bu işleminin yapıldığı alanda iki kanal bulunur. Bunların biri kan çukuruna, diğeri atıksu kanalına gider. Kanal sonuna yerleştirilen bir kapakla bu sistemlerden istenilen birine bağlantı yapılabilir.

Hayvan kesildikten sonra kanının iyice akıtılması gerekir. Akıtılan kan, “kan kanalı” ile kan çukuruna (veya tankına) gönderilir. Kan akıtma tamamlandıktan sonra ilk yıkama yapılır.

Yapılan bu yıkama suyu da kan kanalı vasıtası ile kan çukuruna gönderilir. Bütün bu işlemler yapılırken atıksu kanalı kapatılmış durumdadır. İlk yıkamadan sonra yapılan ikinci yıkama esnasında atıksu kanalı açılarak kan kanalı kapatılır. Böylece ikinci yıkama suyu genel atıksu kanalına deşarj edilerek kana karıştırılmaz.

Kan miktarı:

Kesilen sığır başına; 13,6 kg

Kesilen dana başına; 1,8 kg

Kesilen koyun başına; 1,0 kg

olarak bulunmuştur (Gönenç, 1984).

3.2.2 Deri yüzme

Genel olarak deri yüzmede su kullanılmaz. Ancak istisnai durumlarda su kullanımı söz konudur.

3.2.3 Sakatatların Ayrılması ve Karkasın Temizlenmesinde Su Kullanımı

Sakatatların, karkas parçalanarak alınması ve ayrılması sırasında pek su kullanılmaz. Ancak sakatat döner bir hat üzerine yerleştirilmiş kaplara yenilen-yenilmeyen ayrımı yapılarak konulur. Bu kaplar yeniden kullanılmadan önce sıcak su ile (180 °F) sterilize edilir ve arkadan soğuk su ile yıkanır. Bu işlemde sığır başına yaklaşık 100 Lt su kullanılır.

Ayrıca elde edilen karkas soğutmaya gönderilmeden önce iyice yıkanmaktadır. Bunun içinde hayvan başına yaklaşık 200 Lt su kullanılır.

3.2.4 Sindirim Organlarını Temizlenme-İşleme de Su Kullanımı

İşkembe açıldığında sığır başına 30-40 kg atık madde çıkar. Bunlar ya kuru olarak (katı atık olarak) uzaklaştırılır veya su ile yıkanarak kanala boşaltılır. Yıkama durumunda sığır başına 500 Lt su harcanır. Sindirim organları yenilmek üzere işlenecek ise ikinci bir yıkamaya ve haşlamaya gider. Haşlamadan sonra ürün su ile soğutulur. Bunun içinde sığır başına 50 Lt su harcanır ve bu su kanala boşaltılır.

Yenilmeyen organlar ise su ile taşınarak doğrama-dilimlemeye gider. Bu esnada hayvan başına 100 Lt su kullanılır. Bu aşırı su kullanımını önlemek için doğrama işlemi uygulanmayarak doğrudan öğütme işlemine geçilir.

Genel olarak sakatat yıkama suları ayrı olarak bir havuzda toplanır ve buradan atıksu kanalına verilir. Buradan kanala geçiş aşamasında bir elekten geçirilir ve elek üstü katılar renderinge gönderilir.

3.2.5 Et İşlemede Su Kullanımı

İşlenmiş et ve sosis üretiminde, dumanlama, pişirme veya konservelemeden önce çalkalama, yıkama yapılmaktadır. Pişirmeden sonra çıkan ürün ise püskürtme su ile soğutulmaktadır.

Üretim esnasında kullanılan kaplar da sürekli yıkanmaktadır. Pişirme için ya buhar veya su kullanılır. İşlem tamamlandığında su boşaltılır.

Et işleme proseslerinde esas atıksu, işleme ara verildiğinde yapılan yıkamalardan kaynaklanmaktadır.

Et işleme için dondurulmuş et kullanılıyorsa, bu etin sıcak su ile çözülmesi işlemi de bir diğer atıksu kaynağıdır.

3.2.6 Renderingte Su Kullanımı

Rendering prosesinde su kullanılmamakla birlikte koku problemini önlemek için kullanılabilen kondansatörlerden atıksu kaynaklanmaktadır.

3.2.7 Deri İşlemede Su Kullanımı

Derinin tuzlanmadan evvel yıkanıp temizlenmesi için bol miktarda su kullanılmaktadır.

3.2.8 Buhar

Buhar üretiminde boiler suyu zaman zaman deşarj edilmektedir.

3.2.9 Ağılarda Su Kullanımı

Yaz aylarında serinletme amacıyla hayvanlara püskürtme suyla duş yaptırılır. Ayrıca belli aralıklarda yatak malzemesi değiştirilerek yıkama-temizleme yapılmaktadır.

3.3 Et Entegre Tesislerinden Kaynaklanan Atıksuların Özellikleri

Et endüstrisi geniş miktarda katı atık ve atıksu üretimi, 600 mg/l (bu değer 8000 mg/l ye kadar değişim gösterebilmektedir.) BOİ veya 10-20 kg/(ton kesilmiş hayvan) ve 800 mg/l veya daha fazla AKM ve yüksek miktarda pis koku potansiyeline sahiptir. Atıksu oluşumu ve kirlilik yükü et üretim prosesine bağlıdır. Mesela bağırsakların işlenmesi esnasında oluşan atıksu, BOİ ve KOİ üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Bunun dışında endüstriden kaynaklanan atıksular genel olarak; kan, gübre, kıl, yağ, tüy ve kemik içermekte olup, yüksek sıcaklığa sahip, patojen mikroorganizmalar barındırabilen (samonella, shigella, parazit yumurtaları, amoebik kistler, v.s.) bir yapıdadır. Hayvanlara veya onların besinlerine muameleden, pestisit kalıntıları kaynaklanabilmektedir. Konserve veya salamura gibi proseslerde klorit seviyesinin 77000 mg/l nin üzerine çıkması söz konusudur. Ayrıca et entegre tesisleri atıksuları, kırmızı – kahve renkli, pis kokulu, köpüklenmeye ve çürümeye meyillidir.

Yukarıda da izah edildiği üzere et endüstrisinde her proses bir atıksu kaynağıdır. Tipik bir et entegre endüstrisine ait, proseslerden kaynaklanan atıksuların karakterizasyonu Çizelge 3.1. de verilmiştir (Gönenç, 1984)

Çizelge 3.1 Et entegre tesislerinin üretim proseslerinden kaynaklanan atıksuların karakterizasyonu

PROSES	PARAMETRELER				
	BOİ ₅	AKM	TKN	NH ₃	Yağ-Gres
Öldürme (kesme)	825	220-320	140	6	-
Kan ve tank suyu	32000-44800	3690-191200	5605	205	-
Kan odası yıkama suyu	1000-23000	6000-16500	-	-	-
Sindirim atıkları	28240	-	-	-	-
Bağırsak yıkama	13200	15120	686-1100	43	5220
Yaş sindirim atıkları ayıklama	-	200-300	-	-	1200-2000
Et parçalama	520	610	36	2,5	-
Tuzlama odası	2040	1800	95	12	-
Tuzlama odası duşu	460	1720	280	25	-
Tuzlanmış et yıkama	1470-1960	900-920	127	17,5	970
Salamura	18000	-	2790	37	-
Sosis	650-1220	300-2100	140	4	200-370
Yan ürünler	2200	1380	236	50	-
Ağıl yıkama (¹)	3900	-	510	380	-
İşkembe haşlama	-	-	1100	-	5220
Rendering (kondansatör suyu)	1723	60,9	493	-	109

3.4 Kaynakta Kirlenmeyi Önleyici Düzenlemeler Ve Geri Kazanma Uygulamaları

Et ürünleri endüstrisi; su kullanımı, atıksularında önemli konsantrasyonlarda kirlетici ve değerli (geri kazanılması arzu edilen) bileşenler içermesi açısından kaynakta kontrol işlemlerinin en yaygın olarak uygulandığı sanayi dallarından biridir. Atık yükünü düşürmek ve üretimi maksimum düzeye getirebilmek için, üretimin her safhasında atık - ürün ayrımının yapılması gerekmektedir. Bu tarz tesis içi düzenlemeler, atıksu miktarının ve atıksudaki kirlетici konsantrasyonlarının yanında, arıtma ile ilgili yatırım ve işletme maliyetlerinin düşürülmesini de mümkün kılmaktadırlar. Bu konu, özellikle yüksek konsantrasyonları nedeni ile arıtma esnasında problem oluşturan kirlетiciler (yağ, v.b.) açısından önemlidir.

Atıkların miktarları ve dayanıklılıkları; katı atıkların kuru olarak atıksudan ayrılması ve atıksu toplama kanallarına yerleştirilecek ızgara yapıları gibi faydalı uygulamalar ile azaltılabilmektedir. Tesis içinde;

- Hayvanın kesimi esnasında kanının iyice akmasını sağlamak ve bu kanlar için ayrı bir toplama kanalı ve havuzu yapmak. Bu şekilde hem atıksu yükünü azaltıp hem de kanı rendering tesislerinde değerlendirmiş olunur.

¹ Elizabeth O'brien, Melissa Hetrick, Allen Dusault, Wastewater To Wetlands: Opportunities For California Agriculture By Sustainable Conservation, California, 2002, kaynağından alınmıştır.

- Bağırsak v.b. diğer sakatatlar ve yağlar ayrılarak ya üretimde kullanmak veya kullanan tesislere ulaştırmak.
- Tüm üretim proseslerinde katı atıkları atıksudan ayırmak.
- Proseste su kullanımı minimuma indirebilmek için otomatik kapanan musluklar ve yüksek basınçla suyu püskürten parçalar kullanmak. (Yüksek basınçla su kullanımı %50 ye varan tasarruflar sağlayabilmektedir.)
- Geri devirli soğutma suyu düzeni kurulamıyorsa, bu suyu yenilmeyen sakatat ve sindirim organları temizlemede, rendering kazan buharı kondansatöründe, ahır temizleme ve WC yıkamalarda kullanmak.
- Karkas yıkama işlemini sürekli sistem ile değil kesikli olarak gerçekleştirmek.
- Miktar olarak çok olsa da kirlilik konsantrasyonu düşük olan soğutma suyunu atıksulardan ayırmak,
- Mümkün miktarda kuru temizlik yapmak ve deterjan kullanımını optimum tutmak.
- Rendering sisteminde tank suyunun buharlaştırılmadığı ıslak rendering yerine tank suyunun buharlaştırıldığı kuru prosese geçiş,

vb. gibi tedbirler alınarak, üretim prosesleri sonucu oluşan sıvı, katı atıklar ve rahatsız edici kokular indirgenebilir. Belirtilen önlemlerin hem ekonomik hem de çevresel faydaları bulunmaktadır. Yukarıda belirtilen önlemlerin alınması ile arıtma tesisinden önce hesaplanan hedef kirlilik yükleri Çizelge 3.2 verilmiştir [3]:

Çizelge 3.2 Tesis içinde alınan tedbirler sonucu sağlanan kirlilik yükleri

PARAMETRELER	MAKSİMUM SEVİYE
Su Kullanımı	3-6 m ³ /ton kesilen hayvan
BOİ ₅	10-20 kg/ton kesilen hayvan
Toplam N	100-200 mg/L
Toplam P	10-20 mg/L
Askıda Katı Madde	100-500 mg/L

3.5 Tesis İçinde Atıksu Akımlarının Ayrılması

Atıksu akımlarının ayrılması, kendi başına atıksu miktarında veya kirlitici yüklerinde bir azalma sağlamamakla birlikte, gerek diğer tesis içi denetim uygulamalarından çoğunu,

gerekse ön arıtma ve bireysel arıtmanın daha etkili ve düşük maliyetle inşaat ve işletilmesini mümkün kılmaktadır.

Buna göre tesiste başlıca dört kanal bulunur:

- a) Evsel nitelikli atıksu kanalı,
- b) Dışkı içeren atıksu kanalı,
- c) Dışkı içermeyen atıksu kanalı (yağlı su kanalı),
- d) Temiz su kanalı.

Eğer tesisin bulunduğu bölgede atıksuların verilebileceği bir kanalizasyon sistemi ve/veya sisteme bağlı bir arıtma tesisi yoksa (doğrudan alıcı ortama deşarj yapılacaksa):

Yağlı sular bir yağ ayırıcıdan geçirildikten sonra, ilk arıtmadan önce birleştirilmiş olan evsel nitelikli ve dışkı içerikli sularla birleştirilerek biyolojik arıtmaya gönderilir.

Temiz sular ise doğrudan alıcı ortama boşaltılır.

Eğer şehir kanalizasyonuna bağlanılacak ve bir son arıtmadan geçecek ise:

Evsel nitelikli atıksular doğrudan, yağlı sular yağ ayırıcıdan geçirilerek ve dışkı içerikli atıksular BOİ yükü veya atıksu hacmine göre, ödenecek paraya bağlı olarak bir ön arıtmadan geçirilerek kanalizasyona verilir.

Bu Ayrımın Dolaylı Yararları İse:

Sadece yağlı suların yağ ayırıcıdan geçirilmesi sonucu elde edilen atık yağ rendering için son derece uygundur ve geri kazanılır.

Temiz suların ekstra arıtma yükü oluşmamasının yanında yeniden kullanılması gibi bir tasarruf da sağlanmış olur.

İlk arıtma çıkış suları; yenilmeyen ürün renderingi pişirme kazanlarında, kurutucularda, buharlaştırıcı kondansatörlerinde kullanılabilir.

Deri işleme suları sürekli çevrimle kullanılır.

3.6 Kaynakta Atıksu Akımlarının Ayrılması

Yukarıda izah edilen tesisten kaynaklanan genel atıksu karakterinde uygulanan sınıflandırmadan başka, endüstriyel nitelikli atıksuyun kaynağında yapılan ayrımın hem arıtma prosesinde hem de geri kazanma teknolojilerinin uygulanmasında önemi ve yararı büyüktür. Çizelge 3.3'de (Gönenç, 1984) et entegre tesislerinde oluşan endüstriyel nitelikli atıksuyun kaynakta nasıl bir sınıflandırmaya tabi tutulabileceği gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Kaynakta ayrılabilmesi için atıksuların gruplandırılması

a) Dışkı İçeren Atıksular	
İşkembe içeriği	İşkembe ayıklama, yıkama suyu
Kan kurutma alanı	Bağırsak içeriği ve yıkama suyu
Dana yıkama duşları	Et sıyırma ve depolama alanı suyu
Çamaşırhane suları	Piştirme kazanları blown-downları
Kalp yıkama suları	Tütsüleme odası tütsüleyici atıksuları
Kan akıtma alanı yıkama suyu	Sakatat doğrama-dilimleri çamurları
Ağıl, yalak ve yıkama suları	Buharlaştırıcı ve kondenser çıkış suyu
Bağırsak kılıfı ayıklama suları	Kan çukuru ve kan işleme alanı temizleme suyu
b) Dışkısız, Az Yağ İçerikli Atıksular	
Soğutucu ve dondurucular	Son ürün soğutma duşları
Baharat hazırlama alanı	Koridor, merdiven alanları ve asansör boşlukları
Son ürün paketleme	
c) Dışkısız Yüksek Yağ İçerikli Atıksular	
Piştirme suları	Sausage öğütme, karıştırma ve doldurma alanları
Fıçı yıkamaları	Kemik ayırma, parçalama alanları suları
Yağ pres odası suyu	Kan akıtma dışındaki kesme alanı
Bağırsak soyma suları	Tütsüleme odası temizleme suları
İşkembe yıkama suları	Konserve doldurma alanı suları
İşkembe haşlama suları	Sakatat doğrama-yıkama suları
Don yağı paketleme alanı	Yenilir ve yenilemeyen yağ çökertme ve depolama alanı suları
Bağırsak temizleme suları	Yenilen ve yenilmeyen ürün pişirici boşaltmaları ve alan yıkama
Don yağı yükleme alanları	
d) Temiz Sular	
Buz üretimi	Yağış suları, yer ve çatı drenajı
Havalı soğutucu suyu	Amonyak ve hava kompresörleri ve vakum pompalarından gelen jacket suyu
Konserve ürünleri soğutma suları	Buhar yoğunlaştırma suyu (eğer soğutma kuleleri kullanılmıyorsa)
Soğutma üniteleri tuzlu suları	Buhar kondanseti (eğer piştirme kazanı beslemeye dönmüyorsa)

Et entegre tesisleri için farklı karakterdeki atıksuların ayrılması konusunda, özellikle Avrupa’ da bir çok çalışma yapılmıştır. Hatta bu çalışmalar öyle bir boyut kazanmış ki; Almanya’ da evsel atıksuların dahi kaynakta ayrılması üzerine teknikler geliştirilmiştir (Tübitak, 2005).

Bu husustan ilhamla, et entegre sektörü için yapılan çalışmalarda mevcuttur. Bunların belki de en dikkat çekici olanı, yine Almanya’ da, Marrow ve diğ. (1997) tarafından gerçekleştirilen çalışmadır. Çalışmada; 2 m³/gün kapasitesinde bir pilot tesis kullanılmıştır. Et ürünlerinin pişirilmesinden sonra bu ürünleri soğutma da kullanılan suyun (soğutmada içme suyu kullanılmaktadır) arıtılması incelenmiştir. Pilot arıtma tesis; ön arıtma (yağ seperatörü, kartuş filtre ve U.V. dezenfeksiyonu), nano filtrasyon ve ileri arıtma (U.V. oksidasyonu ve U.V. dezenfeksiyonu) aşamalarından oluşmaktadır. 4 aylık işletme sonunda Alman içme suyu limitlerinin sağlandığı öne sürülmektedir. Hatta daha da ilginç olanı, çalışmada içme suyu kullanımı için yetkili makamlardan izin alınması aşamasında olduğu ifade edilmektedir. Yapılan ekonomik analizde, yaklaşık 1,4 yıllık bir süreden sonra tesisin kendini amorti ettiği ise öne sürülen diğer bir husustur.

3.7 Tesis İçi Kirlenme Kontrolü - Ürün Ve Yan Ürünlerin Geri Kazanılması

3.7.1 Kan:

Et entegre tesislerinde en fazla BOİ yükü içeren sıvıdır. Kanlı atık sıvının BOİ' si 400.000 mg/L civarındadır (nihai BOİ). Ortalama BOİ ise 150.000-200.000 mg/L arasındadır. Bir sığırın başının yaklaşık 22 kg kan içerdığı göz önüne alınırsa, tek bir hayvanın BOİ₅ yükünün 4,5 kg olduğu görülür. İnsan başına BOİ₅ değeri 60 g olduğu düşünülürse, bir sığırın kesimi ile günde 75 insanın verdiği ne eşdeğer BOİ₅ üretilir demektir. Bu rakamlar değerlendirildiğinde atık kontrolünde kana verilmesi gereken önem daha iyi anlaşılmaktadır.

Hayvanın kanı tam olarak alındıktan sonra kan kanalların vanası açılarak kan toplama havuzuna boşaltılır. Daha sonra yer ve duvarlar (minimum suyla) temizlenir. İlk çalkalama için yaklaşık 0,1-0,2 m³ su harcanır ve bu su kan toplama havuzuna alınır. Ancak bu miktarda suyu buharlaştırmak için harcanacak para, çoğu kez bu suyu kanlı su ile birlikte işlemek için harcanandan azdır. Bu nedenlerle bazı tesislerde bu su ayrı bir yerde toplanarak, buharlaştırılır. Böylelikle zengin protein içerikli bir sıvı elde edilir. İkinci çalkalama atıksuyu ise atıksu kanalına boşaltılır.

Kan toplama havuzlarındaki kanlı sular kan işleme proseslerine yollanır. Bu proseslerde kurutma işlemleri uygulanır. Bu kanlı sıvı renderinge de yollanabilmekte veya diğer atıklar ile birleştirilerek hayvan yemi yapımında kullanılmaktadır.

Kan oluşan bölümlerde yıkamalar sırasında mümkün olduğunca az su kullanmak, kanın geri kazanımını kolaylaştırmaktadır.

3.7.2 Sindirim Atıkları:

Bu atıklar işkembenin işlenebilmesi için içinin yaş veya kuru yöntemle boşaltılmasıdır. Yaş işlemde işkembe kesilir ve suya tutulur, çıkan atıklar bir elekten geçirilir ve kanala boşaltılır veya bir çukurda toplanır. Yıkama işleminde büyük oranda BOİ yükü sindirim atıklarından su fazına geçer. Bu atıkların %75 i sudur. Toplam BOİ' nin 100.000 mg/L, bunun %80 i ise çözünür BOİ dir. Bu nedenle bu sıvı ya buharlaştırılır veya renderinge gönderilir.

Kuru işlemde ise, işkembe kuru olarak temizlenir ve çıkan atıklar katı atık olarak uzaklaştırılır. Ancak bu ilk temizlikten sonra su ile iyice temizlenir. Buradan oluşan atıksu kanala gönderilir.

Sindirim atıklarının temizliğinin basınçlı su ile yapılması ve vakum teknolojisi kullanılması gereklidir.

3.7.3 Sakatat İşleme:

Yenilmeyen sakatatlar işlenmeden doğrudan renderinge gönderilmelidir.

3.7.4 Sausages için Bağırsak kılıfı hazırlama:

Bu işlemin kirliliğe önemli ölçüde katkısı olabilmektedir. Dilimlemelerden gelen atıklar yenilmeyen renderinge gönderilir veya kan işlemeye gönderilerek kan ile birlikte kurutulur.

Bağırsak sıyırma atıklarının toplandığı bir çukur mevcut ise, (geri kazanma açısından) uygun kalitede yağ elde edilebilir.

3.7.5 Ahır Atıkları:

Nutrient açısından çok zengindirler ve ayrı olarak uzaklaştırılması istenir. Ahırlarda genelde kuru temizleme yapılması tavsiye edilir. Ancak zaman zaman hortumla yıkama yapılmaktadır. Çıkan katı ve sıvı atıkların direkt tarım arazilerinde gübre olarak kullanılması düşünülebilir.

3.7.6 Çeşitli Kalıntı Parçalar:

Kesme, parçalama, ayıklama operasyonları sırasında olabildiğince parça koparmamaya özen gösterilmesi istenir. Çeşitli et ve kemik kırıntıları kanallarda tertiplenen kapanlar ile tutulabilir. Daha sonra bu kırıntılar renderinge gönderilir.

3.7.7 Deri Yıkama-Tuzlama:

Deri endüstrileri için gerekli tabaklama işlemi mezbahalarda da gerçekleştirilebilmektedir. Bu kesikli bir işlem olup atıksuları; deri bünyesindeki tüm atıklar ile birlikte, tuz ve kostik asitte içermektedir. Bu atıksular mümkün olduğunca geri çevrime sokulmalı, eğer yüksek miktarlarda ise ayrı bir arıtmadan geçirilmelidir. Mesela ızgaralardan geçirilip devir-daimli kullanılmalı, eğer diğer atıksular ile birleştirilecek ise ani yüklemelerden kaçınılmalı, azar azar deşarj edilmelidir.

3.7.8 Tank Suyu Uzaklaştırma:

Rendering prosesi neticesinde oluşan tank suyu da yüksek BOİ içeriğine (22.000 – 45.000 mg/L) sahip olduğundan önemli bir yükür. Bu atıksuyun buharlaştırılarak kalan yapışkan sıvı tavuk yemi olarak kullanılabilir.

Bunların dışında tesisin ve ekipmanların temizliğinden oldukça fazla miktarda atıksu kaynaklanmaktadır. Bu kısımların su ile temizlenmeden önce kuru olarak temizlenmesi atık yükünü düşürmektedir.

Bu geri kazanma işlemlerinde, her bir prosesin toplama kanalları ucunda inşa edilecek 30-60 dk. bekletme süreli yağ kapanları ciddi verimlere sebep olabilmektedir.

3.8 Atıksuyun Geri Kazanılması

Gelişmiş ülkelerde; artan nüfus ve tüketim, buna bağlı olarak doğal kaynakların azalması , gelişen çevre bilinci ile atıksu deşarj limitleri düşürülmesi, hatta alıcı ortama deşarj da ciddi teknolojilere ihtiyaç duyulmaya başlanması gibi nedenlerle atıksuyun yeniden kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bununla ilgili olarak Luo ve diğ. (2004) tarafından yapılan çalışmada; et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksuların ön arıtmadan (fiziksel) sonra arazi sulamada değerlendirilebilirliği incelenmiştir. Çalışma neticesinde, atıksudaki nutrient miktarının fazlalığı nedeni ile bitkilerdeki büyüme hızında ciddi bir artış görüldüğü öne sürülmüştür. Ancak ön arıtmadan sonra toprağa verilen suyun yapısında bulunabilen bazı zor parçalanmış kompleks organik veya inorganik (pestisitler,

veteriner ilaçları v.s.) maddelerin hem toprağa hem de yeraltı suyuna zarar verebileceği bildirilmiştir.

Yukarıdaki örnek gibi et entegre endüstrisinde atıksuyun direkt kullanımı olmasa da, arıtıldıktan sonra yeniden kullanılmasının ciddi faydaları, her geçen gün yapılan değişik bilimsel çalışmalar ile ispatlanmaktadır. Arıtılmış suyun yeniden kullanılması; hem atıksu kaynağı olan sanayiinin, hem de koruyucu ve denetleyici merci olan yerel yönetimlerin, çift taraflı memnuniyetinin sağlandığı bir çözüm sağlamıştır. Hatta içme suyu olmasa bile, arazi sulama ve hayvan barınaklarının temizliği gibi işlemler için arıtılmış su kullanımı yetkili makamlarca da tavsiye edilmeye başlanmıştır. Ayrıca bu şekilde, düşen deşarj limitlerine karşı artan arıtma maliyetleri ile bunalan sanayiciye de bir çıkış kapısı açılmıştır. Buna birde doğal kaynakların tüketiminde tasarruf eklenince kazancın boyutu iyice artmıştır.

Yunanistan' da faaliyet gösteren bir tesisin arıtılmış atıksularını neredeyse %100 oranında tekrar kullanması bu konunun, Avrupa'daki örneklerinden biridir. Manios ve diğ.(2003) tarafından yapılan bir çalışmaya konu olan bu tesiste arıtma prosesinin; çöktürme ve havalandırma kombinasyonundan oluştuğu bildirilmektedir. Arıtılmış suda BOİ = 40, Toplam AKM = 80 mg/l ölçüldüğü ve bu suyun; 100 m³'ü; hayvan barınaklarından gelen atıksuyun toplandığı hattın temizliğinde, 300 m³ lük kalan kısmı ise arazi sulamada kullanıldığı ifade edilmektedir. Çalışmada arazi sulamanın, tesise ait olan büyük bir ormanlık alanda yapıldığı ve bu ormanlık arazinin, üretim faaliyeti neticesinde oluşan pis kokunun giderilmesinde büyük başarı sağladığı anlatılmaktadır. Hatta bu arazinin, bölgede turistik bir önem dahi kazandığı öne sürülmektedir.

4. ET ENREGRE TESİSLERİNDEN KAYNAKLANAN ATIKSULARIN ARITILMASI

4.1 Arıtma Seçenekleri

Aslında bir önceki bölümde değinilen, “kaynakta alınan önlemler” ile et entegre tesisleri atıksularının arıtılması konusuna girilmiş olundu. Önceki bölümde ifade edilen tedbirlerin alınması ile, bir derece arıtma yapılmış ve bundan sonraki aşamalar içinde, kirlilik yükünün düşürülmesi sağlanmıştır.

Bu endüstride, organik kirlilik yükünün fazlalığı ve atıksu debisinin çokluğu nedeni ile genellikle tercih edilen arıtma alternatifleri, biyolojik arıtma proseslerinden yana ağır basmaktadır. Ancak biyolojik arıtmaya geçmeden önce, yine yoğun olan organik kirliliği düşürebilmek adına, atıksuyun bir takım mekanik arıtma aşamalarından geçmesi gerekmektedir.

4.2 Mekanik (Fiziksel) Arıtım Seçenekleri

- Izgara ve elekler
- Çökeltme ve yağ sıyırma havuzları
- Çözünmüş Hava ile Yüzdürme (DAF)

4.2.1 Izgara ve Elekler

Bu donanımların başlıca işlevi, bundan sonraki (özellikle biyolojik arıtmada) pompalar, difüzörler, v.b. argümanlara zarar verebilecek et, kemik, sakatat, deri parçacıkları, atık yağ parçaları, sindirim organları artıkları gibi parçaların giderilmesidir. Bu kısımdan oluşan atıklar renderinge gönderilmektedir.

4.2.2 Çöktürme Havuzları

Bu havuzlar hem gravite ile çökebilen partiküllerin çökelti olarak, hem de üstte bulunan sıyrıcılar sayesinde yüzeydeki yağların sıyrılarak atıksudan ayrıldığı ünitelerdir. Sıyrılan yağlar renderinge, çöktürülen çamurlar ise çamur susuzlaştırma ünitelerine gönderilir.

4.2.3 Çözünmüş Hava ile Yüzdürme

Yüzebilen (askıda) maddeler ve yağ giderimi için kullanılan en etkili sistemlerdir. Sistemin performansı, arıtmadan önce yapılabilecek bir koagülasyon işlemi ile artırılabilir. Çözünmüş hava ile yüzdürme prosesi sonucu yüksek oranda (kimyasal madde ilavesi ile %99’a varan) giderilen yağ renderinge gönderilerek işlenmektedir.

Mekanik arıtmaya müteakip, biyolojik arıtma tesisine giren atıksuyun arıtılması esnasında, mikroorganizmaların kolay parçalanabilen organik besin kaynağı ihtiyacını telafi etmesi veya (uygulanacak ise) ileri arıtmada (N ve P giderme) karbon kaynağı olarak kullanılması sebebiyle, evsel nitelikli atıksuların arıtma prosesine dahil edilmesi çok tercih edilen bir yöntemdir. Bundan sonraki bölümde; et entegre tesislerine uygulanan/uygulanabilecek biyolojik arıtma alternatifleri ve bu arıtma prosesini etkileyen faktörler açıklanmıştır.

4.3 Biyolojik Arıtım

Biyolojik arıtım; fiziksel yollarla atıksu içinden ayrılması zor olan kolloidal maddeleri bir araya getirerek uzaklaştırmak ve organik maddeleri stabil hale getirmek için mikroorganizmaların kullanıldığı proseslere verilen addır. Kullanılan mikroorganizmalar arasında başta bakteriler olmak üzere algler, mantarlar, protozoalar ve rotiferalar gibi çeşitli canlılar bulunmaktadır. Bu canlılar, atıksu içerisinde çözünmüş yada kolloidal haldeki organik maddeleri çeşitli gazlara dönüştürürler ve yeni hücreler sentezlerler. Atıksu içerisindeki mevcut mikroorganizma kütlesi artmaya başlar. Bu canlı kütleleri ise, karışım etkisi ile bir araya gelmekte ve birbirleriyle yapışarak daha büyük yapılar (biyolojik floklar) meydana getirmektedir. Biyolojik flokların oluşumundan sonra, çöktürme ile atıksudan ayrılmaları sağlanmaktadır. Böylece atıksu içerisindeki organik maddeler, biyolojik yollarla mikrobiyal hücreler şeklinde sentezlenmekte ve kolaylıkla atıksudan ayrılabilirler. (Erarslan ve Genç, 2002)

Bugün uygun şartlar sağlandığında hemen hemen bütün atıksular biyolojik olarak arıtılabilmektedir. Biyolojik arıtım için atıksu ortamının, mikroorganizmaların yaşayabileceği bir yapıya sahip olması yeterlidir. Et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksular, mikroorganizmaların yaşayabileceği ideal karakterde mekanlardır. Bu atıksulardaki mikroorganizmalara toksik etki yapabilecek sadece yağın varlığı söz konusudur. Onun da, bir önceki bölümde anlatılan mekanik önlemler sayesinde, %90'ın üzerinde giderilebilmesi mümkündür.

4.3.1 Biyolojik Atıksu Arıtımında Önemli Olan Parametreler

4.3.1.1 Atıksuyun Özellikleri

Her atıksu biyolojik olarak arıtilamaz. Bir atıksuyun biyolojik olarak arıtılıp arıtilamayacağı içermiş olduğu organik maddenin yapısı ile doğrudan ilgilidir. Aşağıdaki sıralamada, mikroorganizmaların en çoktan en aza doğru ilgi duydukları organikler gösterilmiştir.

- 1) Düz zincirli organikler
- 2) Aromatik (halkalı) bileşikler
- 3) Klorlanmış düz zincirli organikler
- 4) Klorlanmış aromatik bileşikler

Et entegre tesislerinde; atıksuyun içeriğinin çok küçük bir kısmını oluşturan ekipman ve yer yıkamalarında kullanılan deterjanlar, sakatat temizliğinde kullanılan temizlik maddeleri ve

hayvanlara uygulanan veteriner ilaçları hariç, atıksuyu düz zincirli organik bileşikler oluşturmaktadır. Bu yüzden biyolojik arıtım için atıksu karakteri problem oluşturmamaktadır.

4.3.1.2 Yüzey Aktif Maddeler

Organik maddelerin üzerinde oluşturdıkları film tabakası ile biyolojik arıtım için mikroorganizmalara bir engel oluşturlar.

Et entegre tesislerinde, bir önceki kısım da ifade edilen temizlik maddelerinin yanında, evsel atıksularında arıtma prosesine dahil edildiği düşünürse, yaz mevsiminde köpüklenme olasılığı, diğer mevsimlere göre daha yüksektir.

4.3.1.3 Atıksu İçindeki Toksik Bileşikler Ve Atık Özellikleri

Bazı olumsuz çevre şartlarının yanında atıksu içerisindeki ağır metaller , yağ ve gres ile fenoller gibi maddeler, mikroorganizmalara toksik etki yaparak , biyolojik arıtımı engellerler.

Belirtilen toksik maddelerden yalnızca yağ-gres et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksularda yoğun miktarda bulunmaktadır. Ancak biyolojik arıtım öncesinde uygulanan, fiziksel (mekanik) arıtma alternatifleri ile bu kirlilik büyük ölçüde giderilebilmektedir.

4.3.2 Biyolojik Arıtımı Etkileyen Proses Ve İşletme Parametreleri

4.3.2.1 Nutrient Miktarı

Biyolojik reaksiyonların gerçekleşmesinde hücre yapısının tamamlanabilmesi için az ama anahtar konumda bulunan azot, fosfor , demir , çinko , kalsiyum gibi çok sayıda bileşiğe ihtiyaç duyulur. Evsel atıksularda olduğu gibi et entegre tesislerinden kaynaklanan endüstriyel atıksularda da bu bileşikler yoğun olarak bulunmaktadırlar.

4.3.2.2 Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu

Özellikle aerobik arıtımda, atıksu içerisindeki oksijen konsantrasyonunun belli bir değerin altına düşmemesi istenir. Çünkü çözünmüş oksijen, aerobik arıtım proseslerinin temelini oluşturan, mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri için büyük öneme sahiptir. Aerobik arıtımın gerçekleştirilmesi sırasında atıksu için gerekli oksijen, çeşitli ekipman ve teçhizatla sağlanabilmektedir.

4.3.2.3 Besin/Mikroorganizma Oranı

Bu oran, havalandırma ünitesine giren organik maddenin metabolize edilmesi için ortamda ne kadar mikroorganizma olduğunun bir göstergesidir ve giriş suyu BOİ değerinin ortamdaki aktif biyokütle oranına bölünmesi ile elde edilir. Besleme atıksuyunun debisi veya geri devir oranı ile kontrol edilebilmektedir.

4.3.2.4 pH

Biyolojik arıtma sistemlerinde pH 6-8 arsında tutulmaya çalışılır. Et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksuların pH aralığı bu limit değeri sağlamaktadır.

4.3.2.5 Sıcaklık

Aerobik arıttındaki türlerin büyük bir kısmı 20-35 °C arasında işlevlerini sürdürebilmektedirler. Sıcaklık artışı ile biyolojik reaksiyonlarda belli bir artış kaydedilir. Daha üst sıcaklıklarda ise mikrobiyal aktivitede azalma gözlenir. Düşük sıcaklıklar ise, biyolojik arıtma tesislerinin en çok işletme problemi yaşadığı dönemlerdir. Et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksuların sıcaklık değeri çok yüksek olmamakla birlikte (32-38 °C), kış mevsimlerinde dahi ekstra ısıtmaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

4.3.2.6 Ortalama Hücre Konaklama Zamanı (Çamur Yaşı)

Mikroorganizmaların sürekli üssel büyüme evresindeki üremelerini sağlayabilmek için, ortamda üreyen mikroorganizmaların bir kısmının zaman zaman ortamdaki atılması suretiyle, ortalama bir kalış zamanı oluşturulur. Bu kalış zamanı atılan mikrobiyal hücre miktarı ile ayarlanır ve belli bir hücre konaklama zamanı altında hiçbir biyolojik arıtım gerçekleşmez. Bu minimum kalış zamanı kritik çamur yaşı olarak bilinir. Çamur yaşı ortamdaki tüm mikroorganizma kütlesinin birim zamanda atılan miktara bölünmesiyle elde edilir.

4.3.2.7 Hidrolik Yükleme Hızı

Organik maddelerin mikroorganizmalarla ne kadar temasta bulunacağını bir ölçüsüdür. Atıksuyun kirletici konsantrasyonunun yanında kullanılması gerekli bir parametredir.

4.3.2.8 Karışma Derecesi

Atıksuyun yapısında yer alan mikrobiyal oluşumlar ve substratların bir araya gelme olasılıkları, suyun karıştırılması ile artırılır. Karışım derecesi ile prosesin verimi birbiriyle ilişkilidir.

Çalışmanın şimdiye kadar ki bölümünde atıksuya uygulanabilecek mekanik (fiziksel) işlemlerden bahsedilmiş olup, bundan sonra atıksudaki asıl kirlilik yükünün arıtıldığı biyolojik prosesler ele alınacaktır.

4.3.3 Biyolojik Arıtım Çeşitleri

Mikrobiyal prosesler olarak ifade edilen biyolojik arıtma tesisleri;

- Aerobik,
- Anaerobik,
- Anoksik

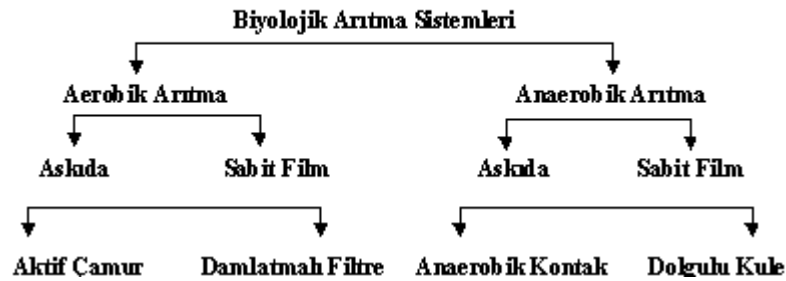
olmak üzer üç farklı koşulda gerçekleşir.

Havalı (aerobik) Prosesler: Oksijenin bulunduğu ortamda faaliyet gösteren biyolojik arıtma sistemidir.

Havasız (anaerobik) Prosesler: Oksijenin olmadığı ortamda faaliyet gösteren biyolojik arıtma sistemidir.

Anoksik (Denitrifikasyon) Prosesleri: Oksijenin olmadığı ortamda nitrat azotunu biyolojik olarak azot gazına çeviren procestir. Bu proses havasız denitrifikasyon olarak ta bilinmektedir. İleri biyolojik arıtım olarak tanımlanan azot ve fosfor giderim proseslerinde, diğer iki biyolojik arıtım koşulu ile, kombinasyonları kullanılan bu proses hakkında ayrıntılı bilgi verilmeyecektir

Aerobik ve anaerobik prosesler esas alınarak, biyolojik arıtma sistemleri Şekil 4.1 de sınıflandırılmıştır (Erarslan ve Genç, 2002).



Şekil 4.1 Biyolojik arıtma sistemlerinin şematik gösterimi

4.3.3.1 Anaerobik Sistemler:

Gerek BOİ kirlilik yükü, gerekse sıcaklığının yüksekliği nedeni ile bu sistemlerin et entegre tesislerinde uygulanması, atıksu karakteri açısından gayet uygundur. Anaerobik bakterilerin oksijensiz ortamda organik maddeleri parçalaması ile metan ve karbondioksit gazlarının çıkışı şeklinde özetlenebilir. Ayrıca bu gazların ısıtma ve enerjiye dönüştürüldüğü örnekleri de vardır. Aerobik sistemler ile karşılaştırıldığında çamur üretimi ve kirlilik giderimi açısından aerobik sistemlerden düşüktür.

Biz burada sadece en çok kullanılan iki sistemden bahsedeceğiz.

4.3.3.1.1 Anaerobik Lagünler:

Et entegre tesislerinden kaynaklanan atıksuların, yüksek miktarlarda yağ, protein ve nutrient içermesi bu sistemler için son derece kullanışlıdır. Bu sistemler, havuz içinde ısıyı korumak için düşük yüzey/hacim oranı ile inşa edildiği için fazla yer kaplamazlar. Havuz tabanındaki çamur tabakası aktif anaerobik organizmalar içerir ve atıksu ile temas halindedir. Atıksu bünyesindeki giderilemeyen yağlar (fiziksel arıtma ile) havuz üzerini kaplayarak hava ile teması keser. Böylelikle ısı kaybı ve koku problemi önlenir. Ancak çoğu zaman bu hadise yeterli görülmeyerek havuz üzerinin kapatılmasına gidilir. Tabandaki çamur anaerobik sindirim sonucu giderildiği için çamur giderme de problem oluşturmaz.

Sistemin artıları:

- Yatırım maliyeti düşüktür.
- İşletilmesi kolaydır.
- Ani yüklemelerden çok fazla etkilenmez.
- Büyük oranda yağ giderimi gerçekleştirilebilmektedir.
- Çamur problemi yoktur.

Sistemin eksileri:

- Soğuk bölgelerde ısı yalıtımına veya ısı transferine ihtiyaç duyulur.
- Koku problemi olabilir.
- Giriş suyunun karakteri ve sıcaklık verim üzerinde etkilidir.
- Çıkış suyu yüksek amonyak (100 mg/L) içerir.
- Çıkış suyunun kalitesi doğrudan alıcı ortama verilmek için elverişli değildir, ikinci bir arıtıma ihtiyaç duyulur.
- Her zemin ve her bölgede uygulanamamaktadır.

4.3.3.1.2 Anaerobik Kontakt Proses:

Anaerobik tank, degasifikasyon ünitesi ve çökeltim havuzundan ibarettir. Anaerobik tanktaki katı maddeler, yüzücü maddeleri en aza indirebilmek için bir degasifikasyon ünitesine gönderilir ve daha sonra çökeltir. Çökeltile çamur anaerobik tanka geri devir yapılır. Sürekli aşılama ile anaerobik tankta kalış süresi 6 saate kadar indirilebilir.

Anaerobik tank öncesi, pH' ın kontrol edilebilmesi açısından, dengeleme tankı yapılır. Sistemin en önemli özelliklerinden biri çıkan gazın ısı kaynağı olarak kullanılmaya elverişli olmasıdır.

Sistemin arıtma verimi %85-93' e kadar yükselebilmektedir. Buna rağmen tek başına yeterli görülmemekte ve ekstra arıtmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Maliyeti ise anaerobik lagün ile aktif çamur arasındadır.

Bu sistemler; işletme güçlükleri ve tek başlarına yeterli arıtma verimine ulaşamamaları nedeni ile, gerek ülkemizde gerekse dünyada çok da tercih edilen sistemler değildir.

4.3.3.2 Aerobik Arıtma Sistemleri

Bu bölümde, entegre tesislerinden kaynaklanan atıksular için aerobik sistemler içinde yer alan, en çok tercih edilen ve asıl üzerinde duracağımız biyolojik arıtma sistemleri olan, Aktif Çamur sistemleri hakkında bilgi verilecektir. Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak kullanılan aerobik sistemler aktif çamur sistemleri olması ve bu çalışmaya konu olan örnek tesislerinde bu prensip ile çalışmasından dolayı, diğer aerobik sistemler ayrıntılı olarak ele alınmayacaktır. Yinede kullanılan aerobik sistemlerin sınıflandırılmış hali Şekil 4.2 de verilmiştir.

Aerobik sistemler;

- Süspanse sistemler(aktif çamur, oksidasyon hendekleri, havalı lagünler vb.)
- Bağlı sistemler(damlatmalı filtreler, döner biyodiskler vb.) olarak ikiye ayrılır.

Süspanse sistemler, bağlı sistemlere göre üretim açısından daha iyidir. Bağlı sistemlerde kütle transferi mikrobiyal film tabakası içerisinden moleküler difüzyonla gerçekleşirken, süspanse sistemlerde yüksek ürün oluşum hızlarına yol açan türbülent taşınım olayı vardır. Türbülent taşınım, moleküler difüzyona göre oldukça yüksek derecedendir. Ayrıca kullanılan organizmaların sistemdeki durumuna göre asıltı (süspansiyon) ve sabit film (fixed film) prosesleri olarak da sınıflandırılabilirler

Aerobik arıtma sistemleri; katı, sıvı ve gaz atıklara uygulanabilen ve oksijen varlığında karbon, azot ve kükürtlü bileşiklerin CO_2 , NO_3 ve SO_4 'e yükseltgenmesini sağlayan proseslerdir. Bu prosesler ana ve ara başlıkları ile aşağıda listelenmiştir:

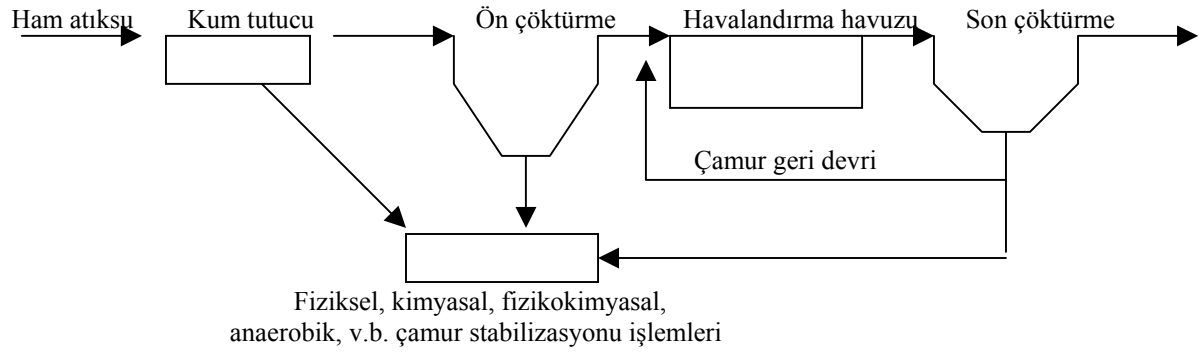
1. Aktif çamur prosesi
 - 1.1 Tam karışmalı reaktörler
 - a. Geri döngüsüz sistemler
 - b. Geri döngülü sistemler
 - c. 1. ve 0. Dereceden kinetik için tasarım
 - 1.2. Boru ve tipi aktif çamur sistemleri
 - 1.3. Geliştirilmiş aktif çamur sistemleri
 - a. Basamaklı besleme ve havalandırma
 - b. Kontak stabilizasyon sistemleri
 - c. Saf oksijenli ve çok basamaklı sistemler
 - d. Aktif karbonlu (adsorptive) sistemler
 - e. Geri döngüde havalandırma
 - f. Absorbsiyon-biyooksidasyon (AB) prosesi
 - 1.4. Aktif çamur sistemlerinde havalandırma
 - 1.5. Kinetik sabitlerin saptanması
2. Damlatmalı filtreler
 - 2.1. Geri döngüsüz filtreler
 - 2.2. Geri döngülü filtreler
 - 2.3. Difüzyon havalandırmalı filtreler
 - 2.4. Yukarı akımlı filtreler
3. Biyodisk üniteleri
 - 3.1. Geri döngüsüz biyodiskler
 - 3.2. Geri döngülü biyodiskler
 - 3.3. Geliştirilmiş üniteler
4. Akışkan yataklı arıtma sistemleri
 - 4.1. Geri döngüsüz akışkan yataklılar
 - 4.2. Geri döngülü akışkan yataklılar
5. Oksidasyon stabilizasyon havuzları
6. Mekanik havalandırmalı lagünler
7. Oksidasyon hendekleri

4.3.3.3 Aktif Çamur Arıtma Sistemleri

Ardern ve Lockett'in çalışmaları sonucu İngiltere'de bulunan aktif çamur prosesi ismini; atıksu ortamı içinde, atıkları aerobik olarak stabilize edebilen aktif mikroorganizma kütlelerinden almıştır. Aktif çamur prosesi evsel ve endüstriyel atıksuların arıtıldığı, en yaygın olarak kullanılmakta olan biyolojik atıksu arıtma metodudur. Dünyanın hemen hemen her yerinde atıksuların arıtılması için başvuru alan ilk biyolojik proseslerden biridir.

Aerobik (oksijenli) atık tasfiye sistemleri ile, atık sularda bulunan organiklerin büyük bir kısmını, daha az zararlı inorganik maddelere ve mikrobik maddelere, kontrollü bir şekilde

dönüştürmek mümkündür. Aktif çamur sistemleri için Şekil 4.2 de genel bir akım şeması verilmiştir (Erarslan ve Genç, 2002).



Şekil 4.2 Aktif çamur sistemleri için tipik arıtım şeması

Aktif çamur arıtım sistemlerindeki biyolojik arıtım birimlerinde bulunan heterojen mikrobik kültür; bakteri, protozoa, rotiferler, fungi türlerini ihtiva eder. Ancak; organik madde asimilasyonunu bu kültürlerden yalnızca bakteriler gerçekleştirir.

Sürekli olarak işletilen aktif çamur sistemi iki ana birimden oluşmaktadır. Bunlardan ilki biyolojik oksidasyon reaksiyonlarının meydana geldiği havalandırma tankı , ikincisi de katı-sıvı ayrımının yapıldığı çöktürme tankıdır. Çöktürme tankının tabanından alınan, yoğunlaştırılmış çamur, biyokütle miktarını arzu edilen düzeyde tutmak için havalandırma tankına geri devredilir. Sistemde ortaya çıkan fazla çamur ise genellikle geri devir hattı üzerinden atılarak sistemin kontrollü bir çamur alı konma süresinde (çamur yaşı) işletilmesi amaçlanır.

Sonuç olarak, aktif çamur arıtım sistemleri;

- Mikrobik bir süspansiyonun atık su içerisinde havalandırılması,
- Havalandırmayı izleyen katı-sıvı ayrımı işlemi,
- Arıtılmış suyun uzaklaştırılmasını ve,
- Çamur fazlasının sistemden uzaklaştırarak geri kalanların havalandırma tankına (biyolojik arıtım birimine) geri döndürülmesi

safhalarını kapsamaktadır. Aktif çamur arıtım sistemlerinde, yukarıda bahsedilen safhalarının gerçekleşmesi esnasında oluşan reaksiyonları beş kategoriye ayırmak mümkündür;

- Çözülmüş, kolloidal ve askıdaki organiklerin çamur floklarınca adsorbe edilmesi,
- Organiklerin biyolojik olarak parçalanıp zararsız CO₂, H₂O ve minerallere dönüşmesi ve yeni mikroorganizmaların oluşması,

- Bakterilerin protozoa veya diğer canlılarca yenmesi,
- Amonyanın, nitrit ve nitrata dönüştürülmesi,
- Çamur tükenmesi ve ölmesi.

Sistemin başarısı, bu dört ayrı safhanın ve bu safhalarda gerçekleşen reaksiyonların tam başarısına bağlıdır.

4.3.3.4 Yaygın Olarak Kullanılan Aktif Çamur Tipleri

Hali hazırda kullanılan aktif çamur tesisleri göz önüne alınırsa, temel arıtım işleminin birbirinden bağımsızca değişen 3 temel özelliği olabileceği ortaya çıkar. Bu özellikler;

- Tesisin genel planı,
- Yükleme hızı ve
- Havalandırma tipidir.

Aşağıda verilen listede, bu özellikler esas alınarak yapılabilecek bir sınıflandırma gösterilmektedir.

Plan açısından:

- Konvansiyonel tam karıştırmalı
- Substrat ekleme ve havalandırmada kademelendirme

Yükleme hızı açısından:

- Yüksek hızlı
- Konvansiyonel düşük hızlı
- Çok düşük veya uzun-havalandırmalı

Havalandırma sistemi açısından:

- Yüzey havalandırmalı
- Batık havalandırmalı

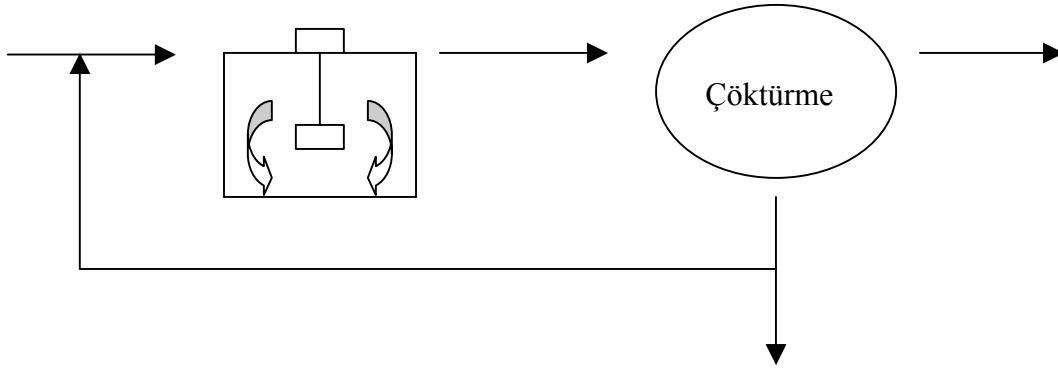
Burada, geniş çapta kullanılan ve plan açısından önemli farklılıklar gösteren tipler üzerinde durulacaktır.

Konvansiyonel Tam Karıştırmalı Sistemler

Konvansiyonel sistemlerde, piston akımlı proseslerden doğan aksaklıkları gidermek amacı ile tam karıştırmalı sistemler geliştirilmiştir. Tam karışım gerçekleşebilmesi iki şekilde sağlanabilmektedir;

- a) Ham atıksuyu tank boyunca dağıtarak,
- b) Mekanik havalandırıcılar kullanarak.

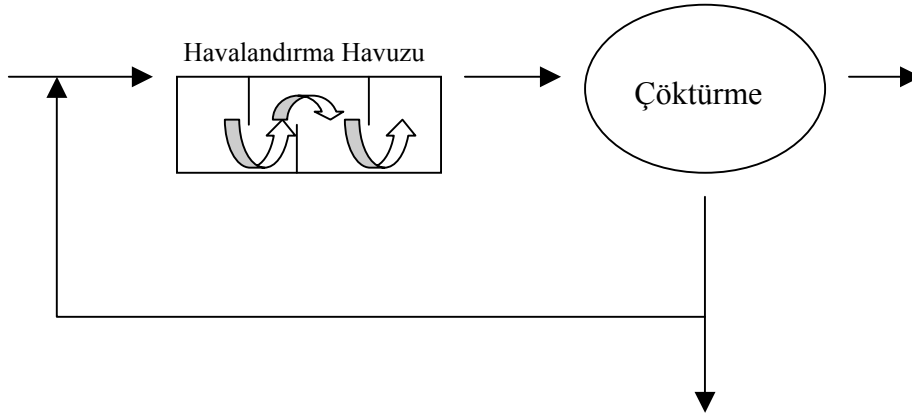
Bu tip sistemlerde tam karışım sağlandığı için tankın her noktasının homojen kabul edilebilir. Konvansiyonel tam karıştırmalı sistemler, hidrolik veya toksik şok yüklemelere karşı oldukça dayanıklıdır. Bu özelliklerinden dolayı da her geçen gün daha da popüler olmaya başlamışlardır. Son zamanlarda bu sistemlerde ilk çöktürme tankının kullanımı yavaş yavaş bırakılmaya başlanmıştır.



Şekil 4.3 Konvansiyonel tam karıştırmalı sistemler (Erarslan ve Genç, 2002)

Piston-Akımlı Aktif Çamur Sistemleri

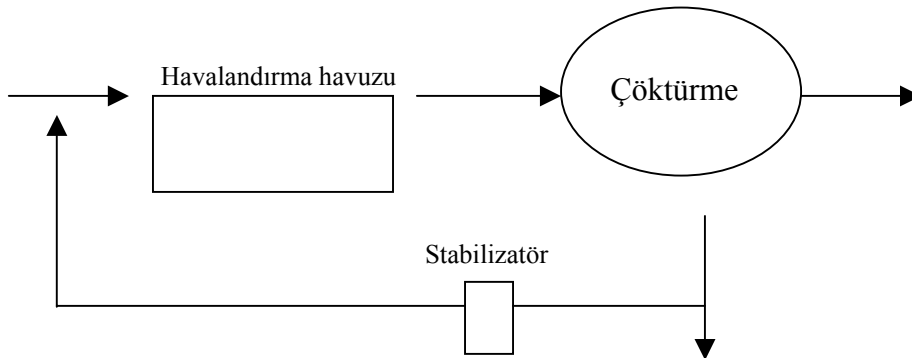
Piston akımlı aktif çamur sistemlerinde, havalandırma tankı uzun ve dar olduğu için, karışımın piston-akım olduğu varsayılmaktadır. Havalandırıcılar tankın bir yanına veya yüzeyden 2,5-3,5 m. derinliğe yerleştirilir. Böylece havalandırma tankı boyunca spiral akım elde etmek mümkün olmaktadır.



Şekil 4.4 Piston-akımlı aktif çamur sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002)

Kontak Stabilizasyon Sistemleri

Bu sistemlerde kirliliğin giderilmesi 2 safhada ile olmaktadır. Birinci safhada; kolloidler, küçük çapta katı maddeler ve çözünmüş organik maddeler aktif çamura absorbe olmaktadır. Bu safha 20 ila 40 dakika sürer. İkinci safhada, absorbe olan organikler mikroorganizmalarca kullanılıp metabolik olarak zararsız hale gelirler. Aerobik(oksijenli) koşullarda gerçekleşen bu safhalar 3-6 saatlik bir bekleme süresi gerekmektedir.

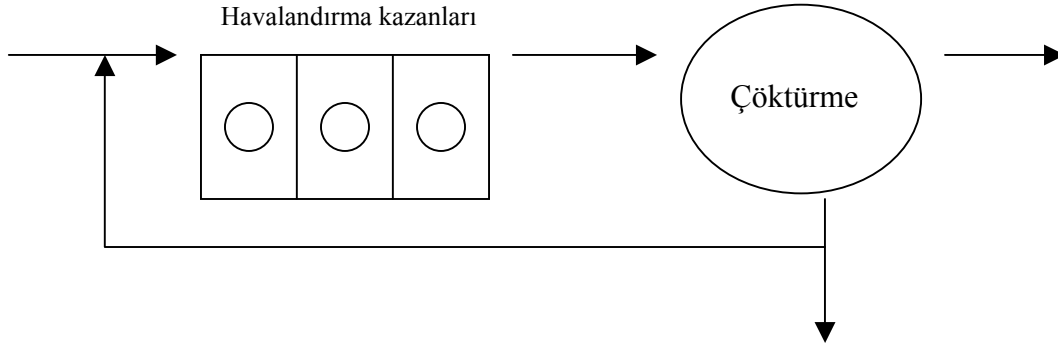


Şekil 4.5 Kontak stabilizasyon sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002)

Kontak stabilizasyon sistemlerinde havalandırma tankı hacmi, konvansiyonel veya azalan havalandırma sistemlerdekini yarısı kadardır. Bu sistemin şehir atık sularının arıtımında başarılı olduğu ispatlanmış ise de endüstriyel atıkların arıtımı için projelendirmeden önce laboratuvar deneyleri gerekmektedir.

Azalan Havalandırılmalı Sistemler

Bu sistem, konvansiyonel piston akımlı sistemlere çok benzemektedir. Ancak oksijen gereksinimi tankın başından sonuna doğru azaldığından, tankın giriş kısmına daha fazla havalandırıcı konmuştur. Bu tip sistemler, tank boyunca sabit havalandırma uygulanan sistemlerden daha ekonomiktirler. Önce labaratuvar deneyleri gerekebilir.



Şekil 4.6 Azalan havalandırılmalı sistemler (Erarslan ve Genç, 2002)

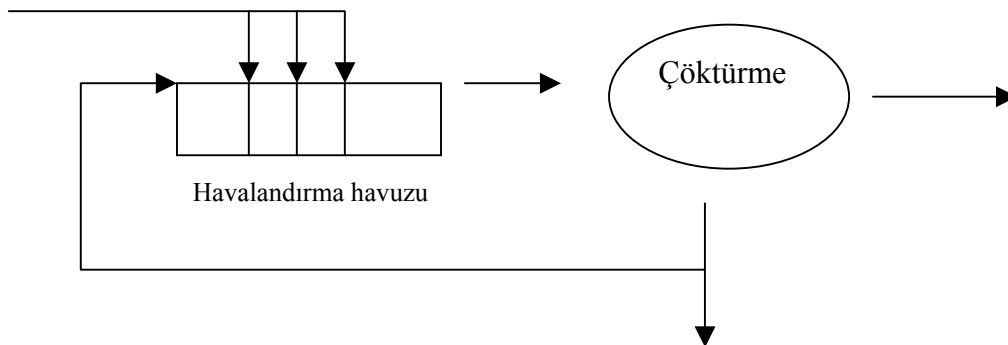
Kademeli Havalandırma Sistemleri

Bu sistemlerde geriye devredilen çamur, ham atık suyun sadece bir kısmı ile karıştırılarak havalandırma tankının girişine verilir. Atık su ise tank boyunca değişik noktalardan tanka verilir.

Bu tip aktif çamur sistemlerinin avantajlı yönleri aşağıda verilmiştir:

- 1) Atık tank boyunca daha iyi dağıtılır.
- 2) Daha az hacimli havalandırma tankı ile, iyi arıtma verimi elde edilebilir.
- 3) Oksijen gereksinimi hemen hemen her tank için aynı seviyededir.

kademeli besleme



Şekil 4.7 Kademeli havalandırma sistemleri (Erarslan ve Genç, 2002)

Boru Tipi Aktif Çamur Reaktörü

Aktif çamur sistemlerinde, havalandırma tankı olarak boru tipi reaktörler kullanılabilmektedir (plug flow reactors). Ancak havalandırma boru boyunca yapılırsa, bir miktar karışma olacağından, karışmasız (ideal) boru tipi reaktör yaklaşımı ile işletilememektedirler. Bu durumda reaktör kısmı karışmalı kompartımanlara bölünerek seri bağlı, tam karışmalı reaktör sistemi gibi düşünülebilmektedir. Reaktörün önüne bir havalandırma tankı konularak, havalandırma bu tankta yapılabilmektedir. Bu durumda, boru tipi reaktörde pek uzun olmamak şartıyla, havalandırmaya gerek olmayabilir ve reaktör ideal boru tipi reaktör olarak görülebilir.

Bu tür reaktörlerin, havalandırma ve kontrol zorlukları nedeniyle aktif çamur havalandırma tankı olarak kullanımı yok denecek kadar azdır. Ancak lağım borularında yapılacak arıtmaya bir yaklaşım olarak gösterilmektedirler. Belli noktalara havalandırma ve kontrol üniteleri konularak lağım borularında bu sistemler ile arıtma sağlanabilmektedir.

Geliştirilmiş Aktif Çamur Sistemleri

Aktif çamur sistemleri daha etkili işletebilmek için modifiye edilmeleri mümkündür. Modifiye edilmiş/geliştirilmiş sistemler arasında; basamaklı beslemeler/havalandırma, geri döngüde havalandırma, kontak stabilizasyon , saf oksijenin kullanıldığı çok basamaklı prosesler ve aktif karbon ilaveli (adsorpsiyonlu) sistemler sayılabilir.

4.3.3.5 İleri Arıtma Teknolojileri

Yukarıda anlatılan sistemlere ek olarak (özellikle direkt alıcı ortama deşarjın söz konusu olduğu durumlarda) ileri arıtım teknolojilerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu teknolojiler Çizelge 4.1’de özetlenmiştir [2].

Çizelge 4.1 İleri atıksu arıtma işlem ve prosesleri ile kirlilik giderimi

Giderim Prensipleri	İşlem Veya Prosesin Tanımı	Arıtılmış Atıksu Tipi
Askıda katı madde giderimi	Filtrasyon Mikroelek	BAÇ, İAÇ İAÇ
Amonyak oksidasyonu	Biyolojik nitrifikasyon	BAÇ, BiAÇ, İAÇ
Azot giderimi	Biyolojik nitrifikasyon/ Denitrifikasyon	BAÇ, İAÇ
Nitrat giderimi	Ayrı basamak biyolojik Denitrifikasyon	İAÇ + nitrifikasyon
Biyolojik fosfor giderimi	Ana akımda fosfor giderimi Yan akımda fosfor giderimi	HA, BAÇ AÇD
N ve P'nin birlikte giderimi	Biyolojik nitrifikasyon/denitrifikasyon ve fosfor giderimi	HA, BAÇ
Fiziksel ve kimyasal metotlarla azot giderimi	Hava ile sıyırma	İAÇ
Kimyasal ilavesi ile fosfor giderimi	Klorlama kırılma noktası İyon değişimi Metal tuzları ile kimyasal çöktürme	İAÇ + filtrasyon İAÇ+ filtrasyon HA, BAÇ, BiAÇ, İAÇ
Toksik bileşik ve refraktör(kararlı) organiklerin giderimi	Kireç ile kimyasal çöktürme Karbon adsorpsiyonu	HA, BAÇ, BiAÇ, İAÇ İAÇ + filtrasyon

Et entegre tesisleri atıksularının aktif çamur prosesi ile arıtılması neticesinde en düşük arıtma verimi N ve P parametrelerinde elde edilmektedir. N ve P konsantrasyonlarının yüksek çıkması durumunda, bu parametreleri istenen limitlere indirgeyebilmek ve (çıkış suyunun alıcı ortama deşarjı söz konusu ise) arıtma verimini arttırmak için Çizelge 4.2 de ifade edilen arıtma kombinasyonları uygulandığında, yine çizelgede verilen çıkış konsantrasyonları sağlanabilmektedir.

Çizelge 4.2 İleri atıksu arıtımında kullanılan çeşitli temel işlem ve proses düzenlemeleri ile ulaşılabilecek arıtma seviyeleri [2]

ARITIM PROSESİ	ARITILMIŞ ÇIKIŞ SUYU KONSANSTRASYONLARI						
	AKM, (mg/l)	BOI ₅ (mg/l)	KOI, (mg/l)	Top.N, (mg/l)	NH ₃ -N, (mg/l)	PO ₄ -P, (mg/l)	Bulanıklık (NTU)
AÇ +GF	4-6	<5-10	30-70	15-35	15-25	4-10	0,3-5
AÇ + GF + KA	<3	<1	5-15	15-30	15-25	4-10	0,3-3
AÇ/Nit., tek basamak	10-25	5-15	20-45	20-30	1-5	6-10	5-15
AÇ/Nit-Denit.(ayrı)	10-25	5-15	20-35	5-10	1-2	6-10	5-15
Metal tuz+AÇ	10-20	10-20	30-70	15-30	15-25	<2	5-10
Metal tuz+AÇ+Nit- denit.+filtrasyon	<5-10	<5-10	20-30	3-5	1-2	<1	0,3-3
BFG (ana akım)	10-20	5-15	20-35	15-25	5-10	<2	5-10
BNG+BFG+filtrasyon	<10	<5	20-30	<5	<2	<1	0,3-3

4.3.3.6 Geliştirilmekte Olan Yeni Teknolojiler

Çalışmanın bu kısmına kadar tanıtılan arıtma proseslerinin dışında, arıtma verimi araştırılan alternatif proseslerde mevcuttur. Et üretim tesislerinden kaynaklanan atıksularının arıtımında, tek başlarına olmasa da, aktif çamur veya diğer biyolojik arıtma proseslerine entegre edilerek (çoğu henüz laboratuvar ölçekli de olsa) yüksek verim elde edilen, hatta içme suyu standartlarına ulaşılan entegrasyonlar söz konusudur. Mevcut alternatif arıtma prosesleri aşağıda sıralanmıştır:

- Kum filtreler
- Mikrostrainer (mikro süzgeçler)
- Elektrodializ
- İyon değişimi
- Amonyak sıyırma
- Karbon adsorbsiyonu

- Kimyasal çökeltme
- Ters osmos
- Membran filtreler
- Ultrafiltrasyon
- Nanofiltrasyon
- U.V. oksidasyonu

bunlardan bazılarıdır.

Henüz ülkemizde çok yeni bir arıtma tekniği olsa da Avrupa ve Amerika’ da çalışan bir çok örneği olan Doğal Arıtma (Suni Sulak Alan) ile arıtma işlemi bir diğer alternatiftir. Öyle ki Almanya’ da bir tekstil fabrikasının atıksuları bu teknik ile arıtılmaktadır. Küçük kapasiteli tesislerde verimli olarak çalıştırılabileceği düşünülmektedir. Çünkü sistem %80-99 BOİ₅, KOİ ve bakteri giderimi, %92-95 AKM, %30-80 Toplam Azot, ve %20-70 Toplam Fosfor giderim verimi ile çalışmaktadır. Ancak alan ihtiyacı fazla olduğu için (2-5 m²/kişi) atıksu debisi büyük olan ve/veya yeterli arazisi olmayan tesisler için uygun bir alternatif değildir. Örnek olarak; yukarıda ifade edilen tekstil fabrikasının arıtma tesisi 23,5 ha alan kaplamaktadır (Erarslan, 2005).

5. İSTANBUL’ DA FAALİYET GÖSTEREN ET ENTEGRE TESİSLERİNİN, ATIKSULARI AÇISINDAN İNCELENMESİ

5.1 Giriş

Çalışmanın bu aşamasında; İstanbul il sınırları içerisinde bulunan ve et entegre sektöründe faaliyet gösteren 3 adet firma ele alınmıştır. Bu firmaların mevcut arıtma tesisleri çıkışından İSKİ tarafından alınan, arıtılmış su numunelerinde yapılmış olan analizlerin sonuçları, parametre bazında incelenmiş olup deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri hesaplanmıştır. Firmaların seçiminde, endüstrinin temsil edilebilmesi için; atıksu debileri, üretim ve arıtma kapasiteleri, arıtma verimleri, v.s. farklılıklar göz önüne alınmıştır. Çalışma boyunca firmalar A, B, C diye isimlendirilmiştir.

Her üç firmaya da kanal limitleri uygulanmaktadır. Ancak bu çalışmada, arıtma tesisleri çıkışından alınan numuneler; Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, İSKİ Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği ve İSKİ İçmesuyu Havzaları Koruma ve Kontrol Yönetmeliği standartları ile karşılaştırılacaktır. Her bir standart için; değerlendirmeye tabi tutulan parametreler ve bunların sınır değerleri aşağıda verilmiştir.

Sanayi tesislerine, mansabı alıcı ortam olan deşarjları için Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (S.K.K.Y.) standartları uygulanmaktadır. S.K.K.Y. (Tablo 5.6: Sektör: Gıda Sanayii - Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri)’ de et entegre tesisleri için sınırlandırılan parametreler ve bu parametrelerin limit değerleri (numuneler anlık alındığı için):

KOİ (mg/L) : 250 mg/L

Yağ-Gres (mg/L) : 35 mg/L

pH : 6– 9 olarak verilmektedir.

İstanbul’ da faaliyet gösteren sanayi tesislerinin, kanal veya alıcı ortama atıksu deşarjını denetleyen (Büyükşehir adına) kurum İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi)’ dir. İSKİ, et entegre sektöründe faaliyet gösteren ve deşarj ortamı kanal olan firmaları (A.K.D.Y. hükümleri doğrultusunda); KOİ, AKM, Top-N, Yağ-Gres ve pH parametreleri ile denetlemektedir. Bu parametrelerin limit değerleri:

KOİ (mg/L) : 800 mg/L,

AKM (mg/L) : 350 mg/L,

Top-N (mg/L) : 100 mg/L,

Yağ-Gres (mg/L) : 100 mg/L,

pH (mg/L) : 6-10 olarak verilmektedir.

Yine İstanbul’ da faaliyet gösteren, ancak içme suyu havzası sınırlarında kalan firmaların İSKİ tarafından İ.H.K.K.Y.’ ne göre denetimi sırasında, istenen deşarj limit değerleri şöyledir;

KOİ (mg/L) : 100 mg/L,

AKM (mg/L) : 20 mg/L,

Top-N (mg/L) : 15 mg/L,

Yağ-Gres (mg/L) : 3 mg/L

pH (mg/L) : 6,5 - 9,5

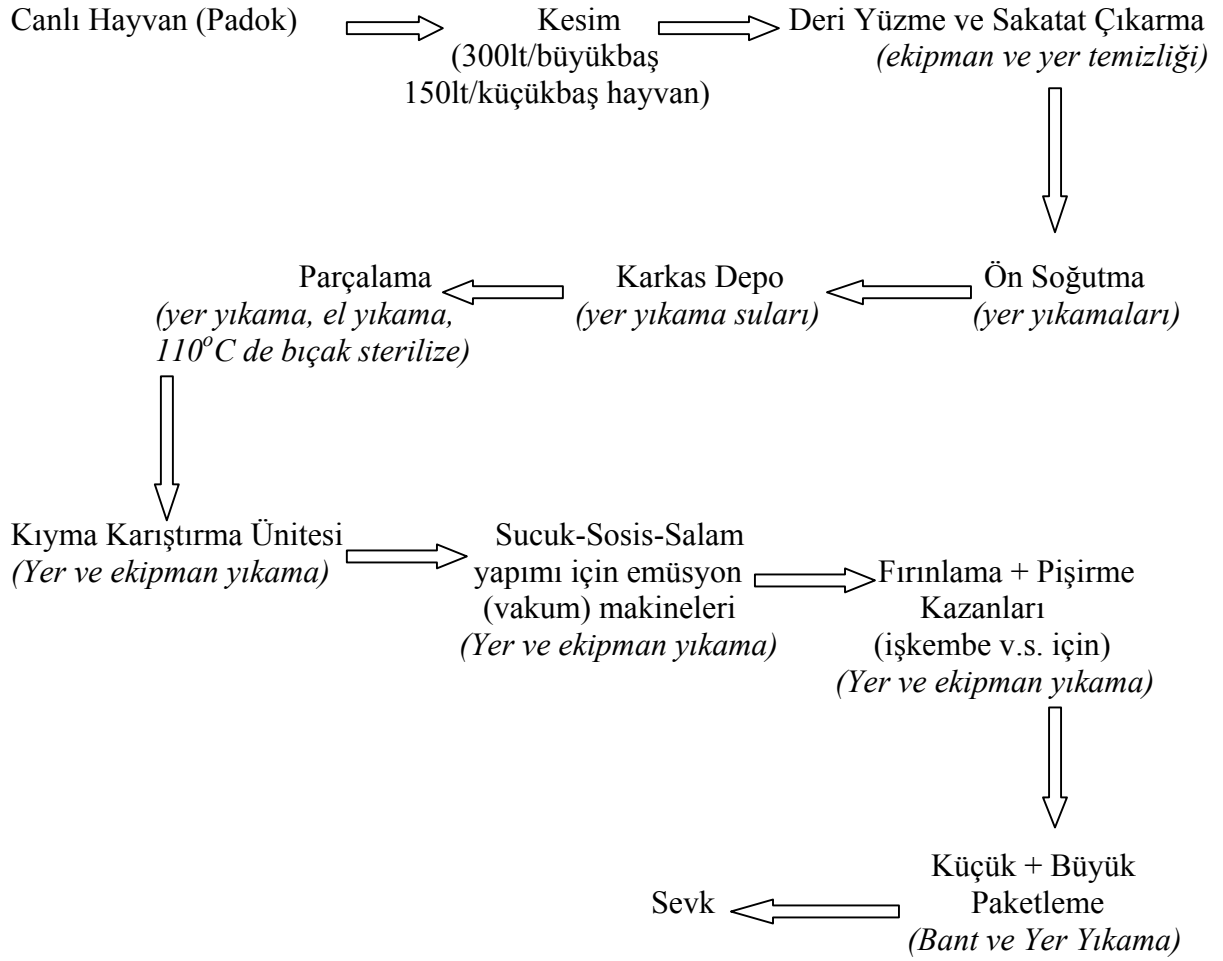
Her bir firmanın yukarıda belirtilen parametre ve limitler doğrultusunda değerlendirilmesinden önce, üretim ve arıtma tesisi proses akışı hakkında bilgiler verilecektir.

5.2 A Firması

Tesis aşağıda üretim kapasiteleri baz alınarak kurulmuş olup, iş-akış şeması Şekil 5.1 de verilmiştir.

- Hayvan Kesim Ürünleri : 4.800 ton/yıl
- Şarküteri Ürünleri : 5.100 ton/yıl
- Rendering ürünleri : 1.230 ton/yıl
- Toplam : 11.130 ton/yıl
- Günlük : 35,67 ton/gün’dür.

Tesisin iş-akış şeması Şekil 5.1’de gösterilmiştir.

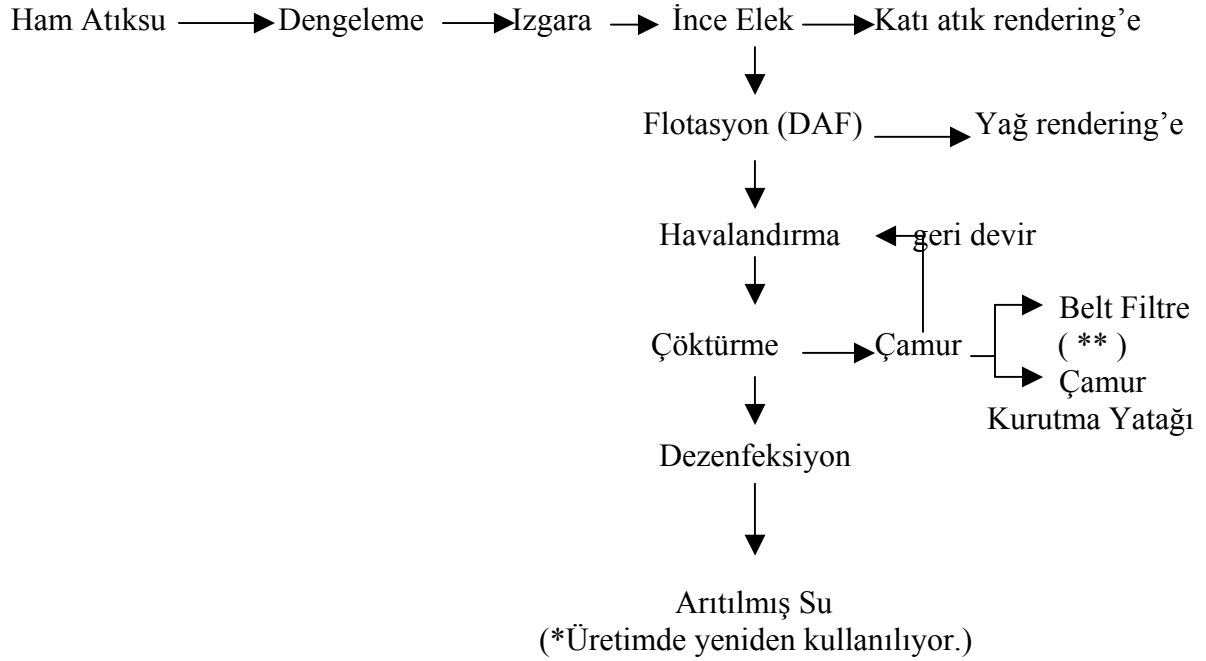


Şekil 5.1 A firmasının iş akış şeması

5.2.1 Arıtma Tesisi Bilgileri

Çizelge 5.1’de karakterize edilen ve A firmasının faaliyetinden kaynaklanan atıksular, Şekil 5.2’de proses şeması gösterilen arıtma tesisinde arıtılmaktadır. Aktif çamur prensibi ile işletilen biyolojik arıtma tesisinin proje debisi 600 m³/gün’ dür. Firmanın, faaliyeti sonucu oluşan kanlı atıksular için ayrı bir önlemi yoktur. Bu atıksular (besleyici özelliklerinden dolayı) direkt arıtma tesisine alınmaktadır. Gerek üretim alanından, gerekse arıtma tesisinden açığa çıkan kemik, et v.s. paçacıkları ve yağlar için rendering (kuru) tesisi bulunmaktadır. Ayrıca arıtma tesisine firmadan kaynaklanan endüstriyel atıksuların yanında, evsel atıksularda verilmektedir.

A firmasının atıksularının arıtıldığı, aktif çamur prensibi ile işletilen, biyolojik arıtma tesisinin proses şeması Şekil 5.2’de özetlenmiştir.



*Aritılmış su; ürünle teması olmayan alanların temizliği (ahır ,atık kanalı v.s.) ve arazi sulamada kullanılmakta olup yağışlı havalarda sistemde fazlası deşarj edilir. Firmada deşarj edilen atıksuyun kontrolü kanal limitleri baz alınarak yapılmaktadır.

**Çamur susuzlaştırmadan oluşan süzöntü suyu artıma tesisine geri devredilir.

Şekil 5.2 A firmasının arıtma tesisi akım şeması

A firmasından kaynaklanan atıksulardan alınan karakterizasyon numunelerinin sonuçları ve ortalama değerleri Çizelge 5.1 de gösterilmiştir (İSKİ).

Çizelge 5.1 A firmasının atıksu karakteri

ARITMA TESİSİNE GİRİŞ SUYU DEĞERLERİ					
TARİH	14.03.1989	12.04.1989	05.06.2002	26.09.2002	ORTALAMA
BOİ (mg/l)	4700	5480			5090
KOİ (mg/l)	9100	12000	2480	1590	6293
AKM (mg/l)	820	2940	1100	620	1370
TOP-N (mg/l)	617	95	85	75	218
YAĞ-GRES (mg/l)	340	2500	850	580	1068
pH	7	7,2	8	7	7,3

5.2.2 Arıtma Tesisi Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:

A firmasına ait arıtma prosesinin çıkışından alınan, anlık arıtılmış su numunelerinin, analiz sonuçları ve aylık/yıllık ortalama değerleri Çizelge 5.2, 5.3 ve 5.4 de verilmiştir (İSKİ):

Çizelge 5.2 A firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları

Tarih	BOİ (mg/l)	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
13.08.1987	65	220	4	0,43	0,9	7,4
17.08.1987	25	283	27	10	16	6,4
16.10.1987	154	540	156		28	5,08
09.03.1988	130	275	106,6	1,11	20	7,94
27.04.1988	145	380	190	1,9	0,6	7,87
25.08.1988	40	170	20	0,8	15	7,7
06.09.1988	40	241	65	0,73	10	7,6
02.11.1988	90	200	70	77	10	7,6
15.12.1988		94	20	10	10	7,1
14.03.1989	30	110	25	30	0,6	7,3
12.04.1989	60	190	75	0,5	10	7,5
31.05.1989		95	15	22	15	7,5
29.06.1989	34	110	88	73	16	7,35
19.07.1989		230	15	37	10	7,5
31.08.1989	60	175	140	9	35	7,4
13.12.1989	50	230	50			7,4
28.02.1990	3	17	340	1,18	10	7,4
13.06.1990		750	100	0,81	70	7,93
25.07.1990		250	90	87,5	45	7,63
10.10.1990		100	15	15,6	10	7,52
29.11.1990	50	100	45	96	10	7,55
23.07.1991	15	76	45	7,9	10	7,48
27.11.1991	110	297	64	1,03	10	7,72
11.02.1992	45	250	50	1,6	10	7,66
07.09.1993		60	10	14	10	7
26.01.1995	70	350	136	0,62	10	
30.03.1995	15	175	38	11	17	
13.06.1995	20	240	46	39	10	
19.09.1995	25	150	42	23	10	
11.06.1996		150	80	8	13	6,45
08.03.1996		140	20	34	10	8,65
15.04.1996		270	60	22	10	6,25
06.06.1996		150	40	30	10	7,65
18.07.1996		162	55	20	10	6,2
22.08.1996		270	80	79	10	7,5
23.09.1996		200	60	14	11	6,75
14.10.1996		165	50	9	10	6,751
17.02.1997		80	10	21	10	6,6
19.03.1997		110	12	23	10	7,5
14.04.1997		80	20	19	10	8
06.05.1997		270	10	57	10	7,68
10.06.1997		135			15	8,5

27.08.1997	53	160			10	6,42
06.11.1997		100			20	6,76
13.01.1998		100			15	6,3
26.02.1998	40	120			10	7,9
17.03.1998		120			10	8
21.04.1998		200			20	7,69
06.05.1998		80			15	7
03.06.1998		85			30	8,78
03.08.1998		300			20	8,57
14.09.1998		95			10	7,7
02.11.1998		50	20		10	7,7
15.12.1998		50	10		10	8,2
04.02.1999		160			10	7,3
15.03.1999		100			15	7,7
13.04.1999		100			10	7,3
23.06.1999		90	25	37	10	7,5
02.02.2000		400	10	57	10	7,3
10.05.2000		70	30	26,4	15	7
27.07.2000		60	10	30	10	7,7
11.09.2000		60	10	10	10	8,11
07.10.2000		60	10	25	10	7,5
20.11.2000		90	10	35	15	7,7
27.02.2001		190	15	90	10	8
21.03.2001		60	10		10	7,9
09.05.2001		120	15	55	20	7,7
20.06.2001		140	20	75	25	8,3
19.09.2001		80	10	60	10	6,8
21.01.2002		100	30	60	10	7,84
06.02.2002		490	210	1,25	20	7,8
16.04.2002		120	50	75	10	7
24.04.2002		60	10	10	10	7
19.08.2002		200	50	40	10	8
12.09.2002		70	10	8	10	7,5
26.09.2002		540	340	35	20	7
06.11.2002		180	85	40	10	7
12.12.2002		50	10	25	10	6,5
13.03.2003		50	10	16	15	7
05.06.2003		90	30	80	10	7
23.06.2003		300	90	96	10	7,5
16.07.2003		325	70	100	20	7,9
09.09.2003		60	10	14	10	7
07.10.2003		110	25	50	10	7
23.10.2003		80	15	28	10	7
15.12.2003		215	30	80	10	7
02.03.2004		65	10	34	10	7
06.04.2004		90	10	32	10	7
12.04.2004		70	10	34	10	7
20.04.2004		70	10	42	10	7
27.04.2004		70	10	35	10	7
12.05.2004		50	10	13	15	7,5
25.05.2004		50	10	22	10	7
14.06.2004		80	20	29	10	7

30.06.2004		50	10	44	10	7
17.08.2004		80	90	5,3	10	7
24.08.2004		1430	85	9	100	7
09.09.2004		120	10	60	10	7
18.11.2004		160	45	73	10	7
11.01.2005		240	70	100	15	7
18.01.2005		190	60	60	20	7
21.04.2005		90	20	73	10	7
17.05.2005		130	40	35	10	7
05.07.2005		190	30	95	10	7
02.09.2005		110	30	53	20	7
16.09.2005		70	30	70	10	7
21.10.2005		220	70	64	15	7
06.12.2005		70	30	53,2	10	5
21.12.2005		60	20	47,2	10	6
ORTALAMA	57,04	170,41	48,36	36,11	13,87	7,29

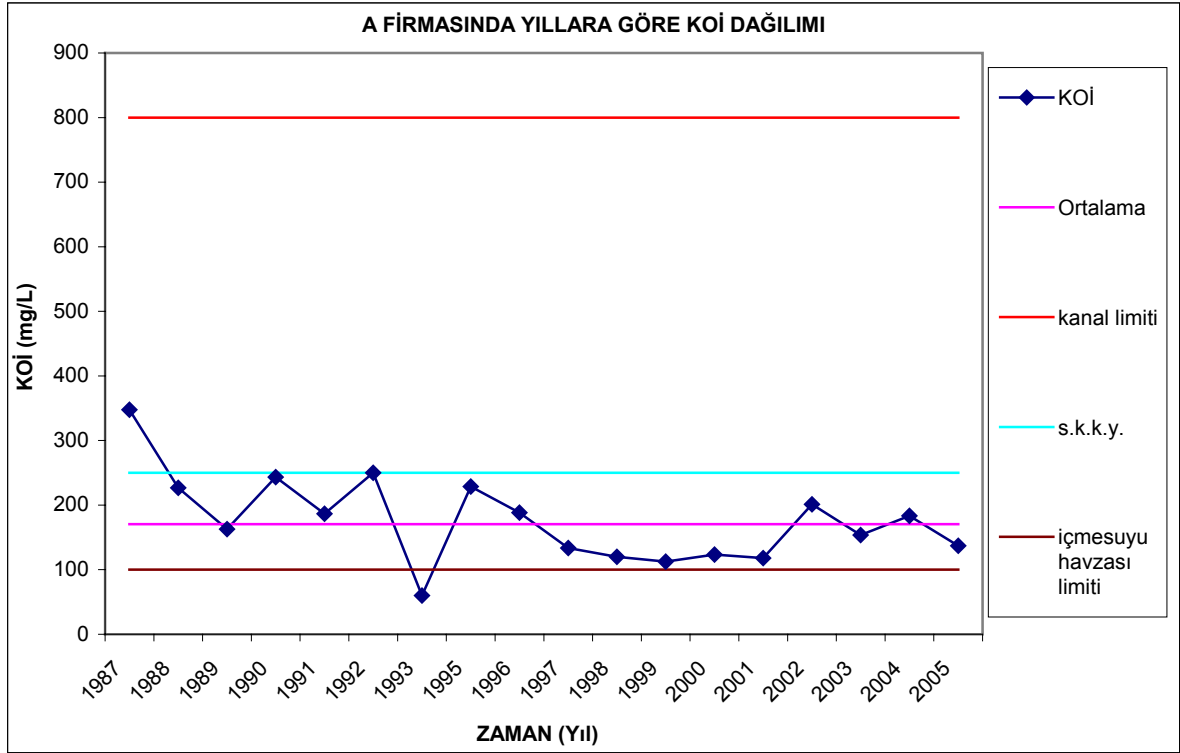
Çizelge 5.3 A firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları

Ay	N (numune sayısı)	BOİ (mg/l)	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
1.	5	70	196,00	74	55,16	14	7,04
2.	8	29,33	213,38	105,83	28,67	11,25	7,5
3.	10	58,33	120,5	28,95	21,30	11,76	7,67
4.	13	102,5	137,69	42,27	31,31	10,05	7,2
5.	8		108,13	18,57	32,91	13,75	7,3
6.	13	27	182,31	49,91	46,53	18,38	7,58
7.	7	15	184,71	45	53,91	16,43	7,34
8.	10	48,6	328,8	62	19,19	22,69	7,34
9.	13	32,5	142,77	52,25	30,14	11,62	7,21
10.	6	154	185	48,5	36,52	13,83	6,85
11.	8	83,33	147,13	48,43	53,67	11,88	7,38
12.	7	50	109,86	24,29	43,08	10	6,74

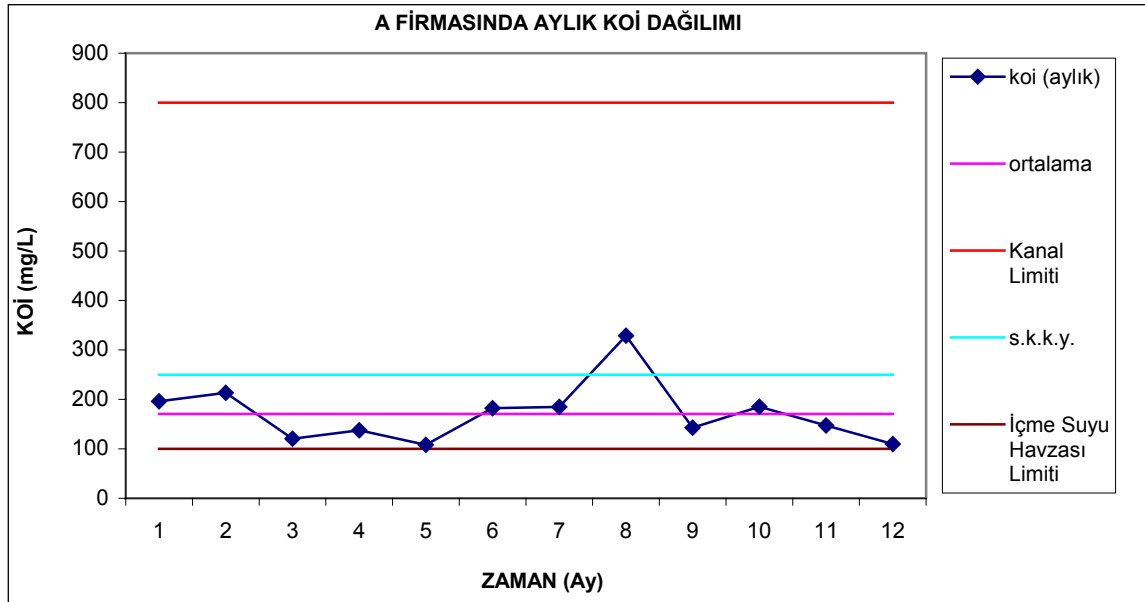
Çizelge 5.4 A firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları

Tarih	N (numune sayısı)	BOİ (mg/l)	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
1987	3	81,33	347,67	62,33	5,22	14,97	6,29
1988	6	89,00	226,67	78,60	15,26	10,93	7,64
1989	7	46,80	162,86	58,29	28,58	14,43	7,42
1990	5	26,50	243,40	118,00	40,22	29	7,61
1991	2	62,50	186,50	54,50	4,47	10	7,6
1992	1	45,00	250,00	50,00	1,60	10	7,66
1993	1		60,00	10,00	14,00	10	7
1995	4	32,50	228,75	65,50	18,41	11,75	
1996	8		188,38	55,63	27,00	10,5	7,03
1997	7	53,00	133,57	13,00	30,00	12,14	7,35
1998	10	40,00	120,00	15,00	0,00	15	7,78
1999	4		112,50	25,00	37,00	11,25	7,45
2000	6		123,33	13,33	30,57	11,67	7,55
2001	5		118,00	14,00	70,00	15	7,74
2002	8		201,11	88,33	32,69	12,22	7,29
2003	8		153,75	35,00	58,00	11,88	7,18
2004	13		183,46	25,38	33,25	17,31	7,04
2005	10		137,00	40,00	65,04	13	6,7

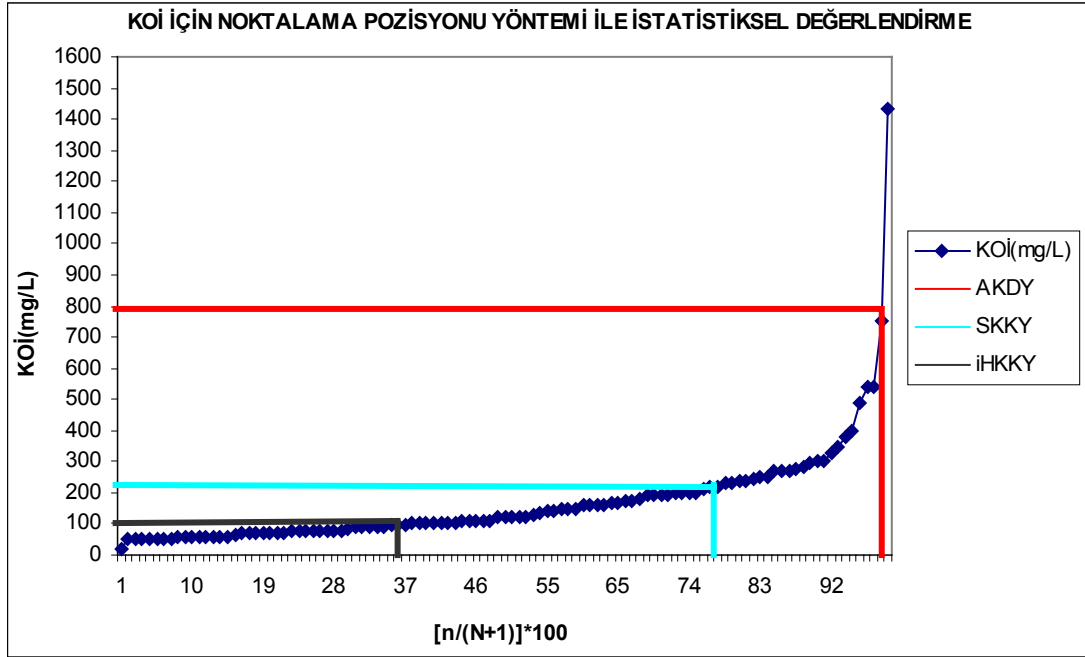
Çizelge 5.2, 5.3 ve 5.4 yardımı ile oluşturulan A firmasına ait analiz sonuçlarının, parametre bazında aylık ve yıllık zaman diliminde, ayrıca deşarj limitlerine göre noktalama pozisyonu yöntemi ile istatistiksel olarak değerlendirilmesini sağlayacak olan grafikler, Şekil 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 ve 5.16 da gösterilmiştir.



Şekil 5.3 A firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.4 A firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri



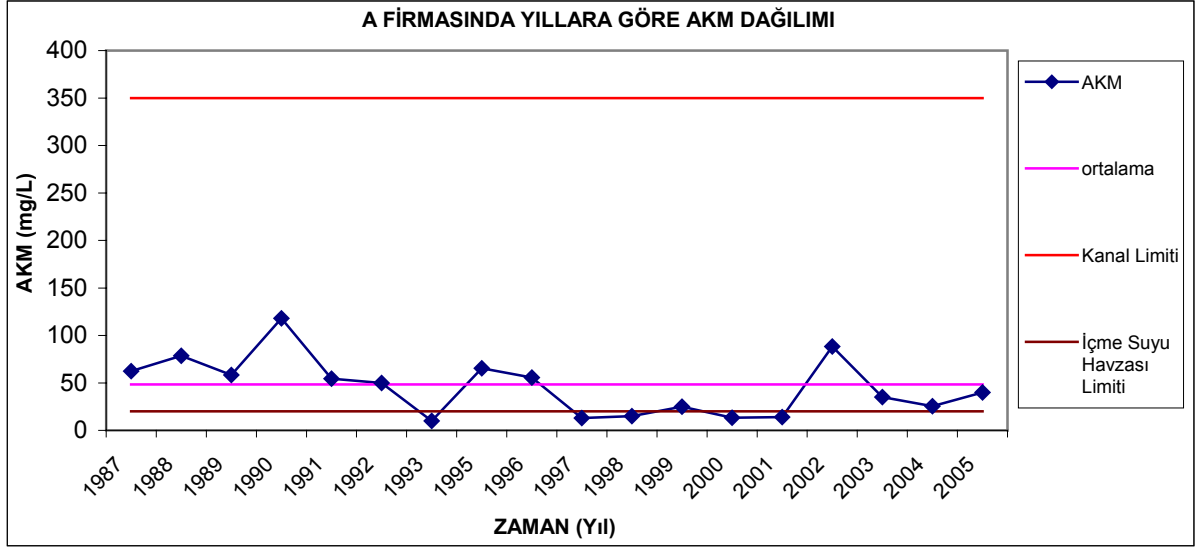
Şekil 5.5 A firmasında KOİ parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

A firması için oluşturulan Şekil 5.3 ve 5.4'deki grafikler incelendiğinde ilk dikkat çeken husus 170,41 mg/L olan ortalama değer kanal limitinin çok altında kaldığıdır. Yalnız ortalama değer değil, tekil olarak, yıllık ve aylık değerlerin hiç birinin, 800 mg/L olan kanal limitine ulaşamadığı görülmektedir. 250 mg/L olan S.K.K.Y. limiti ise ulaşılmaz olmasa bile, ortalama değer üstünde kalmıştır. 100 mg/L olan içme suyu havzası limit değerinin ise sadece 1993 yılı ortalamasında sağlanabildiği, bunun dışında firmanın gerek aylık ortalama değerlerinde gerekse tüm analiz sonuçlarının ortalamasında bu limite inilemediği, arıtma tesisinde değişiklikler veya eklemeler yapılmadan da bu limitin sağlanamayacağı görülmektedir.

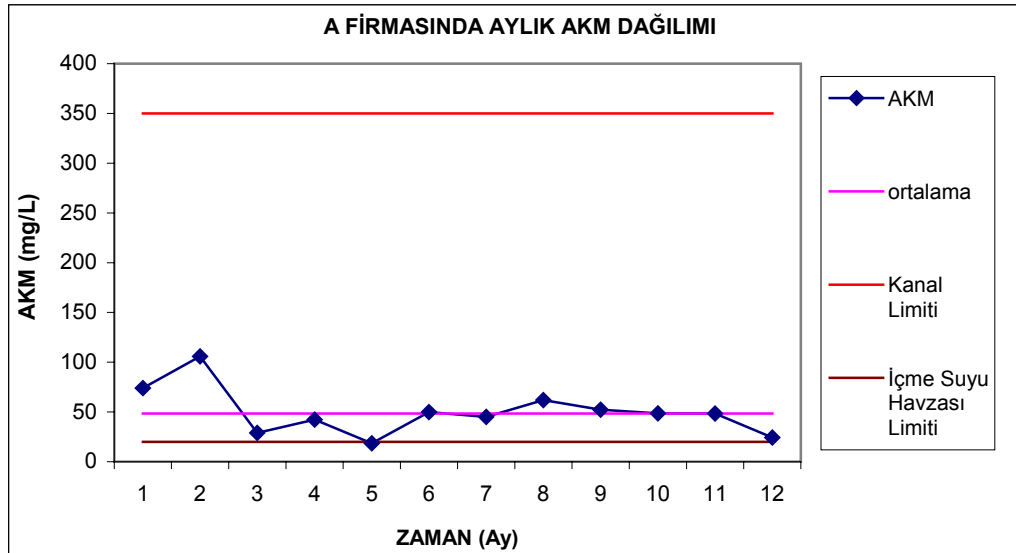
Yıllık değerlerin en büyüğü ile en küçüğü arasında 290 mg/L' lik fark mevcuttur. En büyük KOİ değeri, tesisin ilk kuruluş tarihi olan 1987 yılına karşılık gelmektedir. En düşük değer ise 1993 yılı ortalamasıdır ki havza limitini dahi sağlamıştır.

Aylık değerlerin en büyüğünün 8. ayda, en küçükleri 3., 5. ve 12. aylara karşılık gelmektedir. Yaz ayları, mevsimsel ortalama, KOİ parametresinin en yüksek seyrettiği aylar olmuştur. Bahar ayları (3., 4. ve 5. aylar) ise mevsimsel ortalama bu parametrenin en düşük çıktığı aylardır. En büyük konsantrasyon ile en düşüğü arasındaki fark yaklaşık 220 mg/L' dir.

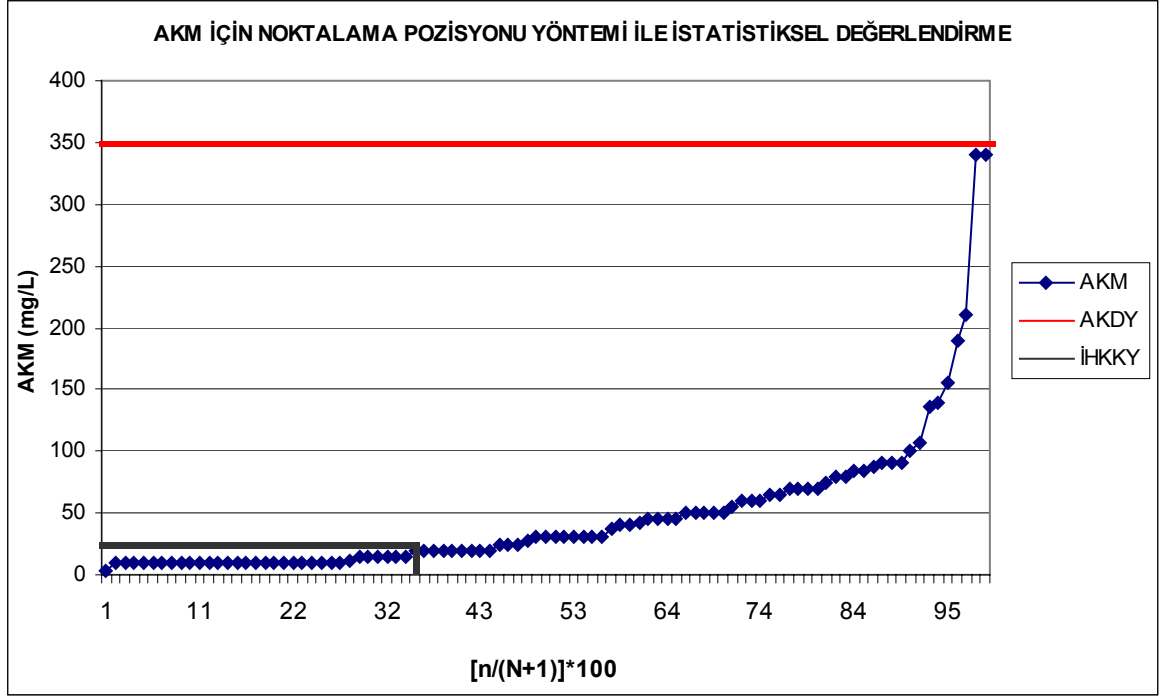
N= 109 numune sonucu ve noktalama pozisyonu yöntemi ile oluşturulan Şekil 5.5'deki grafik yardımı ile; A firmasına ait KOİ parametresinin 800 mg/L olan AKDY limitini %98 oranında, 250 mg/L olan SKKY limitini %78 oranında, 100 mg/L olan İHKKY limitini ise %36 oranında sağlayabildiği tespit edilmiştir. Grafiklerde n= n. numuneye kadar alınan numune sayısını, N= her parametre için mevcut analiz sonucu adedini ifade etmektedir.



Şekil 5.6 A firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.7 A firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri



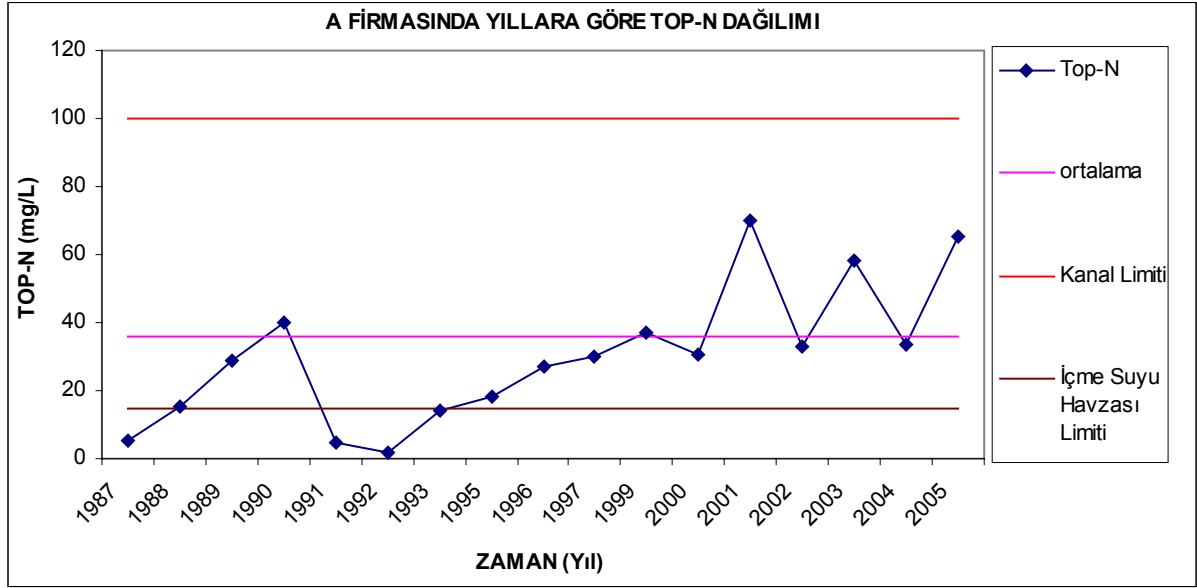
Şekil 5.8 A firmasında AKM parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

Şekil 5.6 ve 5.7' deki grafikler, A firmasının AKM parametresi için yıllık ve aylık ortalama değerlerinin dağılımını göstermektedir. S.K.K.Y. de et entegre tesisleri için AKM parametresi değerlendirmeye alınmadığından, grafiklerde bu standart belirtilmemektedir.

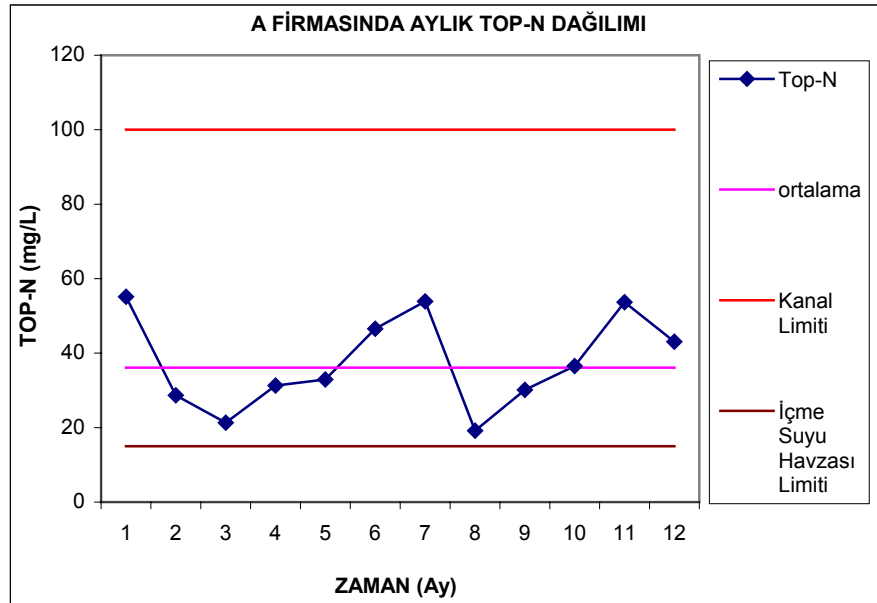
Bu parametre içinde sonuçlar, KOİ de olduğu gibi 350 mg/L olan kanal limitinin çok altında kalmıştır. Ancak 48,36 mg/L olan ortalama değer ile 20 mg/L olan havza limiti sağlanamamıştır. Bunun yanında bazı yıllar havza limitinin altına düşülebildiği de görülmektedir. 1993,1997,1998,2000 ve 2001 seneleri havza limitinin altına inilebildiği senelerdir. AKM' nin en yüksek olduğu seneler 1990 ve 2002, en düşük olduğu sene ise 1993' dür. Yıllık ortalama AKM için en büyük konsantrasyon farkı, 108 mg/L' dir.

AKM' yi aylık bazda değerlendirdiğimiz zaman ise 1,2 ve 8. aylar en yüksek, 3,5 ve 12. aylar en düşük çıkış konsantrasyonlarının netice verdiği aylardır. KOİ de olduğu gibi ilkbahar ayları yine mevsimsel ortalama en düşük konsantrasyonların görüldüğü dönemler olmuştur. Ancak KOİ parametresinde mevsimsel ortalama yaz ayları yüksek değerlere sahip iken AKM de kış aylarının mevsimsel ortalama en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Aylık ortalama en büyük konsantrasyon farkı, yaklaşık 85 mg/L' dir.

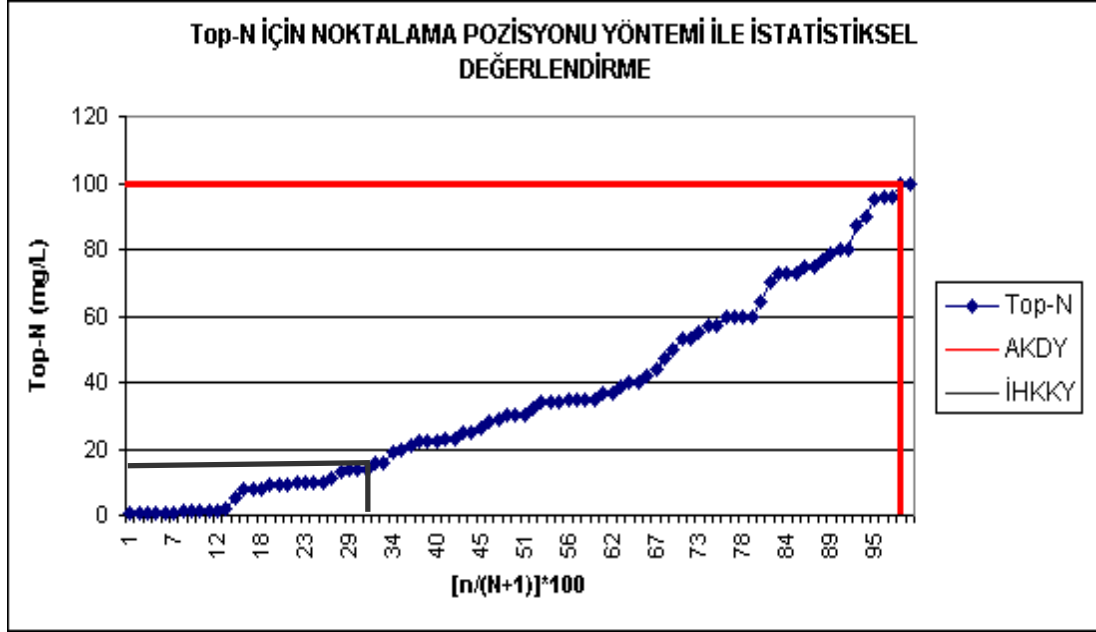
Şekil 5.8 yardımı ile N= 95 adet çıkış konsantrasyon değeri mevcut olan AKM parametresinin deşarj standartlarını sağlayabilme yüzdeleri; AKDY için %100, İHKKY için %35 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.9 A firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.10 A firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri



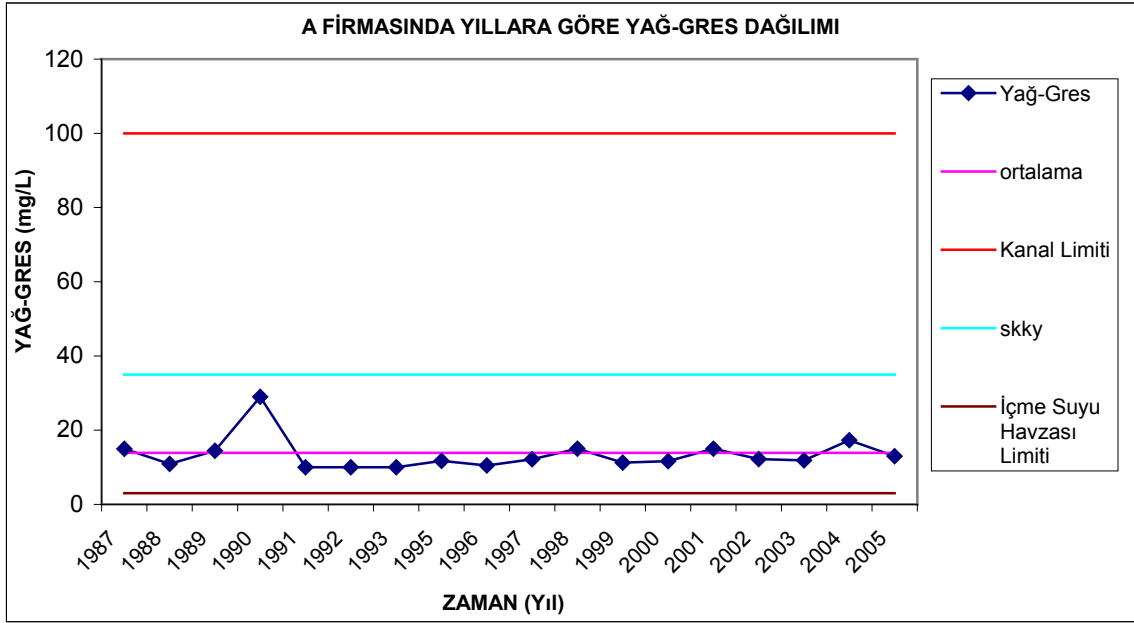
Şekil 5.11 A firmasında Top-N parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

Top-N parametresinin yıllık ve aylık dağılımlarının gösterildiği Şekil 5.9 ve 5.10 da, yüksek konsantrasyon farkı ile yapılan piklerin fazlalığı dikkat çekmektedir. Bunun nedeni: Kanlı suların ayrılmadan (renderinge gönderilmeden) direkt arıtma tesisine verildiği firmada, kesimin gerçekleştiği dönemlerde ani konsantrasyon artışları yaşanmasıdır.

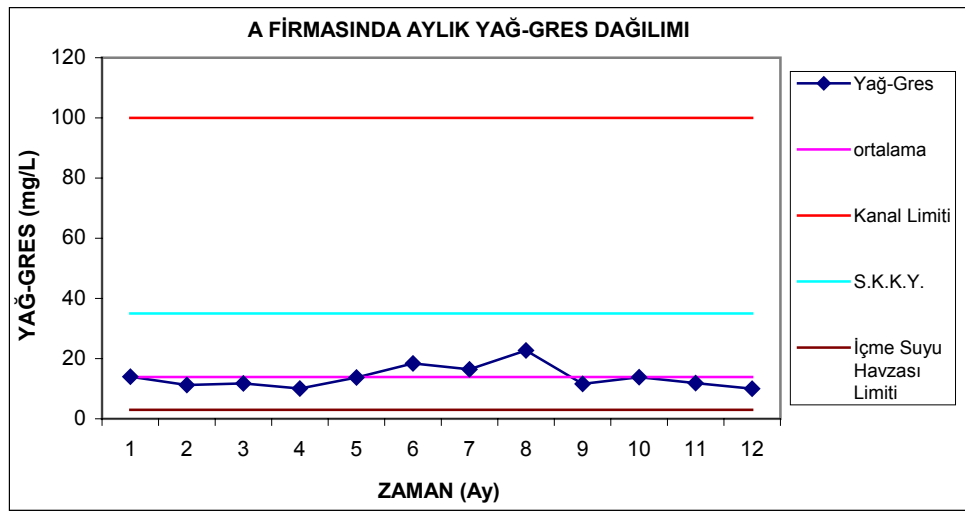
1987, 1991 ve 1992 yılları arıtma tesisi çıkışında Top-N parametresinin en düşük çıktığı, hatta havza limitinin çok altında kaldığı yıllardır. Ancak bu parametrede de diğerlerinde olduğu gibi, 36,11 mg/L olan ortalama değer 15 mg/L olan havza limitinin üstündedir. Bunun yanında 100 mg/L olan kanal limiti bu parametrede de hiç aşılmamıştır. 2001, 2003 ve 2005 yılları ise ortalama değer çok üstüne çıktığı yıllardır. Bu parametrede, en yüksek çıkış konsantrasyonu ile en düşüğü arasındaki fark 68,4 mg/l dir.

Aylık değerlendirmede ise kanal limiti ile ortalama değer arasında 60 mg/L nin üzerinde fark mevcut olmakla birlikte, havza limiti hiç yakalanamamıştır. 1,7,11 ve 12. aylar en yüksek değerlerin gözlendiği dönemlerdir. 3 ve 8. aylar ise en düşük çıkış konsantrasyonunun gözlendiği aylardır. Bu parametrenin mevsimsel değerlendirmesinde de, ilkbahar ayları en düşük çıkış konsantrasyonlarının izlendiği aylardır. En yüksek mevsimsel ortalama ise kış aylarında gözlenmektedir. En yüksek değer ile en düşük arasındaki konsantrasyon farkı yaklaşık 36 mg/L dir. S.K.K.Y. limitlerinde bu parametre yer almadığı için grafikte gösterilememiştir.

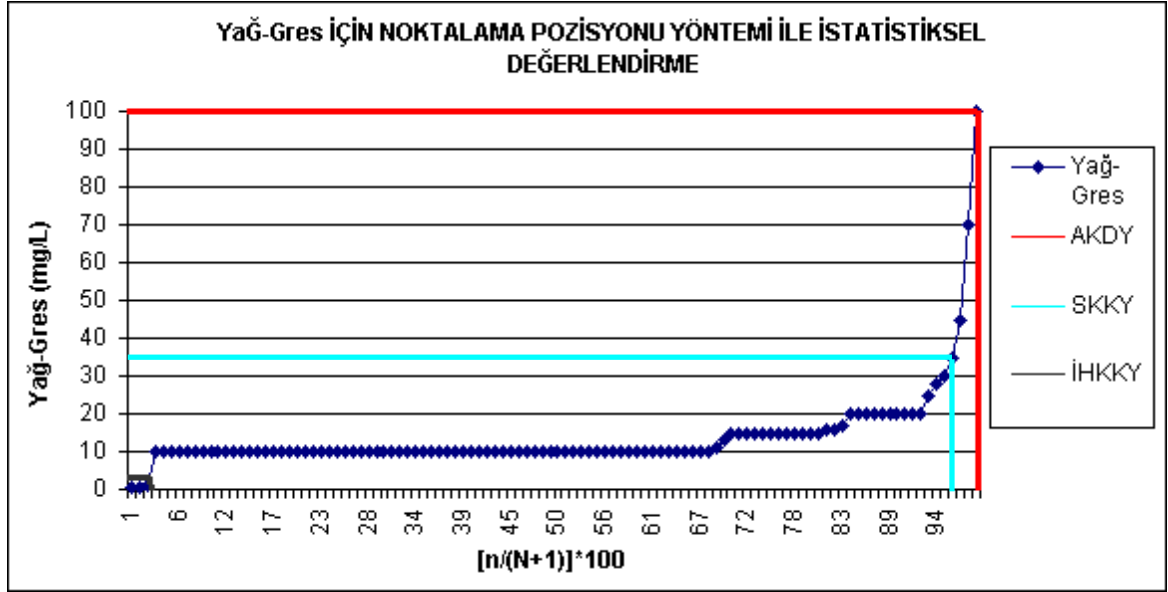
Şekil 5.11' deki grafik yardımı ile N= 90 adet çıkış konsantrasyonu mevcut olan Top-N parametresinin deşarj limitlerini sağlayabilme yüzdeleri AKDY için %98, İHKY için %31 bulunmuştur.



Şekil 5.12 A firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.13 A firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri



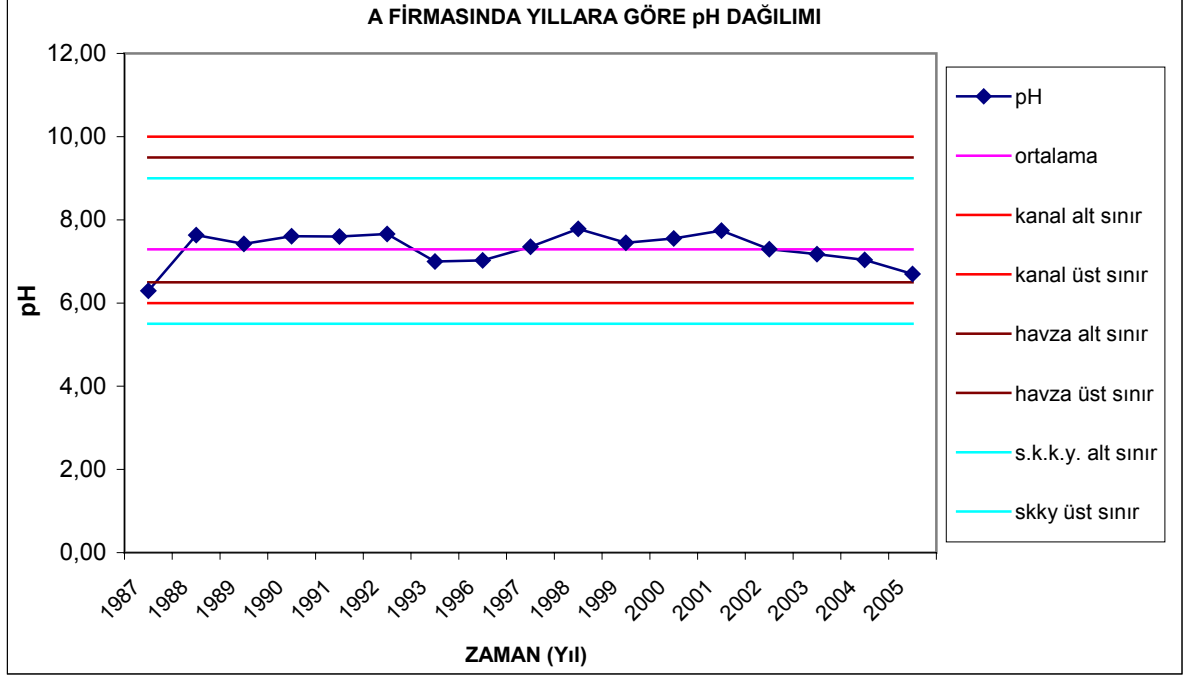
Şekil 5.14 A firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

Yağ-Gres parametresinin, arıtma tesisi çıkış konsantrasyonu ortalama değeri 13,87 mg/L'dir. Bu değer, kanal limitinin %15' ine bile ulaşamazken, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği limitinin %50'sinin altında kalmıştır. Havza limitinin ise, yine sağlanamamıştır.

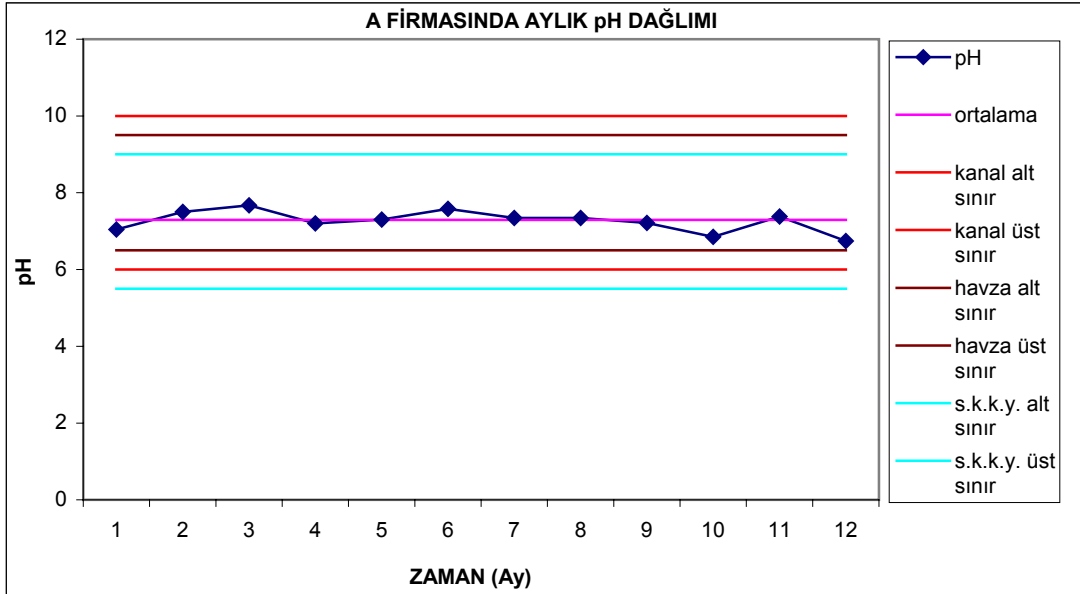
Bu parametrede; yıllık ortalama değerlerin 1990 yılındaki artışı haricinde ortalama 5 mg/L' lik bir farkla, çok ciddi bir konsantrasyon farkı olmaksızın kararlı bir grafik çizdiği söylenebilir. En yüksek konsantrasyon ile en düşüğü arasındaki fark 19 mg/L' dir.

Aylık ortalama değerlerde yıllık değerlerde olduğu gibi kararlı bir grafik çizmektedirler. 6., 7. ve 8. ayların dışında konsantrasyon farkları 1-2 mg/L civarındadır. Gerek 100 mg/L olan kanal limiti gerekse 35 mg/L olan S.K.K.Y. limitine hiç ulaşmamanın yanında yine, 3 mg/L olan havza limiti sağlanamamıştır. Yaz ayları ortalamasında en yüksek, ilkbahar ve kış aylarında ise düşük konsantrasyon değerleri gözlenmektedir. En yüksek konsantrasyon ile en düşüğü arasındaki fark 12,69 mg/L' dir.

N= 108 adet çıkış konsantrasyonu ile oluşturulan Şekil 5.14'deki grafik yardımı ile deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri; AKDY için %99, SKKY için %96 ve İHKKY için ise %3,6 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.15 A firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.16 A firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri

Gerek yıllık gerekse aylık değerlendirmenin yapıldığı 5.15 ve 5.16 daki grafiklerde görüldüğü üzere, ortalama değer alt sınırlara daha yakın durumdadır. Hatta 7,29 olan ortalama değer bütün değarj limitlerini sağlasa bile 1987 yılı ortalama değeri, havza alt limitinin altına düşmüştür. En yüksek değer ise 7,78' dir. Bu nedenle atıksuyun asitliğe daha yakın bir karakterde olduğu söylenebilir.

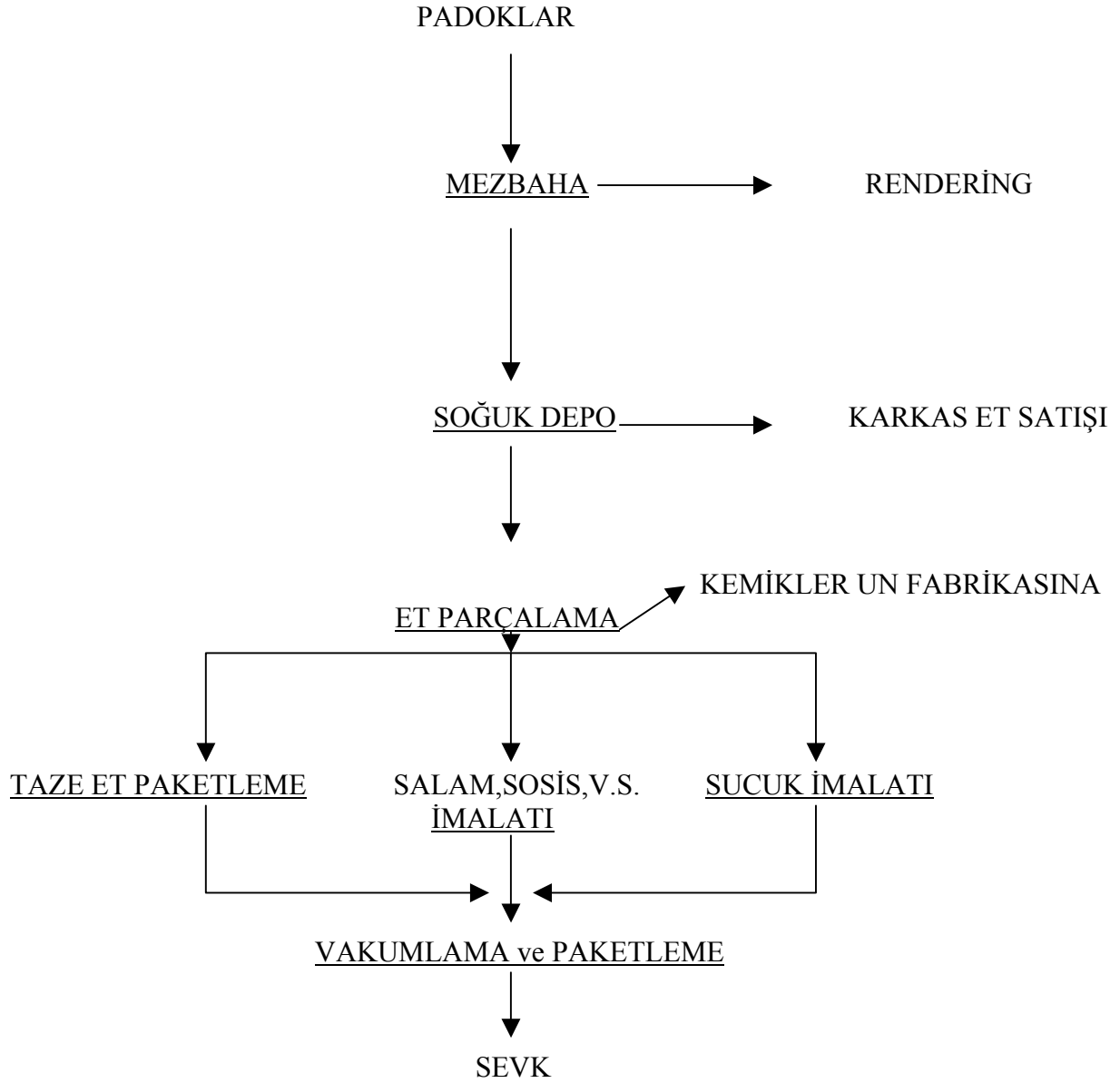
Aylık değerlendirmede ise genelde 7-7,5 arasında değişim gösterdiği ve bütün değerlerin mevcut değarj limitlerini sağladığı görülmektedir.

5.3 B Firması

B firması haftada 6 gün, 08:00 – 18:00 saatleri arasında çalışmaktadır. Firma günlük 50 adet büyükbaş ve 150 adet küçükbaş hayvan kesimi yapılabilecek kapasitede kurulmuştur. Tesisin ürün çeşiti ve kapasite bilgileri aşağıda verilmiştir:

- Salam: 40 ton/yıl
- Sucuk: 1000 ton/yıl
- Sosis: 300 ton/yıl
- Kavurma: 50 ton/yıl
- Pastırma: 50 ton/yıl
- Jambon: 50 ton/yıl
- Toplam: 1490 ton/yıl
- Günlük: 5 ton/gün

Firmanın faaliyeti Şekil 5.17 deki akım şeması ile özetlenmiştir.



Şekil 5.17 B firmasının iş akış şeması

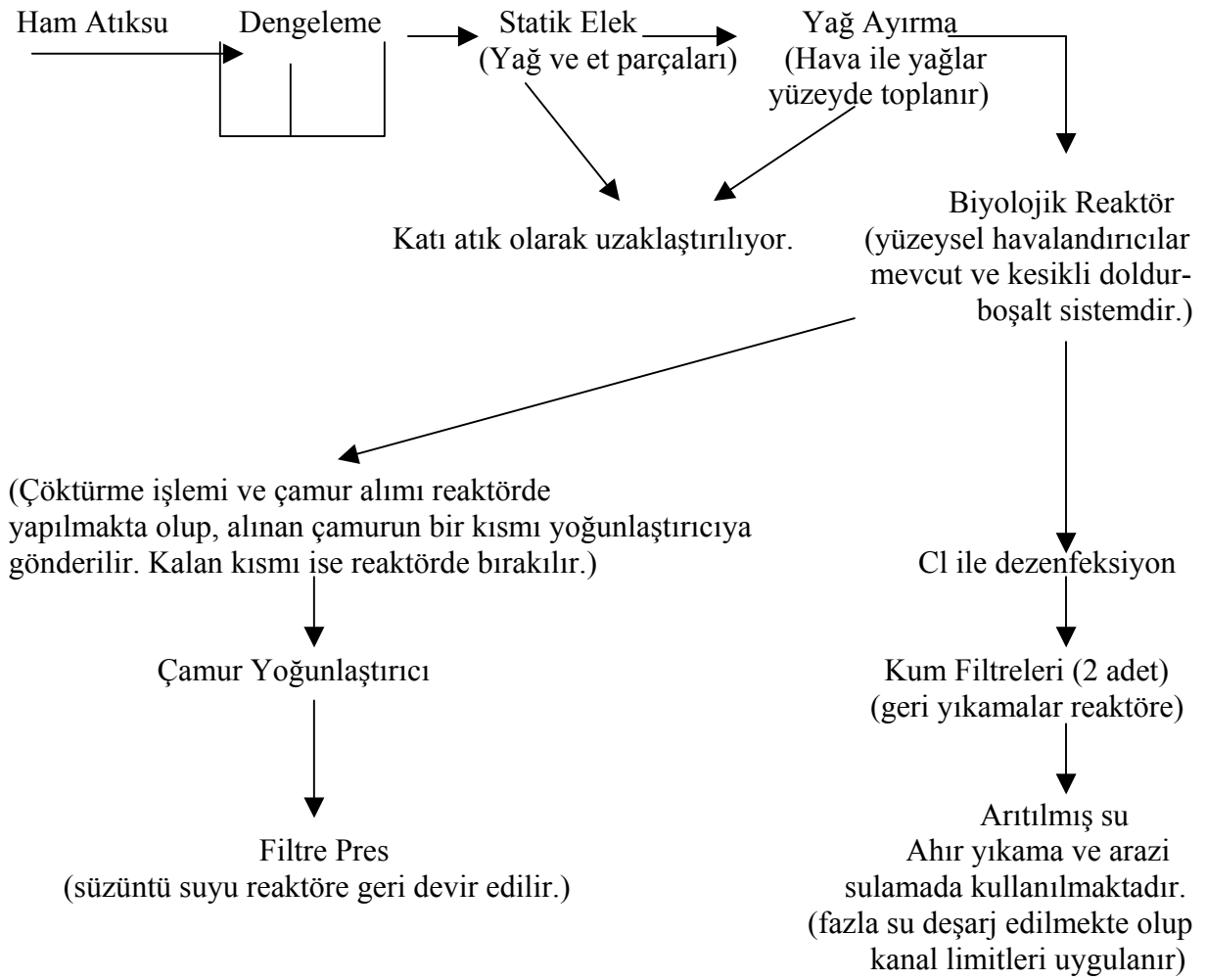
5.3.1 Arıtma Tesisi Bilgileri:

Proje debisi 120 m³/gün olan B firmasına ait biyolojik arıtma tesisi, kesikli (doldur-boşalt) bir aktif çamur prosesi olarak çalıştırılmaktadır. Arıtma tesisi girişinden alınan numunelerin sonuçları ile elde edilen ham atıksuyun karakteri Çizelge 5.5 de verilmiştir (İSKİ).

Çizelge 5.5 B firmasının atıksu karakteri

ARITMA TESİSİNE GİRİŞ SUYU DEĞERLERİ			
TARİH	01.10.2002	08.01.2003	ORTALAMA
KOİ (mg/L)	1420	1585	1503
AKM (mg/L)	320	350	335
TOP-N (mg/L)		140	140
YAĞ-GRES (mg/L)	65	90	78
pH	7	8	7,5

B firmasına ait aktif çamur prensibi ile çalıştırılan biyolojik arıtma tesisinde, endüstriyel nitelikli atıksuların yanında evsel atıksularda arıtılmaktadır. Firmanın rendering tesisi olmayıp kemik, et parçaları ve yağlı atıklar katı atık olarak uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca A firmasının aksine burada kanlı atıklar, kan çukurunda (tankında) toplanıp 100°C ve üzerinde suyu buharlaştırılarak çiftçiye veya talep eden endüstrilere verilmektedir. B firmasına ait arıtma tesisinin akım şeması Şekil 5.18 de özetlenmiştir.



Şekil 5.18 B firmasının arıtma tesisi şeması

5.3.2 Arıtma Tesisi Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:

B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numune sonuçları, yıllık ve aylık ortalama değerler Çizelge 5.6, 5.7 ve 5.8’de verilmiştir (İSKİ).

Çizelge 5.6 B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları

Tarih	KOl (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
11.01.1995	25	16	2	10	
10.08.1995	155	62	13	10	
16.11.1995	125	35	6	12	6,71
13.11.1996	800	290	28	30	7,85
17.02.1997	180	30	50	10	6,9
19.03.1997	100	55	64	10	6,53
14.04.1997	135	57	48	10	6,5
06.05.1997	50	26	32	10	6,62
10.06.1997	100			14	7,1
27.08.1997	100			12	6,7
06.11.1997	100			10	5,61
26.11.1997	50			10	6
18.02.1998	180	50	82		6,5
17.03.1998	145			10	6,65
06.05.1998	90			20	6
28.07.1998	110			10	5,94
24.08.1998	50			10	6,8
14.09.1998	80			10	6,9
02.11.1998	80			10	6,35
22.12.1998	50	10	4,9	10	7,5
15.03.1999	70			20	6,4
26.05.1999	90			10	6,1
04.08.1999	190	20	81	15	6,5
15.02.2000	120	70	39	10	7
10.05.2000	50	10	36,2	10	6,6
03.08.2000	60	10	30	10	6,5
11.09.2000	70	20	74	10	6,19
17.10.2000	70	10	60	10	6,5
27.02.2001	90	50		10	7,1
21.03.2001	170	55		10	6,4
09.05.2001	390	120	55	10	6,7
11.07.2001	140	10	55	20	6,02
25.10.2001	190	50	120	10	6,3
15.11.2001	140	40	80	10	6,7
06.02.2002	90	30	50	10	7,11
16.05.2002	70	10	55	10	6,86
05.06.2002	75	20		10	7
24.07.2002	65	20	85	10	7
10.08.2002	22	35	80	10	7
12.09.2002	130	50	70	10	7,5
01.10.2002	70	20		10	6,5
06.11.2002	100	10	50	10	6,5
12.12.2002	80	15	55	10	6
08.01.2003	50	10	20	10	7
13.03.2003	50	10	57	10	7
23.07.2003	180	40	93	10	6,7
31.07.2003	120	20	93	10	7
09.09.2003	80	10	64	10	7

07.10.2003	110	10	50	10	6,5
15.12.2003	80	10	33	10	8
04.03.2004	50	10	16	10	7
21.04.2004	100	10	30	10	7
09.06.2004	130	15	25	15	7
21.07.2004	100	10	26	10	8
26.07.2004	100	10	16	10	7
22.09.2004	80	70	11	20	7
07.12.2004	100	10	11	10	7
12.01.2005	100	10	36	10	6
01.03.2005	70	10	17	10	6
17.05.2005	210	40	25	10	7
12.08.2005	230	120	33	10	7
16.09.2005	50	20	28	10	7
14.11.2005	100	10	26,5	10	7
ORTALAMA	116,46	34,53	45,01	11,26	6,74

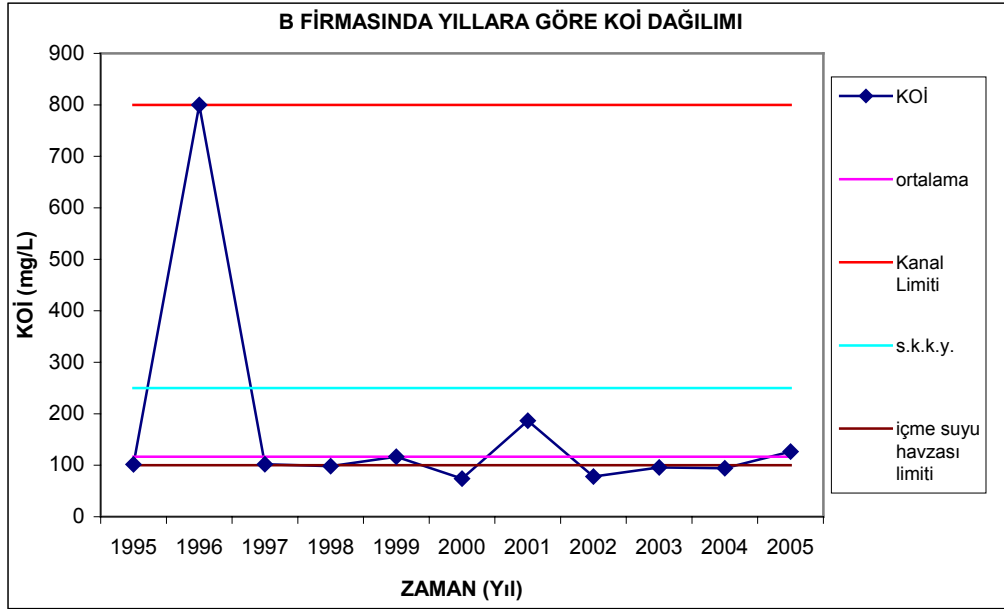
Çizelge 5.7 B firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları

Tarih (Yıl)	N (numune sayısı)	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
1995	3	101,67	37,67	7,00	10,67	6,71
1996	1	800,00	290,00	28,00	30,00	7,85
1997	8	101,88	42,00	48,50	10,75	6,50
1998	8	98,13	30,00	43,45	11,43	6,58
1999	3	116,67	20,00	81,00	15,00	6,33
2000	5	74,00	24,00	47,84	10,00	6,56
2001	6	186,67	54,17	77,50	11,67	6,54
2002	9	78,00	23,33	63,57	10,00	6,83
2003	7	95,71	15,71	58,57	10,00	7,03
2004	7	94,29	19,29	19,29	12,14	7,14
2005	6	126,67	35,00	27,58	10,00	6,67

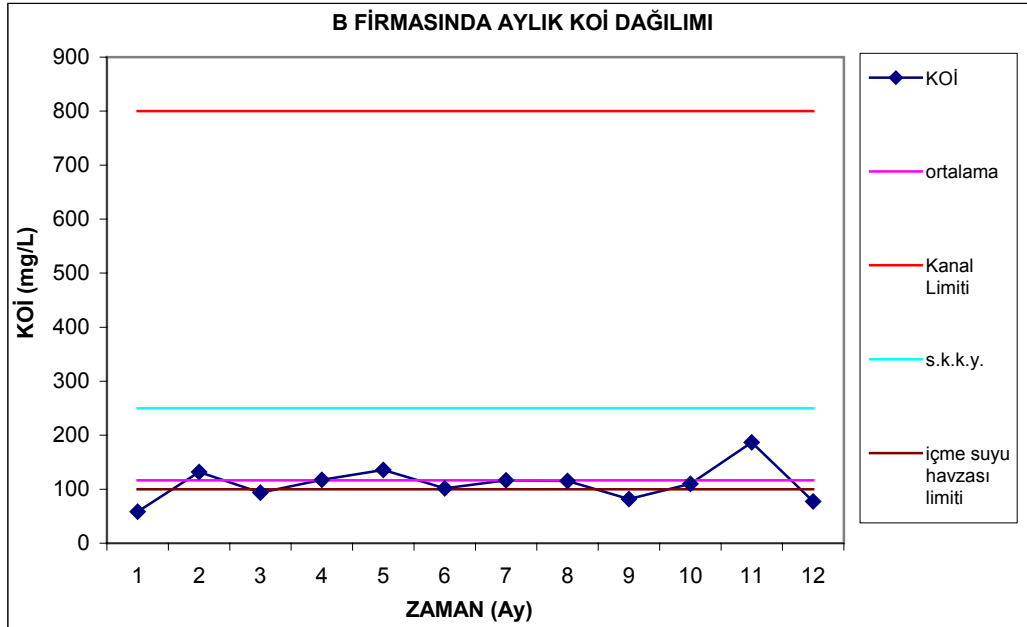
Çizelge 5.8 B firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları

Ay	N	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	Ph
1.	3	58,33	12	19,33	10	6,50
2.	5	132	46	55,25	10	6,92
3.	7	93,57	28	38,5	11,43	6,57
4.	2	117,5	33,5	39	10	6,75
5.	7	135,71	41,2	40,64	11,43	6,55
6.	3	101,67	17,5	25	13	7,03
7.	7	116,43	18,33	61,33	11,43	6,81
8.	7	115,29	49,4	47,4	11	6,75
9.	6	81,67	34	49,4	11,67	6,93
10.	4	110	22,5	76,67	10	6,45
11.	8	186,88	77	38,1	12,75	6,59
12.	4	77,5	11,25	25,98	10	7,13

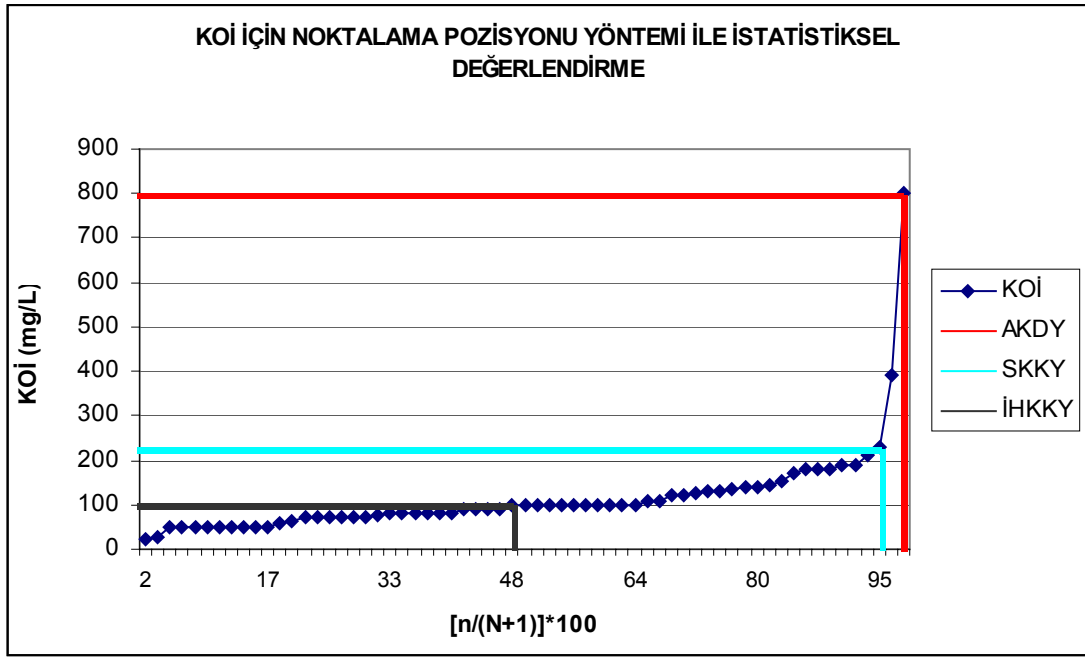
Çizelge 5.6, 5.7 ve 5.8 deki bilgiler ışığında, Şekil 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26, 5.27, 5.28, 5.29, 5.30, 5.31 ve 5.32’ deki grafiklere ulaşılmıştır.



Şekil 5.19 B firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.20 B firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri



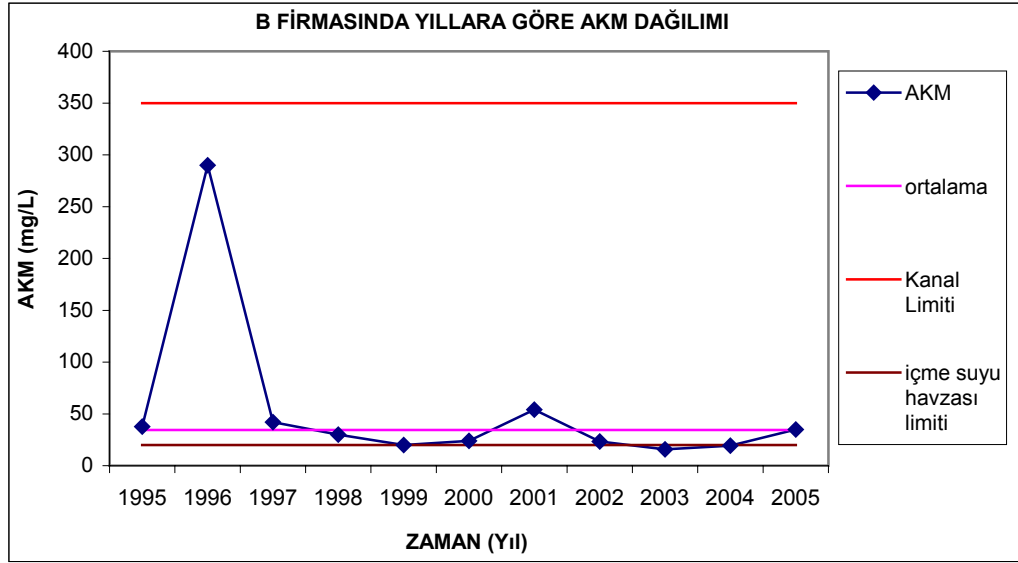
Şekil 5.21 B firmasında KOİ parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

KOİ parametresi için B firmasının yıllık ve aylık ortalama grafiklerine baktığımızda, 116,46 mg/L olan ortalama değerin; kanal (800 mg/L) ve S.K.K.Y. (250 mg/L) limitlerini sağladığı görülmektedir. Bunun yanında havza limitine (100 mg/L) dahi çok yaklaşıldığı, hatta yıllık ve aylık tekil bir çok zaman noktasında, bu limite ulaşıldığı görülmektedir.

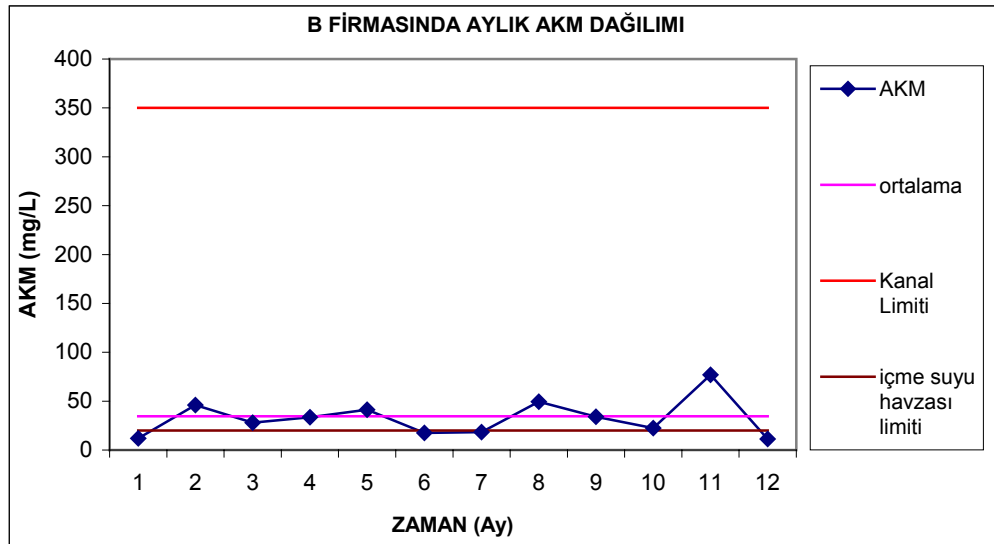
Yıllık değerlendirmede ilk göze çarpan, diğer yılların aksine 1996 yılı ortalamasının kanal limit değeri olan 800 mg/L ulaşmasıdır. Ancak firmanın arıtma tesisi çıkışından alınan numune sonuçlarını gösteren Çizelge 5.6'ya dikkatli bakılırsa 1996 yılında tek numune sonucu bulunmaktadır ve bu sonucunda yüksek çıkması direkt yıllık ortalama şeklinde yansımıştır. Bu yüzden diğer yıllara ait konsantrasyonlara da bakarak bu sonucun pekte objektif olduğu söylenemez. 1996 yılı haricinde kanal hatta S.K.K.Y. limitlerini geçen yıllara rastlanılmamaktadır. Hatta 1996, 1999, 2001 ve 2005 yılları haricindeki değerlerin havza limitini sağladığı görülmektedir. 1996 yılından sonra en yüksek piki yapan değer 2001 yılı ortalamasıdır. En yüksek çıkış konsantrasyonu ile en düşüğü arasındaki fark (1996 yılı ihmal edilirse) yaklaşık 112 mg/L' dir.

Aylık değerlendirmede en çok dikkat çeken husus, yıllık ortalamalardaki gibi havza limitinin çok sık sağlanabilmesi ve en iyi sonuçların 1 ve 12. aylar gibi kış aylarında alınmasıdır. En yüksek konsantrasyon ise yine bir kış ayı olan 11. ayda gözlenmiştir. Bu grafikte mevsimsel kıyaslama yapmak pekte sağlıklı olmayacaktır çünkü aylık bazda bile iniş çıkışlar söz konusudur. En yüksek değer ile en düşük değer arasındaki fark yaklaşık 128 mg/L' dir.

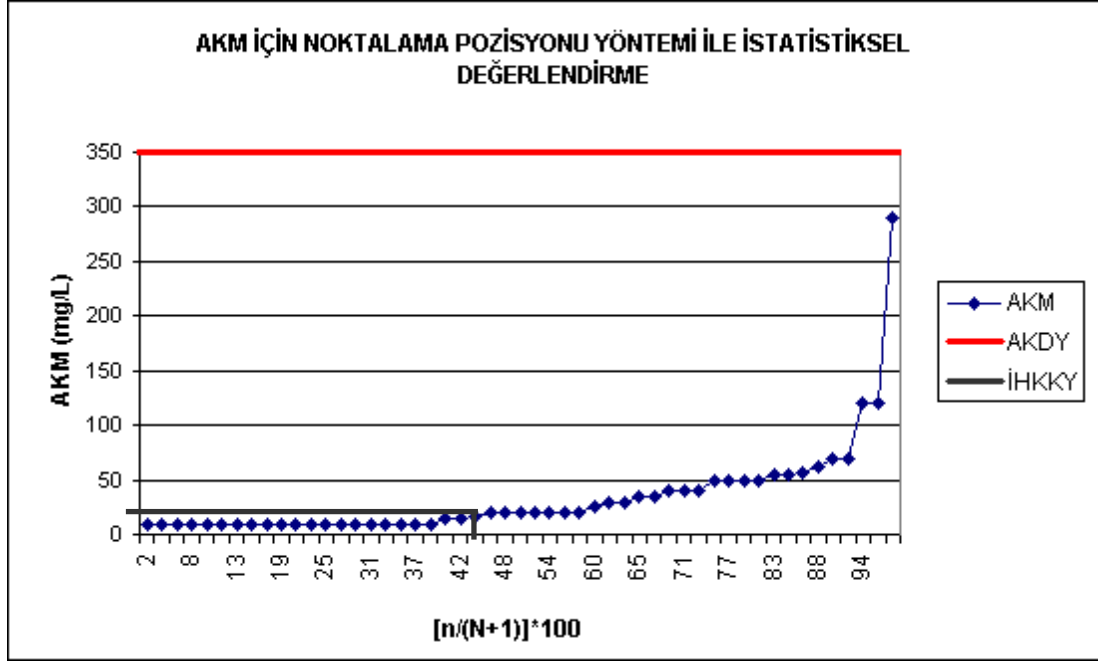
N= 63 adet analiz sonucu ile oluşturulan Şekil 5.21'deki grafik yardımı ile KOİ parametresi için AKDY limitinin %98, SKKY limitinin %95 ve İHKKY limitinin ise %48 oranında sağlanabildiği görülmüştür.



Şekil 5.22 B firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.23 B firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri



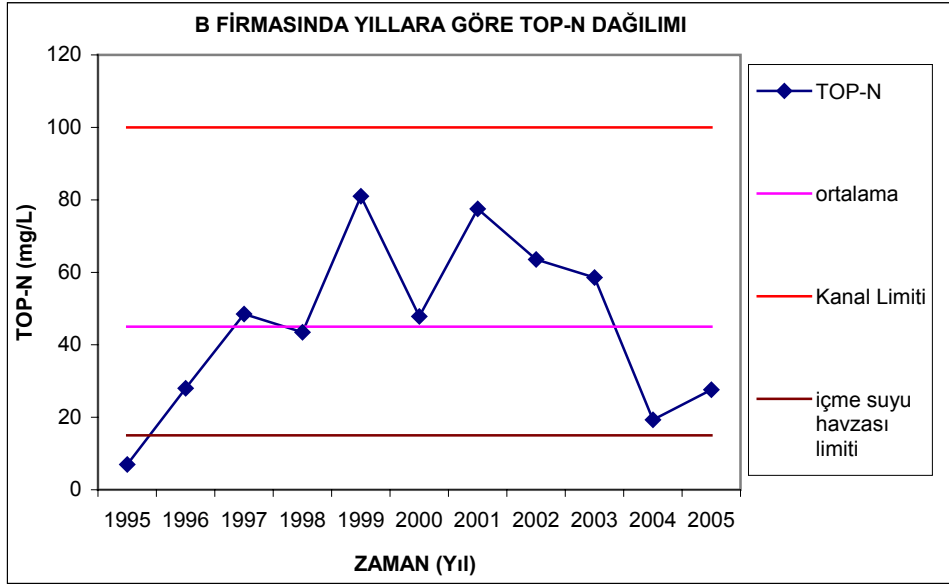
Şekil 5.24 B firmasında AKM parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin, AKM parametresi için ortalama değeri 34,53 mg/L' dir. AKM grafiklerinde de KOİ' de olduğu gibi havza limitine (20 mg/L) çok yakın değerlerin, hatta bu limiti sağlayıp, altına bile inen değerlerin mevcudiyeti söz konusudur. Hatta AKM grafiklerinin KOİ grafiklerine çok benzediği ve bu iki parametrenin değişiminin birbirine paralel olduğu söylenebilir.

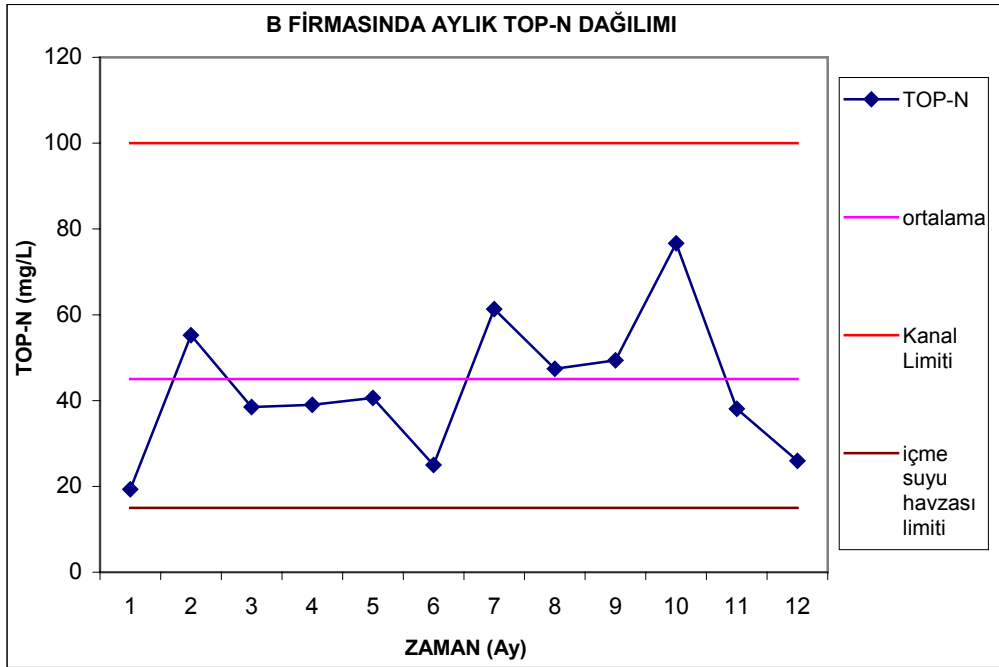
KOİ' de olduğu gibi 1996 yılında alınan tek numunenin sonucu grafikte bariz bir şekilde görülmektedir. Kanal limiti (350 mg/L) ortalamanın çok üzerinde kalmış olup 2001 yılı, KOİ grafiğindeki gibi ikinci en yüksek çıkış konsantrasyonuna sahiptir. En yüksek konsantrasyon ile en düşük arasında (1996 yılı ihmal edilerek) yaklaşık 38 mg/L' lik fark mevcuttur.

Aylık ortalama değerlerin ortaya koyduğu grafikte, yıllık ortalamalar gibi KOİ grafiğine paraleldir. 1 ve 12. aylar en düşük, 11. ay en yüksek çıkış konsantrasyonlarına sahiptir. En yüksek değer ile en düşük arasındaki fark 60 mg/L' dir.

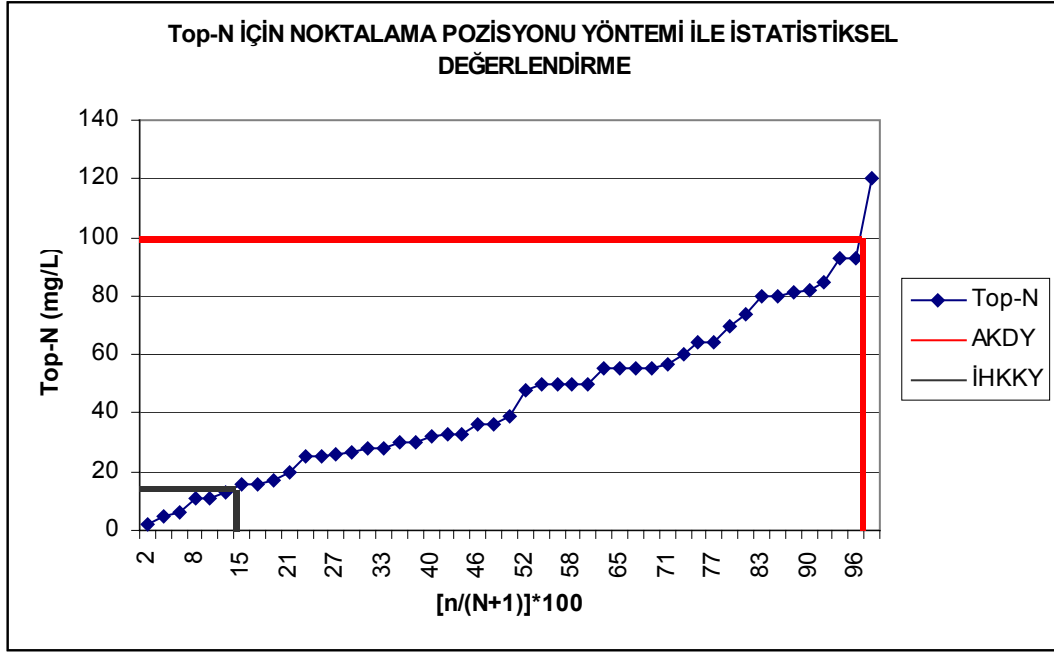
N= 51 adet çıkış konsantrasyonu ile oluşturulan Şekil 5.24 deki grafik yardımı ile AKM parametresi için AKDY limitinin %100, İHKKY limitinin ise %46 oranında sağlanabildiği görülmüştür.



Şekil 5.25 B firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.26 B firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri

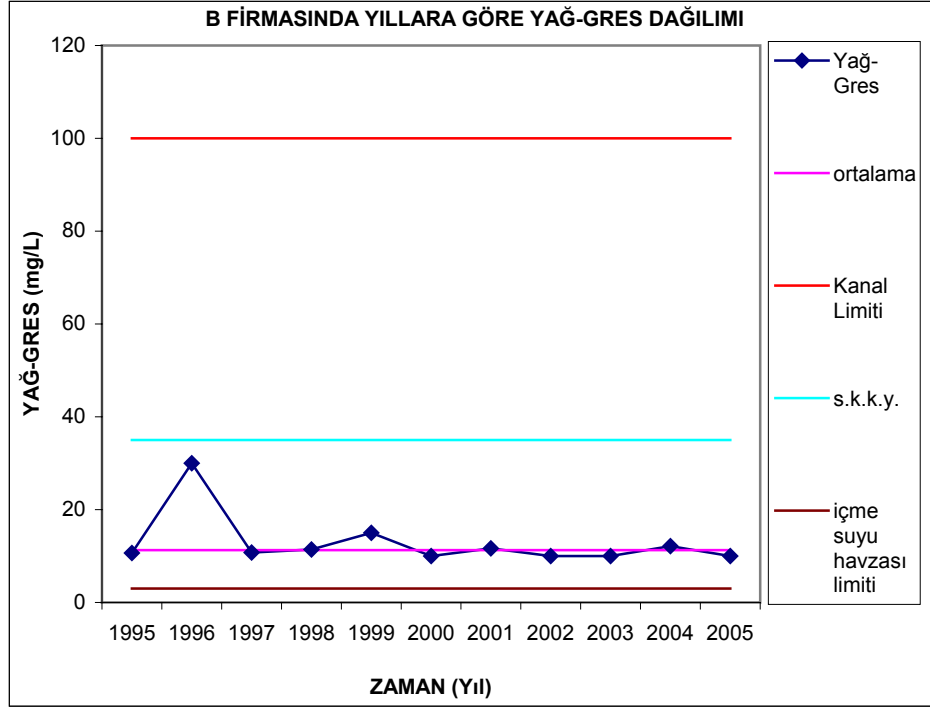


Şekil 5.27 B firmasında Top-N parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

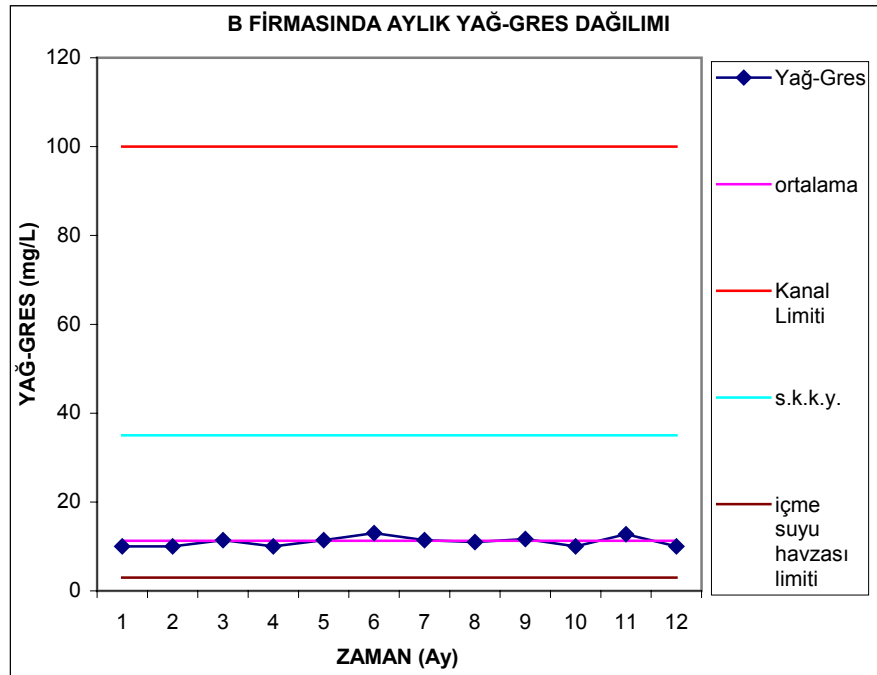
B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin Top-N parametresi için ortalama konsantrasyon değeri 45,01 mg/L' dir. 1995, 1996, 2004 ve 2005 yılları Top-N konsantrasyonunun en düşük çıktığı yıllardır. 1999 ve 2001 yılları ise en yüksek pik konsantrasyonların ulaşıldığı yıllardır. Bu sonuçlar ışığında Top-N' in diğer iki parametreden bağımsız bir değişim sergilediği söylenebilir. Yıllık ortalamalarda en yüksek değer ile en düşük değer arasındaki fark 74 mg/L' dir.

Aylık değerlendirmede en düşük konsantrasyonlar 1, 6 ve 12. aylarda en yüksekler ise 2, 7 ve 10. aylardır. En yüksek değer ile en düşüğün arasındaki fark yaklaşık 57 mg/L' dir. Her iki grafikte de ardışık konsantrasyon değerleri arasındaki farkların büyüklüğü dikkat çekicidir. Ardışık iki yıl arasındaki konsantrasyon farkının 30 mg/L yi aştığı dahi görülebilmektedir. Aslında 30 mg/L, KOİ ve AKM gibi parametrelere bakılırsa çokta büyük bir değer değildir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, limit değerinin diğer iki parametreye göre düşük olmasıdır. Dolayısıyla Top-N için çıkış konsantrasyon değerlerinin böyle bir farkla değişmesi, tavan ile taban arasında gidip gelmesi demektir.

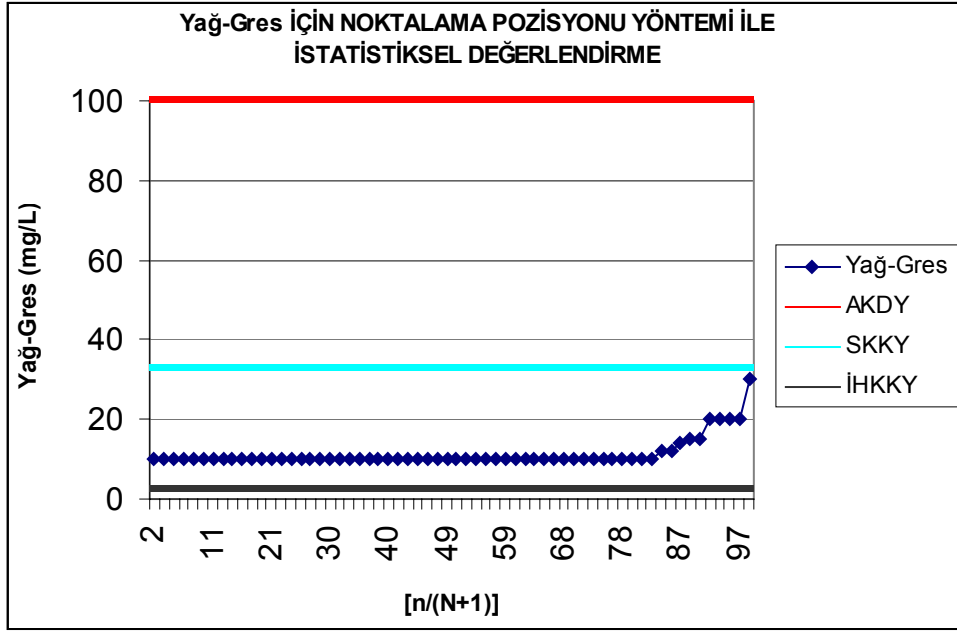
N= 47 adet analiz sonucu ile oluşturulan Şekil 5.27' deki grafik yardımı ile Top-N parametresinin AKDY limitinin %96, İHKKY limitinin %15 oranında sağlanabildiği görülmüştür.



Şekil 5.28 B firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.29 B firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri



Şekil 5.30 B firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj standartlarının sağlanabilme yüzdeleri

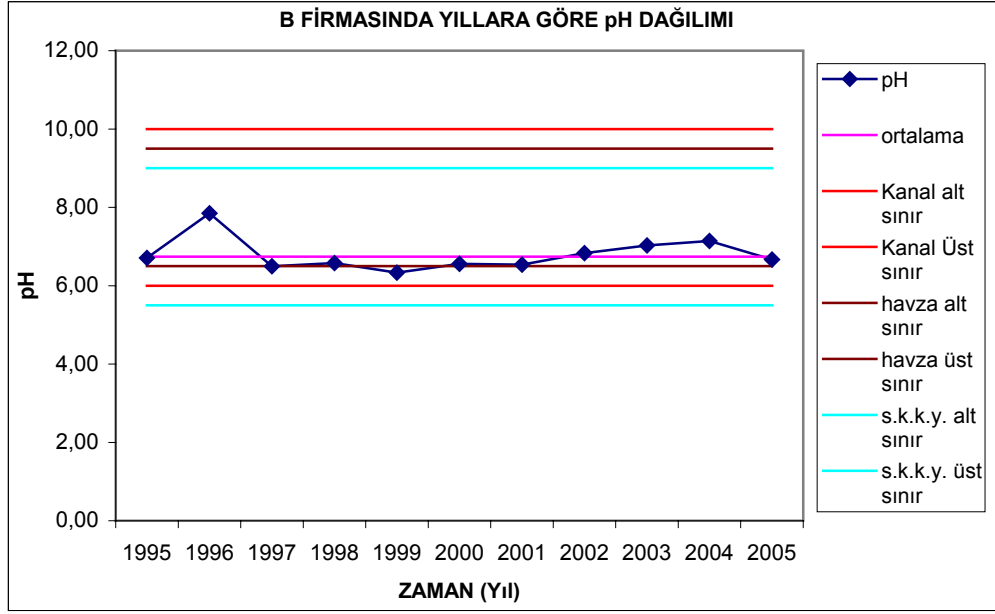
B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerinde, Yağ-Gres parametresi için ortalama değeri 11,26 mg/L' dir. Yağ-gres konsantrasyonunun yıllık ve aylık ortalama dağılımı bu firmada da, kanal (100 mg/L) ve S.K.K.Y. limitlerini (35 mg/L) hem ortalama değerde (11,26 mg/L) hem de tüm zaman değerlerinde sağlamıştır. Havza limiti ise yine herhangi bir zaman noktasında dahi sağlanamamıştır.

1996 yılının tek numunesi, KOİ ve AKM' den sonra bu parametrede de pik yaparak kendisini göstermiştir. Bunun dışında her iki grafikte neredeyse doğrusal gibidirler. Bir önceki parametre olan Top-N ile kanal limit değeri aynı olsa da, iki parametre arasındaki fark net bir şekilde görülebilmektedir.

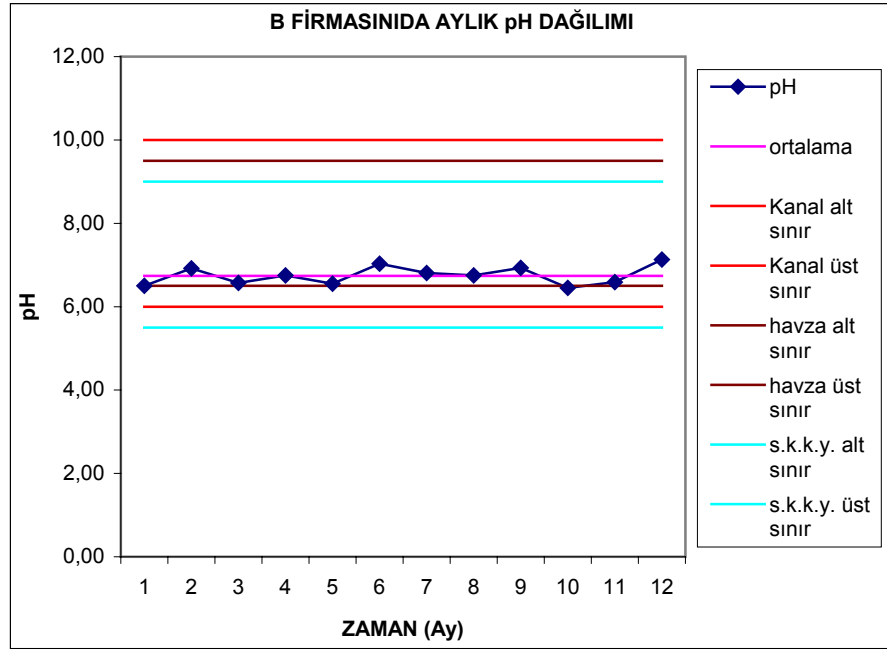
1996 yılı ortalaması dikkate alınmaz ise yıllık en büyük fark 5 mg/L gibi çok küçük bir değerdir. 1996 yılı dikkate alınsa dahi bu fark 15 mg/L gibi yine büyük olmayan bir değere eşit olacaktır.

Aylık ortalamalarda ise en büyük konsantrasyon ile en düşük konsantrasyon arasındaki fark 2,75 mg/L' dir.

N= 62 adet çıkış konsantrasyonu ile oluşturulan şekil 5.30'daki grafik yardımıyla Yağ-Gres parametresinin AKDY limitinin %100 ve SKKY limitinin %100 oranında sağlanabildiği tespit edilmiştir. İHKKY limitinin ise hiçbir analiz sonucunda sağlanamadığı görülmüştür.



Şekil 5.31 B firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.32 B firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri

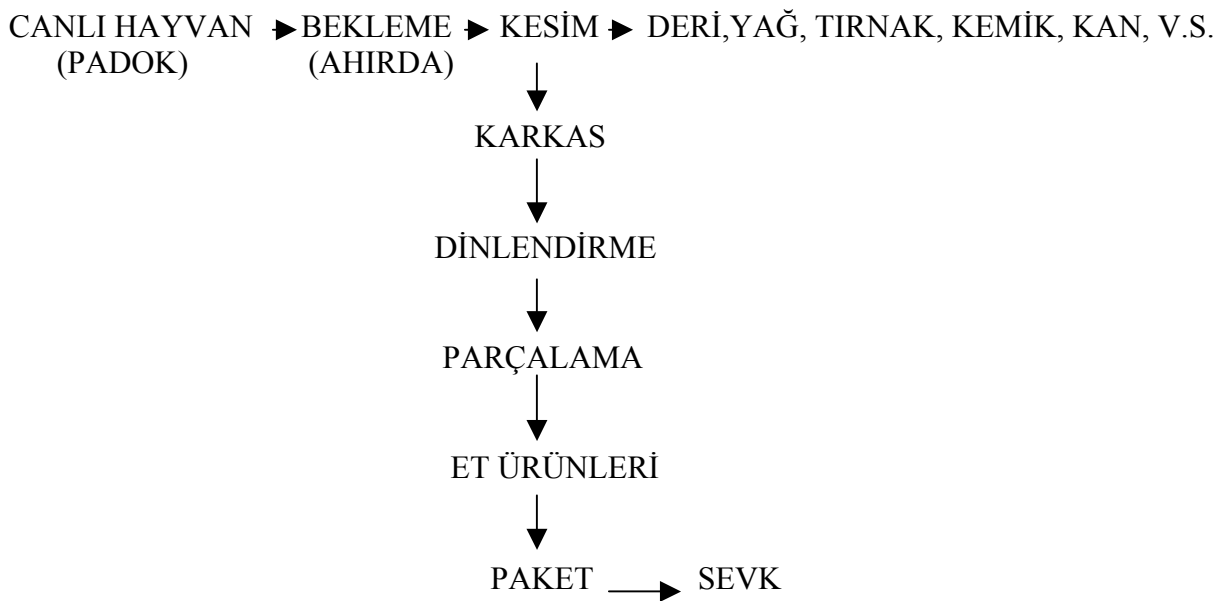
B firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin pH parametresi için ortalama değeri 6,74' dir. 1996 yılı haricinde 1 nolu firmada olduğu gibi alt sınırlara (asitliğe) daha yakın durmaktadır. Ortalama değer (6,74) bütün limitleri sağlasa da gerek aylık gerekse yıllık ortalama değerlerin havza alt sınırına indiği görülmektedir. Yıllık değerlendirmede 1996 yılındaki artış gözden kaçmamaktadır.

5.4 C Firması

C firması yıllık, yaklaşık 12.000 ton et işleyecek kapasitede planlanmış ve inşa edilmiştir. Üretilmesi planlanan ürünler ve miktarları ise aşağıda verilmiştir:

- Salam: 3 ton/gün
- Sosis: 2,15 ton/gün
- Jambon: 0,24 ton/gün
- Sucuk: 7 ton/gün
- Pastırma: 0,42 ton/gün
- Kavurma: 1,20 ton/gün
- Karkas: 5 ton/gün
- Paket et: 2 ton/gün
- Toplam: 21 ton/gün

Firmanın iş-akış şeması Şekil 5.33 de verilmiştir. Endüstriyel nitelikli atıksular; kesimden, padok (canlı hayvan) barındırma, ekipman ve yer yıkamalardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.33 C firmasının iş akış Şeması

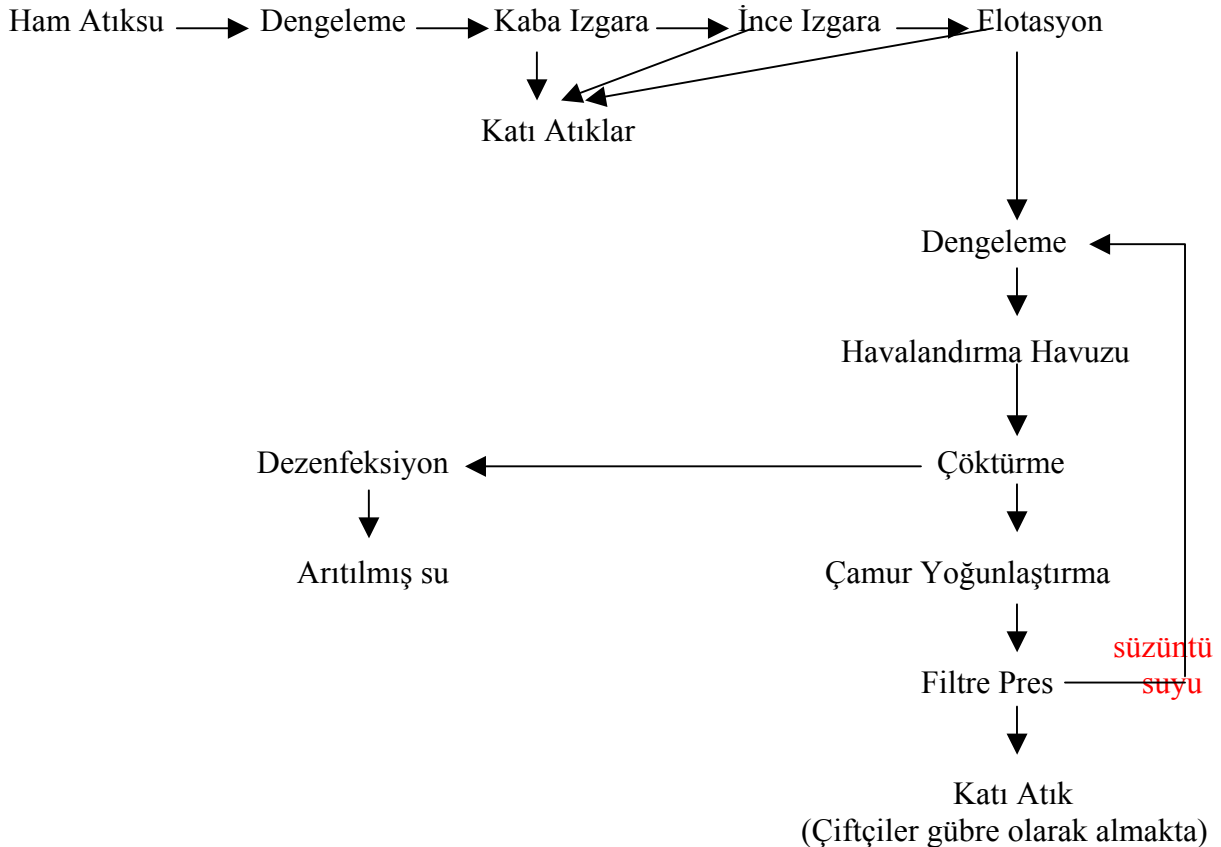
5.4.1 Arıtma Tesisi Bilgileri

Aktif çamur prosesi ile çalışan Biyolojik arıtma tesisinde, hem evsel hem de endüstriyel nitelikli atıksular arıtılmaktadır. Arıtma tesisinin proje debisi 160 m³/gün dür. Kanlı atıksular B firmasında olduğu gibi 100°C ve daha üzeri sıcaklıklarda suyu buharlaştırılır ve talep doğrultusunda sevk edilir. Ancak kemik, et ve yağ artıkları için rendering tesisi olmadığı için bu atıklar yine B firması gibi katı olarak uzaklaştırılır. Tesiste arıtılmış su, arazi sulamada kullanılacak şekilde planlanmış, ancak şuan kanal limitlerine bağlı kalarak deşarj edilmektedir. Arıtma tesisine gelen ham atıksuyun karakteri arıtma girişinde alınan numune sonuçları ile Çizelge 5.9 de karakterize edilmiştir (İSKİ).

Çizelge 5.9 C firmasının atıksu karakteri

ARITMA TESİSİNE GİRİŞ SUYU DEĞERLERİ			
TARİH	17.02.1997	18.01.2003	ORTALAMA
KOİ (mg/L)	1660	1850	1755
AKM (mg/L)	300	395	348
TOP-N (mg/L)	146	64	105
YAĞ-GRES (mg/L)	154	155	155
pH	7,1	8	7,55

Arıtma tesisini oluşturan üniteler Şekil 5.34 de özetlenmiştir:



Şekil 5.34 C firmasının arıtma tesisi akım şeması

5.4.2 Arıtma Tesisi Çıkışından Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları:

C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan, arıtılmış su numuneleri analiz sonuçları ve parametrelerin yıllık-aylık ortalamaları Çizelge 5.10, 5.11 ve 5.12 de verilmiştir (İSKİ):

Çizelge 5.10 C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan numunelerin analiz sonuçları

Tarih	KOI (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
17.02.1997	135	40	72	10	6,9
19.03.1997	110	20	44	10	7,6
14.04.1997	90	16	16	10	6,8
06.05.1997	475	140	84	31	7,59
10.06.1997	170	40	84	16	7,9
30.07.1997	185			14	7,1
27.08.1997	150			10	7,1
06.11.1997	100			20	6,95
20.01.1998	135			20	7,3
17.03.1998	250			10	7,5
11.05.1998	300			20	6,9
09.09.1998	170			10	7,9
22.09.1998	490			16	7,4
15.12.1998	180			10	7,9
11.03.1999	220			40	7,3
26.05.1999	380			10	6,9
15.06.1999	70			10	7,6
08.03.2000	110	15	45	20	7,3
05.06.2000	220	85	80	20	7,7
13.09.2000	70	30	20	10	7,36
17.10.2000	60	10	20	10	7,2
20.11.2000	100	10	20	15	7,14
27.02.2001	180	40	25	10	7,5
21.03.2001	200	105		10	7,5
09.05.2001	540	295	50	15	7,2
28.06.2001	610	170	200		7,5
25.10.2001	1380	265	240		7,5
15.11.2001	650	245	135	20	7,7
16.01.2002	5490	2800	335	40	7,8
06.02.2002	510	235	140	15	7,65
16.05.2002	190	60	30	10	7,33
05.08.2002	500	155	130	15	8
12.09.2002	190	55	30	10	7,5
12.11.2002	85	25	30	10	7
18.01.2003	50	10	30	10	7
13.03.2003	160	30	65	20	7,5
23.06.2003	130	35	21	10	7
16.07.2003	95	35	16	15	7,5
09.09.2003	90	20	30	10	7
01.10.2003	80	30	40	10	7
06.11.2003	125	50	24	10	7,5
15.12.2003	130	55	76	10	7
17.03.2004	75	25	23	10	7

12.04.2004	210	75	74	10	7
20.04.2004	130	50	60	10	7
27.04.2004	130	50	4	10	7
17.05.2004	170	70	100	10	7
25.05.2004	190	205	43	10	7
14.06.2004	340	70	135	10	7
13.07.2004	340	120	215	10	7
18.08.2004	700	115	195	10	8
01.09.2004	600	150	188	35	8
23.11.2004	260	75	100		7
12.01.2005	220	45	100	10	7
02.03.2005	135	25	83	10	7
17.05.2005	150	50	12	10	7
14.06.2005	290	20	63	10	7
31.08.2005	50	20	48	15	7,5
16.09.2005	110	25	30	10	7
11.10.2005	70	35	50	10	8
22.11.2005	50	10	29,7	10	8
ORTALAMA	324,18	129,71	76,76	13,83	7,32

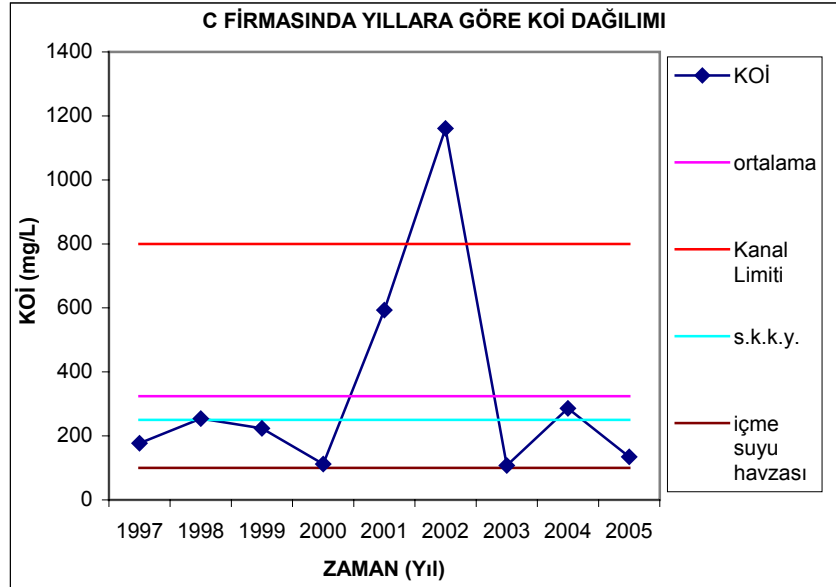
Çizelge 5.11 C firması arıtılmış su analiz sonuçlarının yıllık ortalamaları

Tarih (Yıl)	N	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
1997	8	176,88	51,20	60,00	15,13	7,24
1998	6	254,17			14,33	7,48
1999	3	223,33			20,00	7,27
2000	5	112,00	30,00	37,00	15,00	7,34
2001	6	593,33	186,67	130,00	13,75	7,48
2002	6	1160,83	555,00	115,83	16,67	7,55
2003	8	107,50	33,13	37,75	11,88	7,19
2004	11	285,91	91,36	103,36	12,50	7,18
2005	8	134,38	28,75	51,96	10,63	7,31

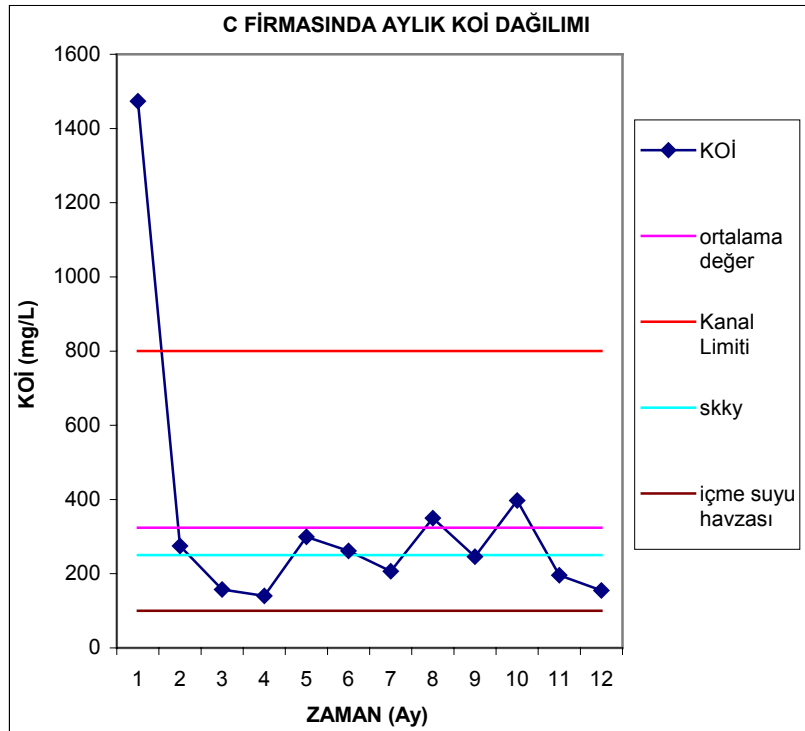
Çizelge 5.12 C firması arıtılmış su analiz sonuçlarının aylık ortalamaları

Ay	N	KOİ (mg/l)	AKM (mg/l)	TOP-N (mg/l)	YAĞ-GRES (mg/l)	pH
1.	4	1473,75	951,67	155	20	7,28
2.	3	275	105	79	11,67	7,35
3.	8	157,5	36,67	52	16,25	7,34
4.	4	140	47,75	38,5	10	6,95
5.	8	299,38	136,67	53,17	14,5	7,12
6.	7	261,43	70	97,17	12,67	7,39
7.	3	206,67	77,5	115,5	13	7,2
8.	4	350	96,67	124,33	12,5	7,65
9.	7	245,71	56	59,6	14,43	7,45
10.	4	397,5	85	87,5	10	7,43
11.	7	195,71	69,17	56,45	14,17	7,33
12.	2	155	55	76	10	7,45

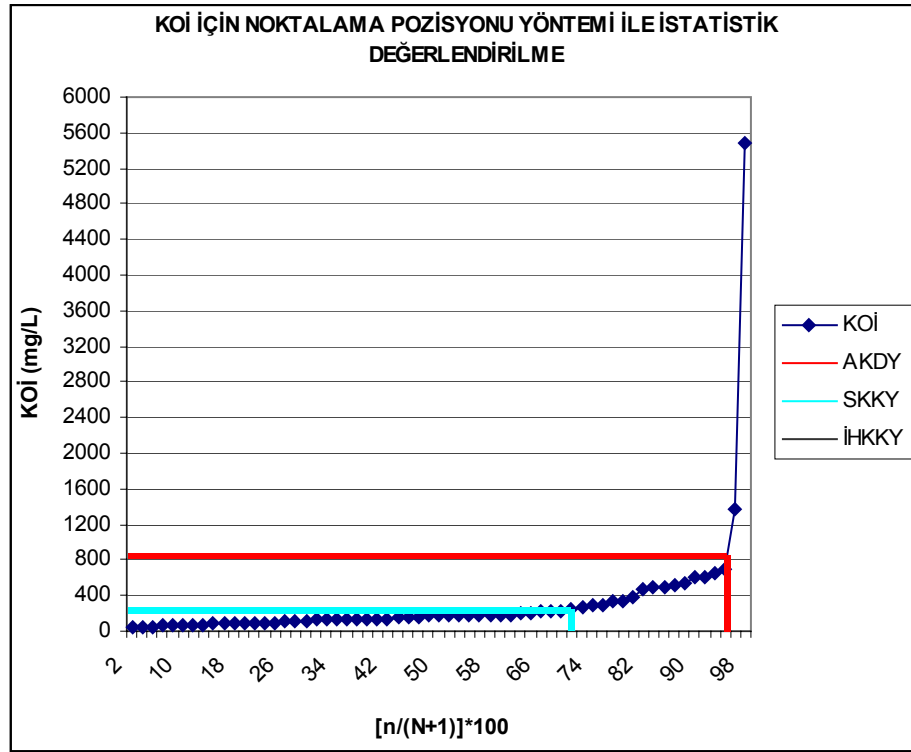
C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan arıtılmış su numunelerinin, yıllık ve aylık ortalama değerlerinin, parametre bazında dağılımı ve deşarj limitlerinin istatistiksel değerlendirilmesi Şekil 5.35, 5.36, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40, 5.41, 5.42, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.47 ve 5.48'deki grafiklerde görülmektedir.



Şekil 5.35 C firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.36 C firmasının çıkış suyunda KOİ parametresinin aylık ortalama değerleri



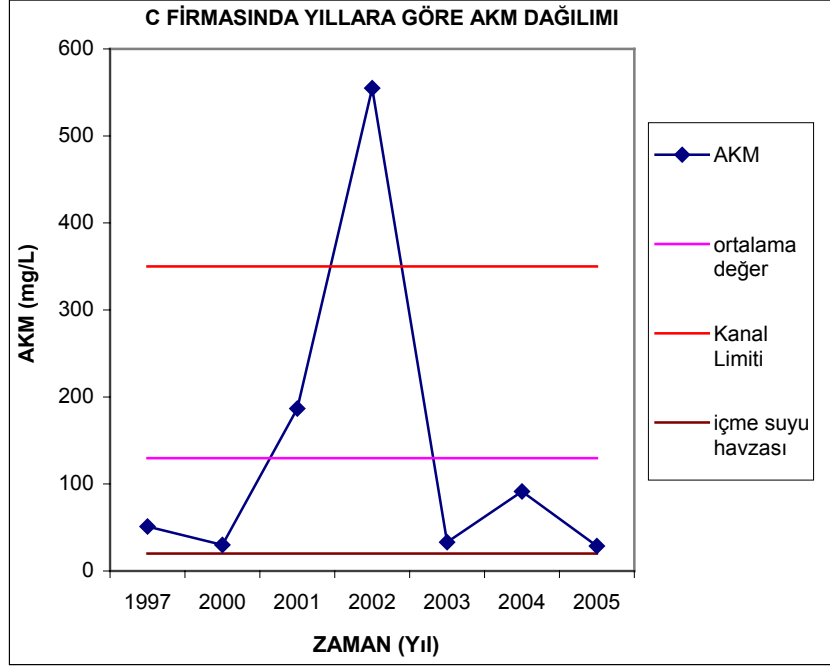
Şekil 5.37 C firmasında KOİ parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri

C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin, KOİ parametresi için ortalama değeri 324,18 mg/L' dir. Firmanın KOİ grafiklerinde, şimdiye kadar görülen grafiklerden farklı olarak ortalama değer (324,18 mg/L), S.K.K.Y. limitinin üzerine çıktığı görülmektedir. Hatta hem yıllık hem de aylık konsantrasyon değerlerinden bazılarının, kanal limitini aştığı da olmaktadır. Yıllık değerlendirmede 2002 yılının, aylık değerlendirmede ise 1. ayın ortalama üzerindeki etkisi grafiklerden anlaşılmaktadır. Bunun sebebi; her iki zaman noktasının da ortak numunesi olan 16/01/2002 tarihli tek numunedir. Bu tarihte alınan numunenin analiz sonucunun yüksekliği, arıtma tesisi çıkışından alınan numune sonuçlarının verildiği Çizelge 5.10'de görülebilmektedir. Bu numunenin analiz sonucu, ham atıksu ortalamasının bile çok üzerindedir. Bunun dışında 2001 yılı, ortalama değer üzerindeki diğer sorunlu yıldır. Yetkililerden öğrenildiğine göre; 2001 ve 2002 yıllarında arıtma tesisinde yaşanan bir takım işletme sorunları nedeni ile, özellikle son çöktürme aşamasında problemler yaşanmış. Çoğu zaman çöktürülemeyen flokların direkt arıtma çıkışına taşıdığı görülmüş. Bu nedenle, bu tarihlerden sonra arıtma tesisinde yedek havalandırma, ve çamur yoğunlaştırma üniteleri ilave edilmiştir. Ancak yedek ünitelere henüz ihtiyaç duyulmadığı da ifade edilen diğer bir husustur. Yıllık değerlendirmede 2000 ve 2003 yılları, aylık değerlendirmede ise 3,4,11 ve 12. aylar KOİ açısından en iyi verimin alındığı aylardır.

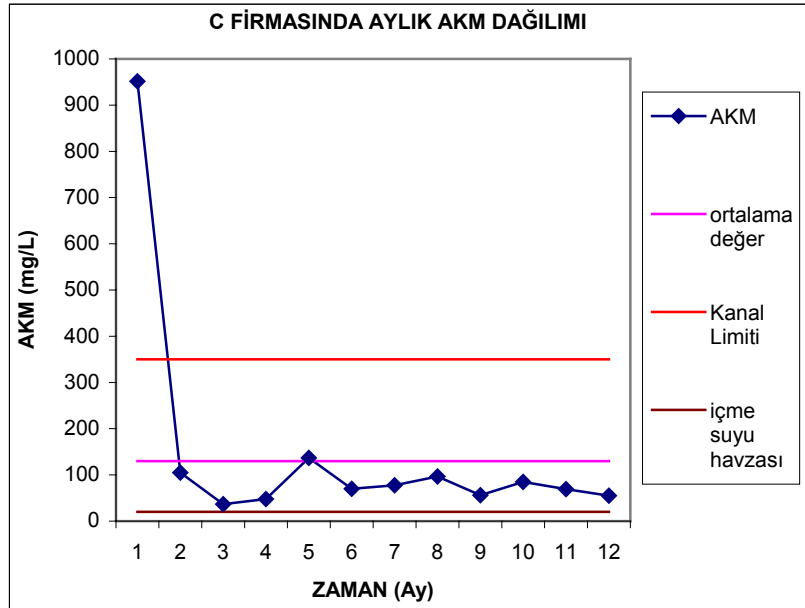
2001 ve 2002 yılları dikkate alınmaz ise en yüksek konsantrasyon ile en düşük arasında yaklaşık 180 mg/L' lik bir fark söz konusudur.

Aylık değerlendirmede 1. ay dışında 8. ve 10. aylarda ortalama değer üzerinde konsantrasyon değerlerinin görüldüğü zamanlardır. Aylık ortalamalarda 1. ay ihmal edilirse en büyük konsantrasyon farkı 257,5 mg/L' dir.

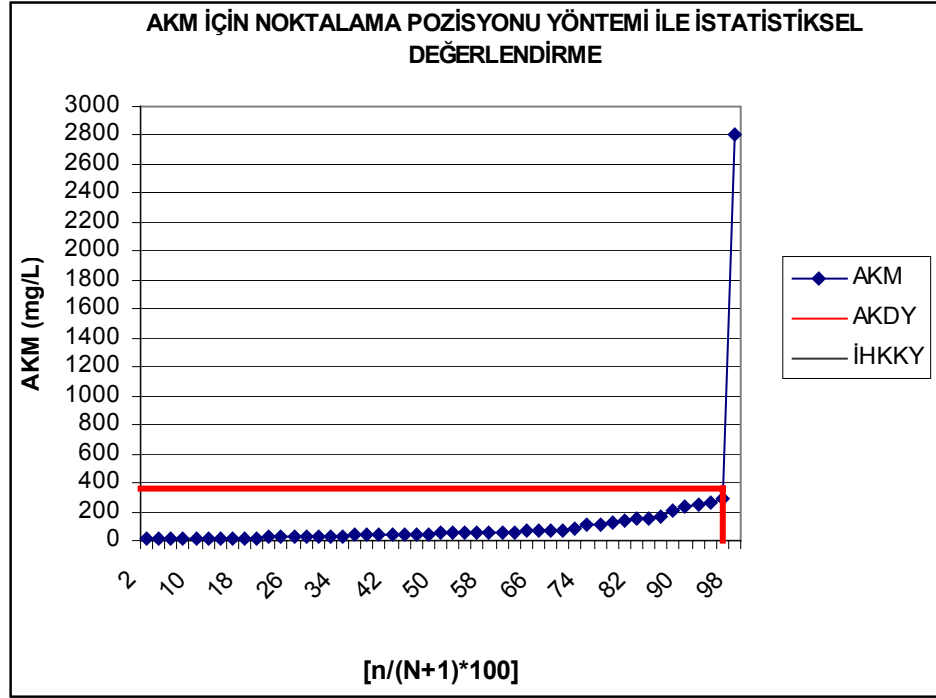
N= 61 numune sonucu ile oluşturulan Şekil 5.37 yardımı ile C firmasının KOİ parametresi için AKDY limitini %95, SKKY limitini %71 ve İHKKY limitini %17 oranında sağlayabildiği bulunmuştur.



Şekil 5.38 C firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.39 C firmasının çıkış suyunda AKM parametresinin aylık ortalama değerleri



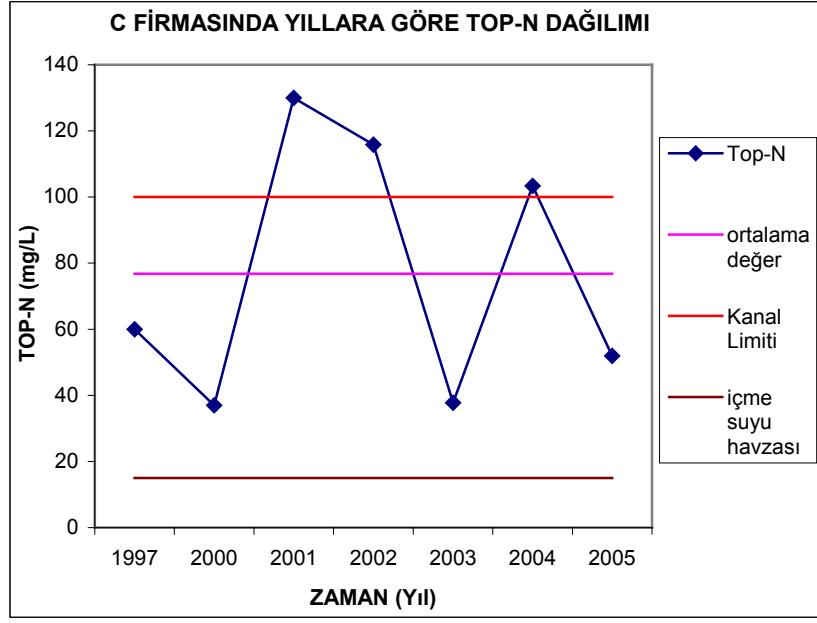
Şekil 5.40 C firmasında AKM parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri

C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin AKM parametresi için ortalama değeri 129,71 mg/L' dir. Gerek 2001 ve 2002 yılları, gerek 1. ay dışında bütün zaman noktalarında, konsantrasyon değerlerinin ortalamanın altında olduğunu görülmektedir. Aslında yıllık ve aylık ortalama AKM grafiklerini çok fazla incelemeye gerekte yok gibidir. Zira KOİ grafiklerinin neredeyse birebir aynılarıdır. Yalnız 1998 ve 1999 yıllarında AKM parametresi bakılmadığı için grafiklerde bu değerler görülmemektedir.

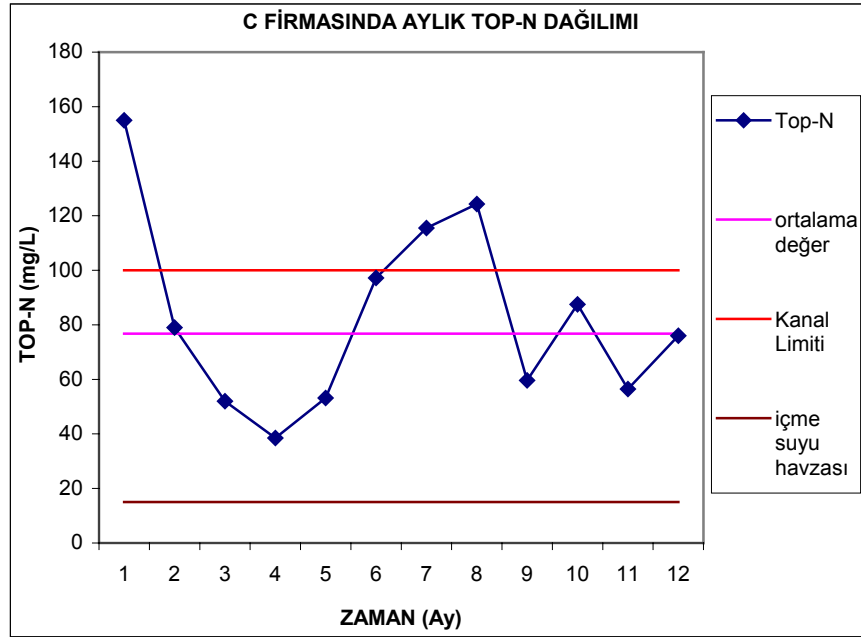
Yıllık değerlendirmede, 2000 ve 2001 yılları dikkate alınmaz ise en yüksek konsantrasyon farkı yaklaşık 63 mg/L' dir.

Aylık değerlendirmede bu fark (1. ay ihmal edilirse) 100 mg/L' dir.

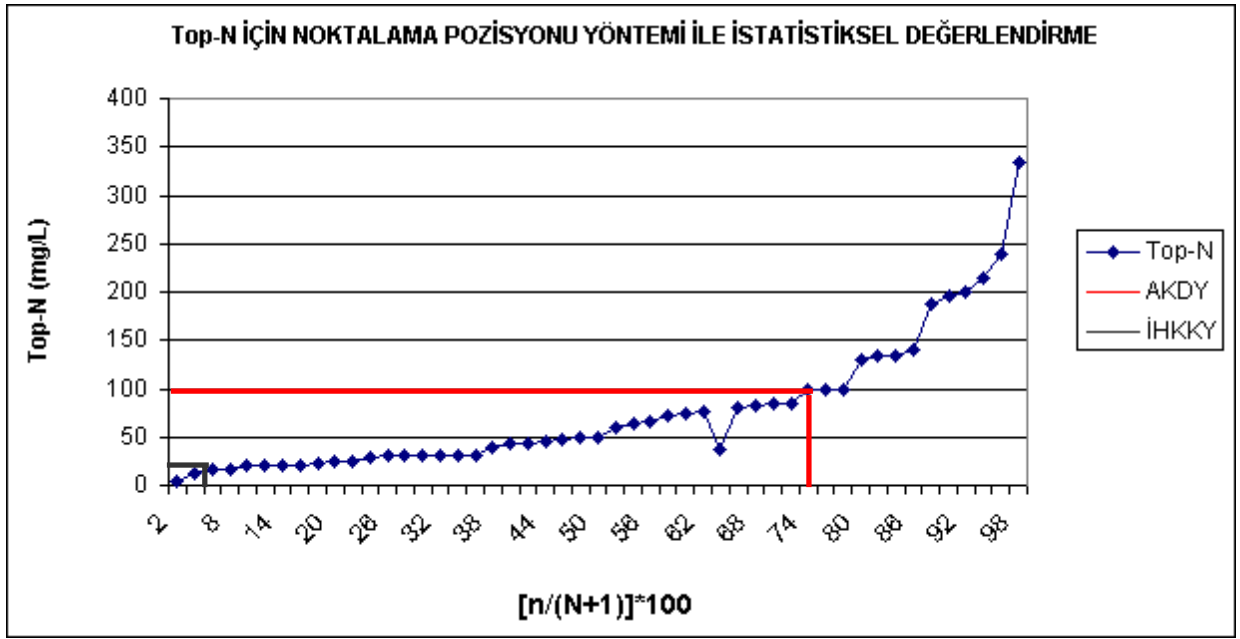
C firmasının AKM parametresi için; 49 arıtma çıkış konsantrasyon değeri kullanılarak oluşturulan Şekil 5.40 yardımı ile AKDY limitinin %96, İHKKY limitinin ise %18 oranında sağlanabildiği bulunmuştur.



Şekil 5.41 C firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.42 C firmasının çıkış suyunda Top-N parametresinin aylık ortalama değerleri



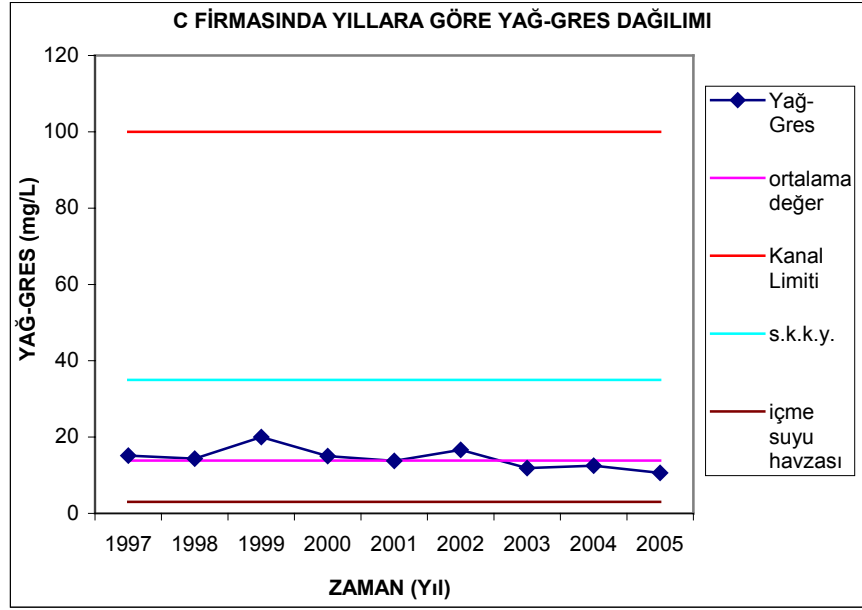
Şekil 5.43 C firmasında Top-N parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri

C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin, Top-N parametresi için ortalama değeri 76,76 mg/L' dir. Top-N grafiklerinde de ciddi bir limit ihlali göze çarpmaktadır. Öyle ki diğer firmalarda aşulamayan, hatta yaklaşılamayan kanal limiti; 2001, 2002 ve 2004 yıllarında ayrıca 1,7 ve 8. aylarda geçilmiştir. Ortalama değer (76,76 mg/L) ise, bu zaman noktalarına karşılık gelen konsantrasyonların yüksekliği nedeni ile, diğer firmaların aksine kanal limitine çok yaklaşmıştır.

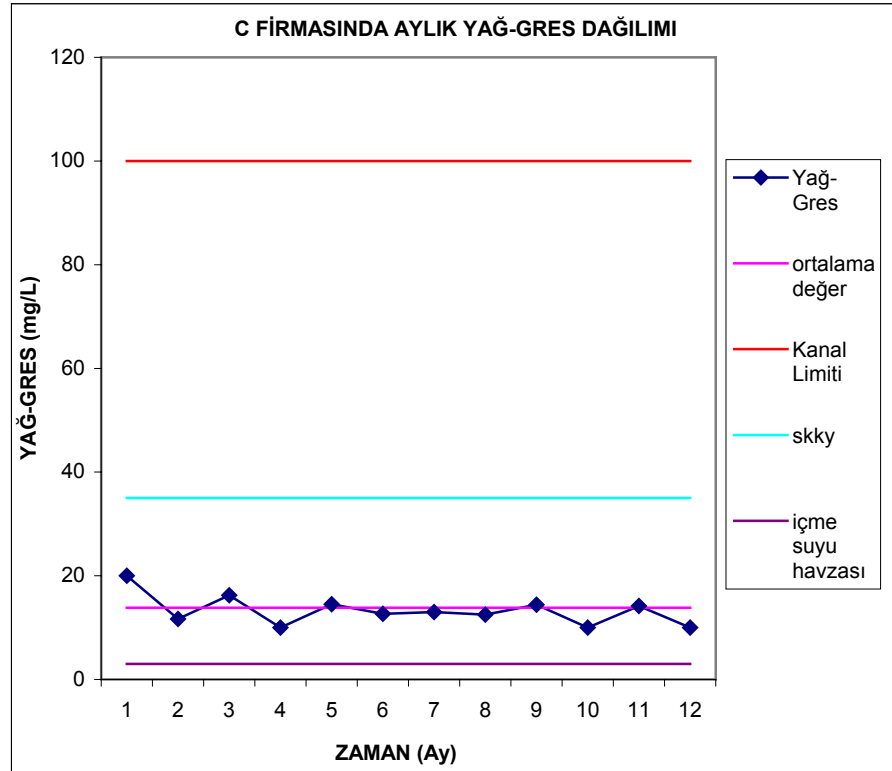
Yıllık değerlendirmede en büyük konsantrasyon farkı 83 mg/L' dir. Üstelik bu fark ardışık iki yılın farkıdır.

Aylık değerlendirmede ise en büyük fark 116,5 mg/L' dir. Bu fark kanal limitinden dahi fazladır.

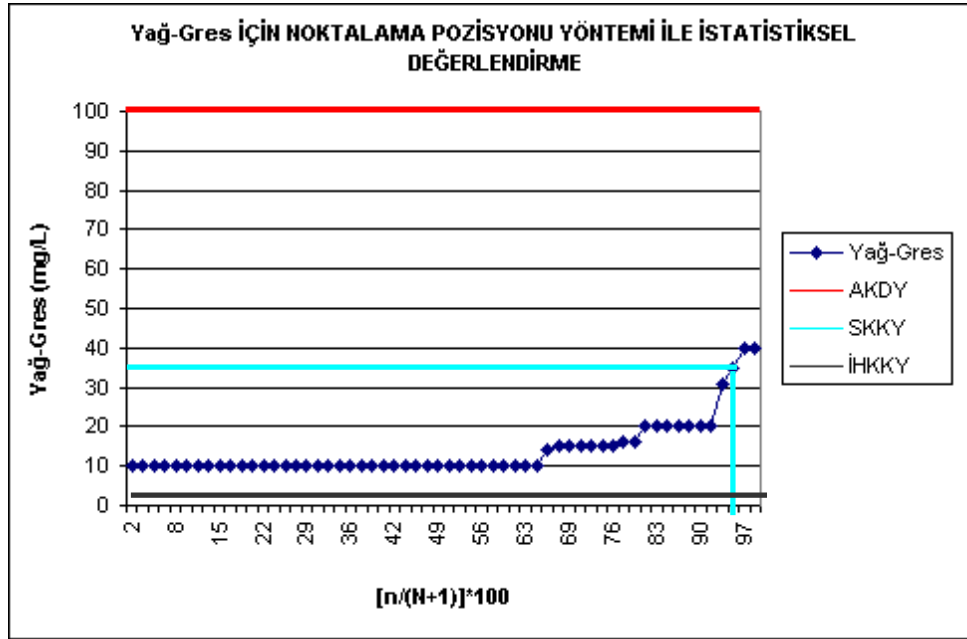
Şekil 5.43 yardımı ile $N=49$ çıkış konsantrasyonu kullanılarak Top-N parametresi için AKDY limitinin %74, İHKKY limitinin ise ancak %6 oranında sağlanabildiği tespit edilmiştir.



Şekil 5.44 C firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin yıllık ortalama değerleri



Şekil 5.45 C firmasının çıkış suyunda Yağ-Gres parametresinin aylık ortalama değerleri



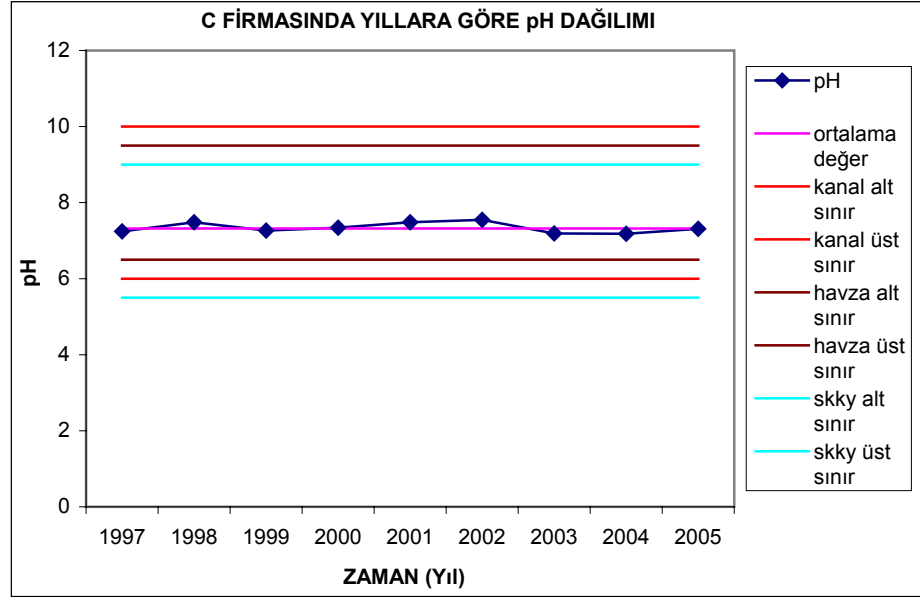
Şekil 5.46 C firmasında Yağ-Gres parametresi için deşarj limitlerinin sağlanabilme yüzdeleri

C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin, Yağ-Gres parametresi için ortalama değeri 13,83 mg/L' dir. C firmasının şimdiye kadar gördüğümüz en verimli çıkış konsantrasyonlarına sahip parametresi Yağ-Gres dir. Diğer firmalarda olduğu gibi yine, gerek ortalama değer (13,83 mg/L) de gerekse tekil zaman noktalarında kanal limitinin çok altında kalmış olup S.K.K.Y. limiti aşılmamıştır. Ve yine havza limiti sağlanamamıştır.

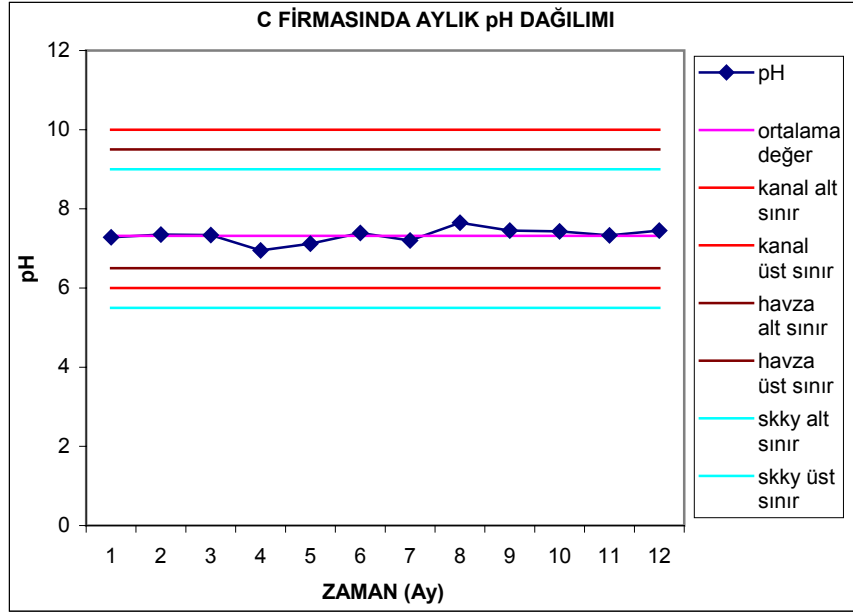
Yıllık grafikte, 1999 ve 2002 yıllarının ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. En büyük konsantrasyon farkı yaklaşık 10 mg/L' dir.

Aylık ortalama değer grafiğinin de en büyük farkı da 10 mg/L' dir. 2., 4., 10. ve 12. aylar ortalamasının altına düşülen, 1 ve 3. aylar ise ortalamasının üzerindeki aylardır.

N= 58 adet arıtma tesisi çıkış Yağ-Gres konsantrasyonundan elde edilen Şekil 5.46'daki grafik yardımı ile AKDY limit değeri olan 100 mg/L' nin %100, SKKY limiti olan 35 mg/L' nin %95 oranında sağlandığı ve İHKKY limit değeri olan 3 mg/L' nin hiçbir numune sonucunda sağlanamadığı görülmüştür.



Şekil 5.47 C firmasının çıkış suyunda pH parametresinin yıllık ortalama değerleri

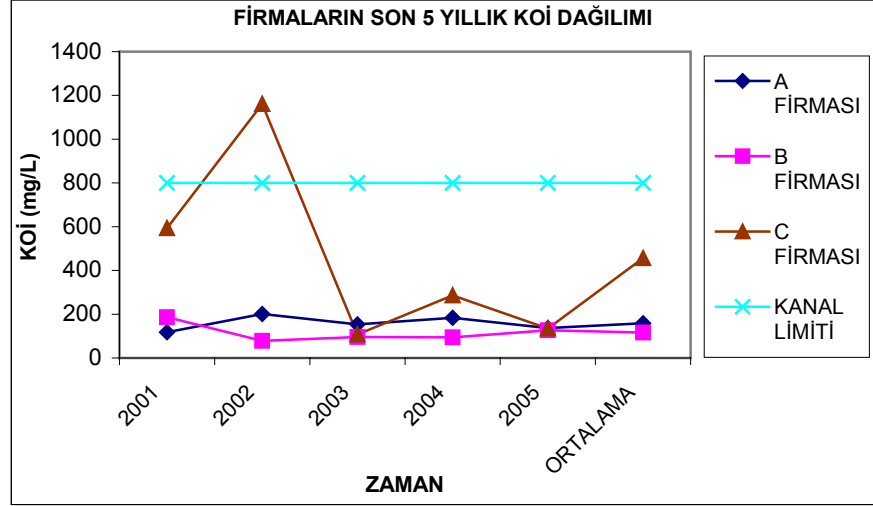


Şekil 5.48 C firmasının çıkış suyunda pH parametresinin aylık ortalama değerleri

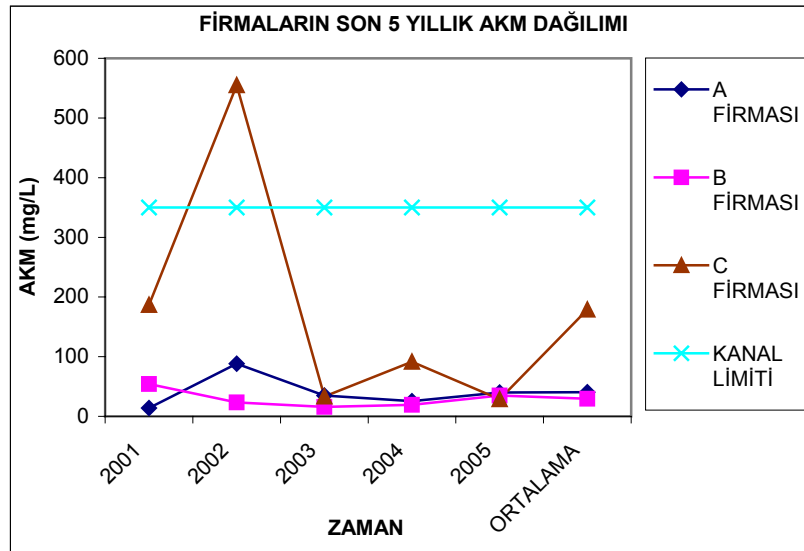
C firmasının arıtma tesisi çıkışından alınan tüm numunelerin, pH parametresi ortalama değeri 7,32' dir. Yağ-Gres gibi C firmasında sorunsuz çıkış konsantrasyonlarına sahip diğer bir parametre pH dır. Ortalama değer yanında, tüm zaman noktalarında da pH limitleri sağlanmıştır.

5.5 Örnek Firmaların Son 5 Yıllık Numune Sonuçlarının Karşılaştırılması

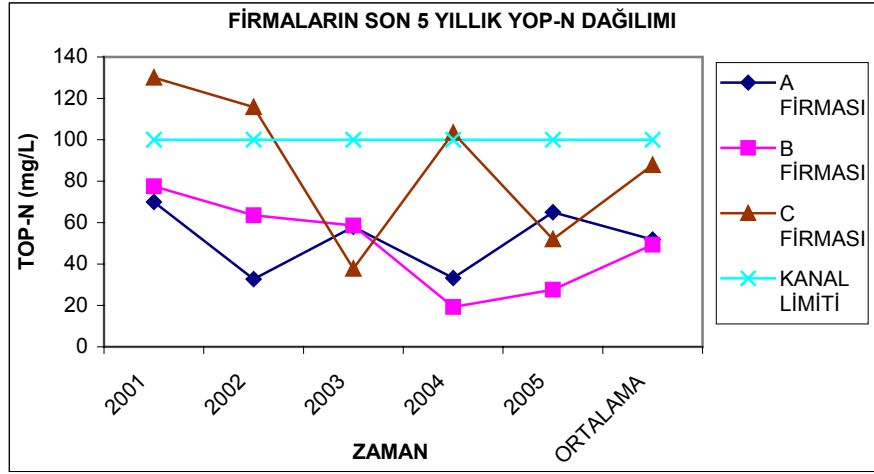
Bu bölümde her üç firmanın son 5 yıl içinde arıtma tesisleri çıkışından alınan arıtılmış su numunelerinin analiz sonuçları incelenecektir. Her parametre için zaman ekseninde görülen “ortalama” değer; son 5 yıllık konsantrasyon değerlerinin ortalamasıdır.



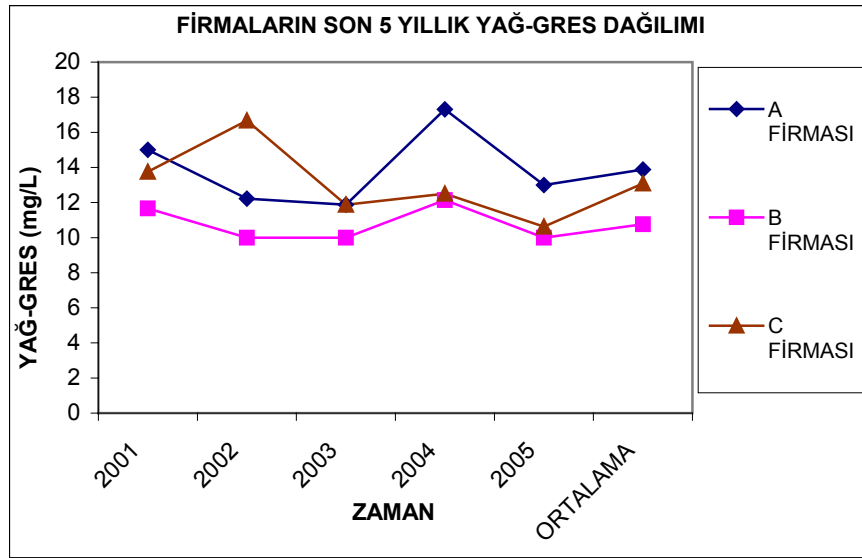
Şekil 5.49 Firmaların son 5 yıl için ortalama KOİ değerleri



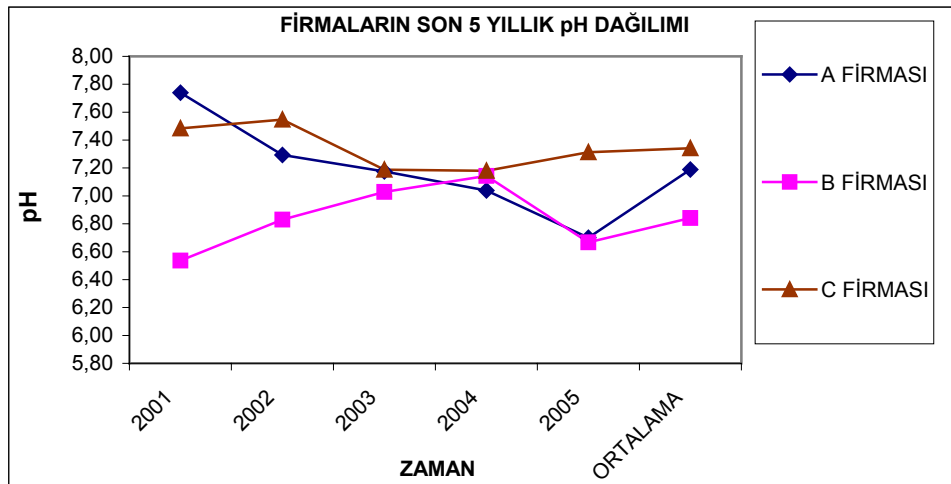
Şekil 5.50 Firmaların son 5 yıl için ortalama AKM değerleri



Şekil 5.51 Firmaların son 5 yıl için ortalama Top-N değerleri



Şekil 5.52 Firmaların son 5 yıl için ortalama Yağ-Gres değerleri



Şekil 5.53 Firmaların son 5 yıl için ortalama pH değerleri

Son 5 yıl için firmalar arasında yapılan mukayeselerde, Şekil 5.49, 5.50, 5.51, 5.52 ve 5.53 deki grafiklerden, en sorunsuz parametrelerin Yağ-Gres ve pH olduğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında her üç firma içinde, limit değere en yakın ortalama konsantrasyona sahip olan parametre Top- N'dir. pH parametresi, her üç firmada da farklı bir eğilim halindedir. KOİ ve AKM parametrelerinde C firmasının dışında, A ve B firmalarının her ikisinin de kanal limitinden çok uzak olduğu görülmektedir. Firmaların üçünün de, bütün parametrelerde, 5 yıllık ortalama değerlerinin kanal limitlerini sağladıkları görülmektedir.

5.6 Biyolojik Aktif Çamur Prosesinin Sektörel Verimi

Her bir firmaya ait bütün ham atıksu ve arıtılmış su analiz sonuçlarının, parametre bazında ortalama değerlerinin karşılaştırılarak, bütün parametreler için arıtma verimleri grafik üzerinde değerlendirilecektir. En az numune alınan firmadan, 8 yılda 60'ın üzerinde numune alındığı ve toplamda 200' ün üzerinde (toplam 233) numune sonucunun değerlendirildiği düşünülecek olursa, çalışmanın bu kısmı et entegre endüstrisi hakkında yapılacak yeni çalışma ve projeler için kaynak oluşturabilecek niteliktedir.

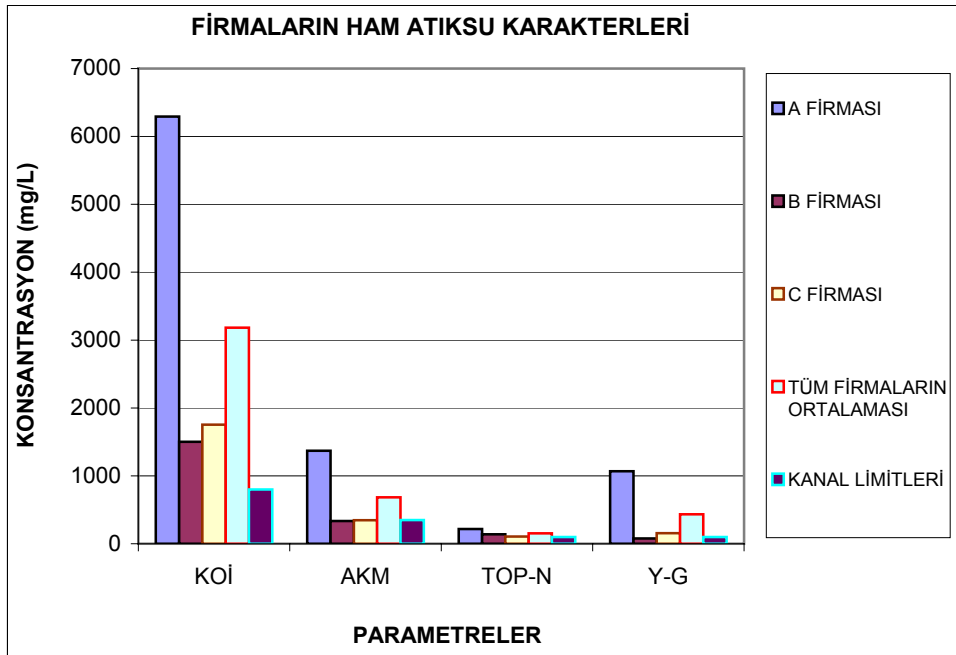
Çizelge 5.13 ve 5.14' de her bir firmaya ve parametreye karşılık gelen değer; alınan bütün numunelerin analiz sonuçları ortalamasını ifade etmektedir. Çizelge 5.15 de ise bu değer; Çizelge 5.13 ve 5.14 deki değerler kullanılarak elde edilen (her bir parametre için) arıtma verimini göstermektedir.

Her üç çizelgede ortalama sütunu ise; her bir firma ve parametre için elde edilmiş değerlerin ortalamasıdır. Bu sütun, Çizelge 5.13 de et entegre endüstrisinden kaynaklanan atıksuları, Çizelge 5.14 de (biyolojik aktif çamur prosesi ile) arıtılmış suları karakterize etmektedir. Ayrıca biyolojik aktif çamur prosesi ile et entegre endüstrisi atıksularının arıtılması neticesinde elde edilebilecek verimler Çizelge 5.15' deki ortalama sütununda görülmektedir.

Çizelge 5.13 Firmaların ham atıksu karakterleri

Parametre	A Firması	B Firması	C Firması	Ortalama	Kanal
KOİ	6293	1503	1755	3185	800
AKM	1370	335	348	684	350
TOP-N	218	140	105	154	100
Yağ-Gres	1068	78	155	434	100

Şekil 5.54’de Çizelge 5.13’deki ham atıksu değerlerinin, oluşturdukları eğriler gösterilmiştir.

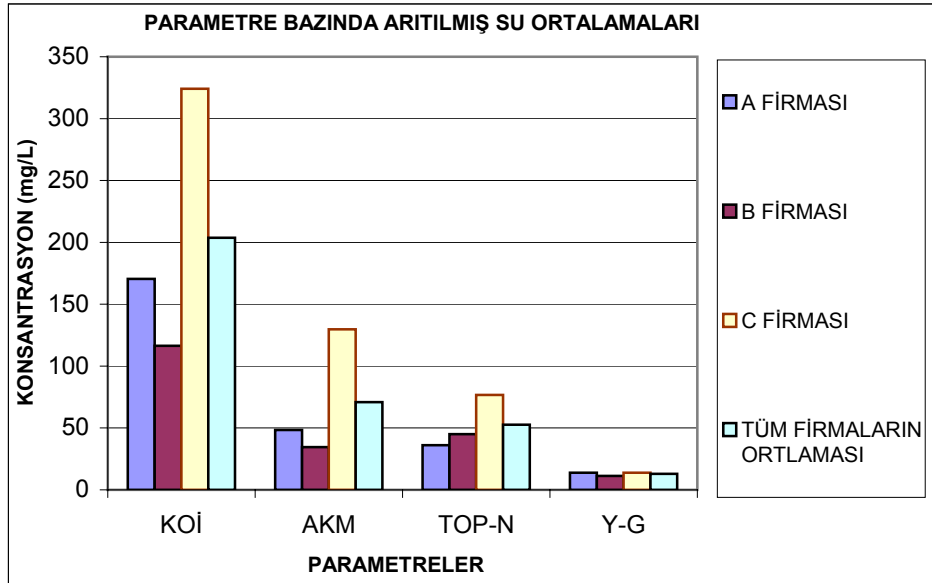


Şekil 5.54 Örnek et entegre tesislerinin ham atıksu ortalamaları

Çizelge 5.14 Firmaların arıtılmış su karakterleri

Parametre	A Firması	B Firması	C Firması	Ortalama
KOİ	170	116	324	203
AKM	48	35	129	71
TOP-N	36	45	77	53
Y-G	14	11	14	13

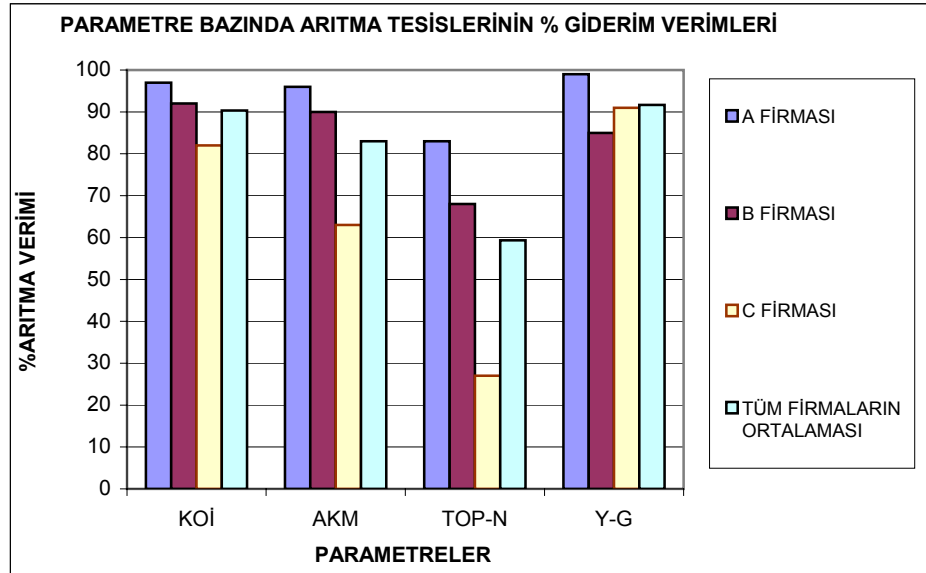
Şekil 5.55’de; Çizelge 5.14’de verilen, A,B ve C firmalarına ait, aktif çamur prensibi ile çalıştırılan biyolojik arıtma tesislerinde arıtılmış suların karakterleri gösterilmiştir.



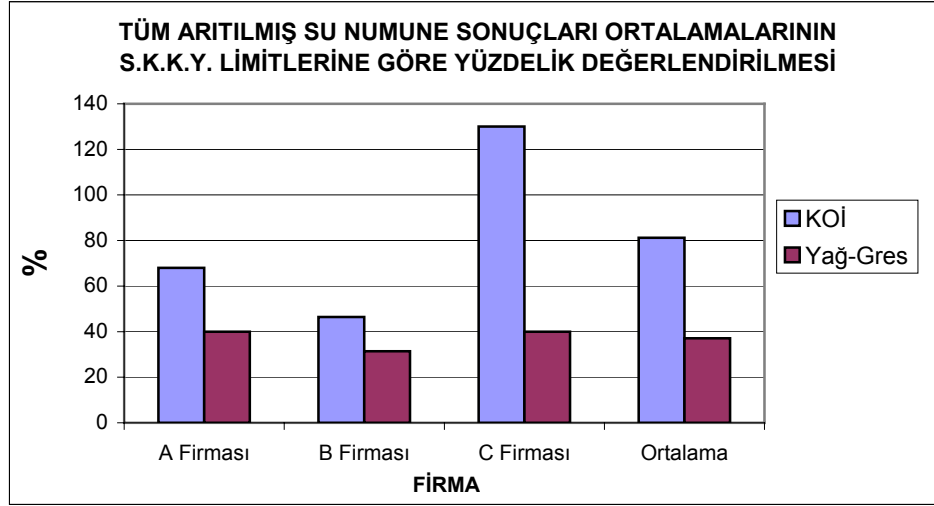
Şekil 5.55 Örnek et entegre tesislerinin biyolojik aktif çamur ile arıtılmış su karakterleri

Çizelge 5.15 Örnek et entegre tesislerinin parametre bazında % arıtma verimleri

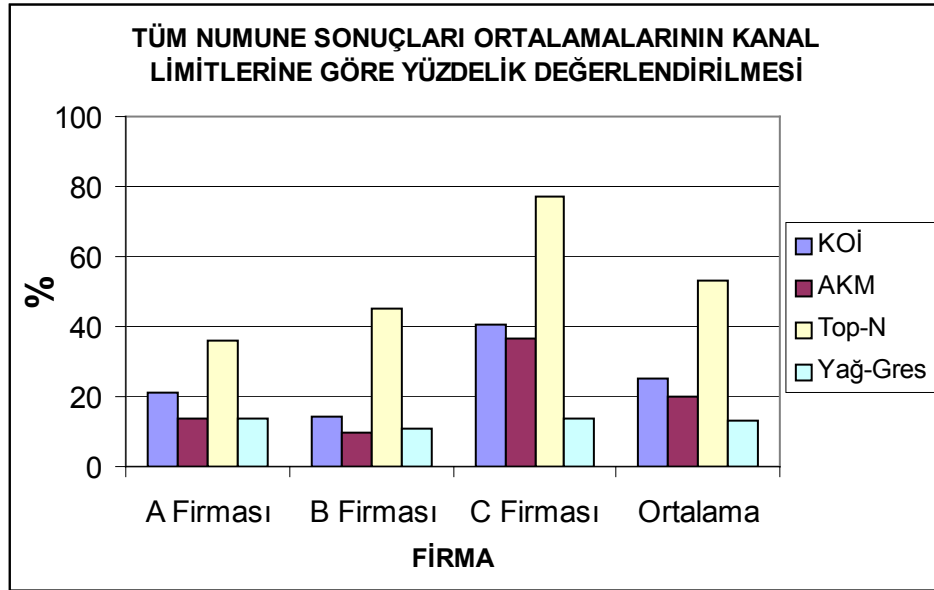
Parametre	A Firması	B Firması	C Firması	Ortalama
KOİ	97	92	82	90
AKM	96	90	63	83
TOP-N	83	68	27	59
Y-G	99	85	91	92



Şekil 5.56 Örnek et entegre tesislerinin, parametre bazında % arıtma verimleri



Şekil 5.57 Tüm arıtılmış su numune sonuçları ortalamalarının S.K.K.Y. limitlerine göre yüzdelik değerlendirilmesi



Şekil 5.58 Tüm arıtılmış su numune sonuçları ortalamalarının kanal limitlerine göre yüzdelik değerlendirilmesi

Şekil 5.54'den, atıksu kirlilik yükü en yüksek olan firmanın, A firması olduğu anlaşılmaktadır. Buna rağmen arıtma verimi en yüksek olan tesisinde yine A firması olduğu Şekil 5.56'da görülmektedir. Çizelge 5.13 ve Şekil 5.54'den; B ve C firmalarının ham atıksu AKM değerlerinin deşarj limitleri altında olduğu, Top-N ve Yağ-Gres parametrelerinin deşarj limitlerine çok yakın olduğu, hatta A firmasında dahi en düşük konsantrasyon değerinin Top-N parametresine ait olduğu anlaşılmaktadır. KOİ ise diğer parametrelere nazaran en yüksek giriş konsantrasyonuna sahip parametredir. Ancak Çizelge 5.15 ve Şekil 5.56'da en iyi arıtma verimi yüzdesinin, Yağ-Gres ile birlikte KOİ parametresinde elde edildiği görülmektedir. Top-N ise, giriş konsantrasyonu düşük olsa da, arıtma verim yüzdesi en düşük olan parametredir. Top-N giriş konsantrasyonlarının firmalara göre dağılımı $A > B > C$ şeklindedir. Çıkış konsantrasyonları dağılımının $C > B > A$ dır.

Şekil 5.55'de, sektörün arıtma çıkış değeri diyebileceğimiz “Tüm firmaların ortalaması” eğrisinin, kanal limitlerinin yanında, S.K.K.Y. standartlarını da sağladığı, Şekil 5.57 ve 5.58 deki grafiklerde görülmektedir. Buna göre; et entegre endüstrisi atıksularının, aktif çamur prensibi ile çalışan biyolojik arıtma tesislerinde arıtılması neticesinde yeterli giderim fazlası ile sağlanabilmektedir.

5.7 Et Entegre Endüstrisinde, Arıtılmış Suyun Yeniden Kullanılması Ve Arıtma Tesislerinin İşletilmesi Üzerine Maliyet Analizleri

A ve B firmalarının arıtılmış suyu; atık kanalının temizliği, ahır temizliği gibi ürün ile temas etmeyen yerlerde ve arazi sulamada yeniden kullandıkları, yağışlı ve soğuk mevsimlerde ise fazla gelen suyun kanala verildiği ifade edilmişti. C firmasına ait arıtma tesisinin ise arıtılmış suyu, geri devirli kullanmaya müsait bir şekilde planlanmasına rağmen, şuan için kanala deşarj etmekte olduğu önceki bölümlerde belirtilmişti. Bu bölümde; ara başlıklar halinde arıtılmış suyu yeniden kullanmanın (kapalı sistemlerin) sağladığı ekonomik yararı, arıtma tesisi işletme maliyetini ve bu maliyetin birim ürüne düşen miktarını çalışmaya konu olan örnek firmalar baz alınarak hesaplanacak ve sonuçları değerlendirilecektir. Yapılacak analizler; kapasite ve proje bilgileri doğrultusunda gerçekleştirilecektir.

5.7.1 Arıtılmış Suyun Yeniden Kullanılmasının (Kapalı Sistemin) Sağladığı Tasarruf / Kazanç

Arıtılmış suyu; atık kanalının temizliği, ahır temizliği gibi ürün ile temas etmeyen yerlerde ve arazi sulamada yeniden kullanan A ve B firmaları ile şuan için kanala deşarj etmekte C firması için küçük bir analiz yapılacaktır.

İstanbul'da sanayi suyunun birim fiyatı, 3,5 - 4 YTL/m³ arasında değişmektedir. Bu çalışmada metreküp başına 3,5 YTL esas alınmıştır.

A Firması:

A firmasına ait arıtma tesisi 600 m³/gün' lük atıksuyu arıtabilecek kapasitede olduğuna göre günlük;

$$3,5 \times 600 = 2100 \text{ YTL/gün}$$

B Firması:

$$120 \text{ m}^3/\text{gün} \times 3,5 \text{ YTL/m}^3 = 420 \text{ YTL/gün' lük bir tasarruf sağlayabilmektedirler.}$$

C Firması ise, arıttığı suyu yeniden kullanmadığı için;

$$160 \text{ m}^3/\text{gün} \times 3,5 \text{ YTL/m}^3 = 560 \text{ YTL/gün' lük bir zarardadır diyebiliriz.}$$

Arıtılmış suyun tesiste yeniden kullanılmasının ekonomik yararlarından başka zirai açıdan besleyici özelliklere sahip olması diğer bir avantajdır. Et entegre tesislerinin çevrelerinde yapılacak peyzaj projeleri (ağaçlandırma, v.s), sektörün önemli bir sorunu olan kötü kokuların etrafa yayılmasını önlemede büyük başarıya sahiptir. Üstelik bu sektörün arıtma çamurlarının yanında (her üç tesisten kaynaklanan arıtma çamurları yakın yerlerdeki çiftçiler tarafından kullanılmaktadır) besin değeri zengin arıtılmış suyun zirai faaliyetlerde olumlu etkisi bilinen bir gerçektir. Yine daha önce de değinilen Luo ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada; et entegre endüstrisinden kaynaklanan ham atıksuyun bitkiler üzerindeki etkisi arıtılmış suyun yeniden kullanılmasının sağladığı diğer yaralardır. Çalışmamıza konu olan firmalarda olmasa da, zirai faaliyetlerinde yapılmakta olduğu veya bu faaliyetlerde bulunan firmalara komşu olan et entegre tesislerinde; arıtılmış suyun %100' ünün ekonomik açıdan geri devrinin söz konusu olduğu bilinmektedir.

5.7.2 Atıksu Arıtma Tesisinin İşletme Maliyeti

Bu analizde; 120 m³/gün' lük arıtma kapasitesine sahip B firmasına ait arıtma tesisinin, işletme maliyeti hesaplanacaktır. Bunun için gider kalemleri ayrı ayrı ele alınacaktır. Elde edilen işletme maliyeti ile, arıtılmış suyun yeniden kullanılması neticesinde sağlanan tasarruf karşılaştırılacaktır.

5.7.2.1 Elektrik Gideri

Arıtma tesisini oluşturan ekipmanlar ve elektrik tüketimleri Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1 B firmasına ait arıtma tesisinde elektrik tüketim bilgileri

Ekipman	Tüketim (kw)	Kullanım Süresi (Saat/gün)
Dengeleme pompası	1,4	4
Yağ ayırma pompası	7,5	8
Yağ sıyrıcı	2	8
Statik elek	2,5	4
Havalandırma (difüzörler)	15 (2 adet)	8
Havalandırma pompası	5,5	4
Filtre pres	3	2
Temiz su pompası	1,1	2

Günlük toplam sarfiyat:

$$(1,4 \times 4) + (7,5 \times 8) + (2 \times 8) + (2,5 \times 4) + 2 \times (15 \times 8) + (5,5 \times 4) + (3 \times 2) + (1,1 \times 2) \approx 362 \text{ kw.saat' dir.}$$

İstanbul' da elektrik dağıtım kurumunun (AYEDAŞ) sanayi abonelerinden 1 kw.saat için aldığı elektrik bedeli 15,195 Kuruş' dur. Buna göre:

B firmasına ait arıtma tesisinin günlük elektrik masrafı; $362 \times 15,195 = 55 \text{ YTL/gün'}$ dür.

5.7.2.2 Personel Ücretleri

B firmasında, arıtma tesisinin işletilmesinden sorumlu, mühendis ve işçi olmak üzere iki eleman çalışmaktadır. Bu elemanlara aylık toplam (SSK, vergi, yemek, yol v.s. giderler dahil) 3.500 YTL ödendiğine göre;

$(3.500 \text{ YTL} / 30 \text{ gün}) \times 7/6^* = 136,11 \text{ YTL/gün}$ maaş ödenmektedir.

5.7.2.3 Katı Atıkların Uzaklaştırılması

Arıtma çamuru daha çok çiftçiler tarafından alındığı ve firmanın kendi arazisi için kullanıldığı için, uzaklaştırma maliyeti hemen hemen yok gibidir. Yine de yıl içerisinde, özellikle kış mevsimlerinde üretimden kaynaklanan yağ, et, kemik v.s. parçaları ile birlikte uzaklaştırma ihtiyacı duyulabilmektedir. Senelik masrafı 5 kamyon x 50 YTL = 250 YTL olduğuna göre;

$(250 \text{ YTL} / 365) \times 7/6 = 0,8 \text{ YTL/gün}$ ’dür.

5.7.2.4 Bakım – Onarım Giderleri

Tesisin yıllık bakım masrafı ortalama 2000 YTL olduğuna göre;

$(2000 \text{ YTL} / 365 \text{ gün}) \times 7/6 \approx 6,5 \text{ YTL/gün}$ ’dür.

5.7.2.5 Günlük Toplam İşletme Maliyeti

$55 + 136,11 + 0,8 + 6,5 = 198,41 \approx \underline{200 \text{ YTL/gün}}$ ’dür.

B tesisi örnek seçilerek yapılan analizde; arıtma tesisi için günde yaklaşık 200 YTL’lik bir işletme maliyetinin söz konusu olduğu bulunmuştur. Ancak arıtılmış suyun yeniden kullanılması ile 420YTL/gün’lük bir tasarruf sağlandığı bölüm 6.1 de hesaplandığı için, B firması arıtma tesisi işleterek günlük;

$420 - 200 = 220 \text{ YTL/gün}$ kar etmektedir

Üretim kapasitesi 5 ton/gün olduğuna göre;

B firması arıtma tesisini işletmekle 1 ton üründe $220 / 5 = 44 \text{ YTL/ton}$ kazanç sağlamaktadır.

* Haftada 6 gün çalışılmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İstanbul’ da faaliyet gösteren üç farklı et entegre tesisine ait arıtma prosesleri incelenmiştir. İSKİ tarafından alınan 200’ ü aşkın numunede analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmada ulaşılan ortalama değerlerin; gerek numunelerin alınma süresinin genişliği, gerekse sayılarının fazlalığı nedeni ile, diğer çalışma ve projeler için sektörü temsil eden karakteristik değerler olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Et entegre endüstrisinden kaynaklanan atıksuların, aktif çamur prensibi ile çalıştırılan biyolojik arıtma tesislerinde arıtılması ile % 90 KOİ, %83 AKM, % 59 Top-N ve % 92 Yağ-Gres giderim verimi elde edilebileceği tespit edilmiştir.

Çalışmaya konu olan firmaların arıtma çıkışı konsantrasyonları deşarj standartlarına göre istatistiksel olarak (noktalama pozisyonu yöntemi ile) değerlendirilmiştir. Özellikle kanal limitlerinin (C firmasının Top-N parametresi hariç) her üç firmada da %90’ ın üzerinde sağlanabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca limit değerleri kanalizasyona deşarj standartlarına kıyasla çok düşük olan, S.K.K.Y. standartlarının dahi sağlandığı tespit edilmiştir. Bu standarda göre %70’ in altına inen parametre ve firma yoktur. Bu nedenle aktif çamur prensibi ile çalışan biyolojik arıtma tesislerinin et entegre endüstrisi atıksuları için son derece uygun bir tercih olduğu anlaşılmıştır.

Ancak, çalışmada kullanılan diğer bir standart olan İSKİ İçmesuyu Havzaları Koruma ve Kontrol Yönetmeliği (İHKKY)’nde belirlenen deşarj limitlerinin (pH hariç), %50 oranında dahi sağlanamadığı görülmüştür. Bu nedenle bu standartların uygulandığı içme suyu havzalarında, et entegre tesisleri atıksularının, aktif çamur sistemleri ile arıtılmasının yeterli olmayacağı anlaşılmıştır.

Arıtma tesisi çıkış suyunu, ürün ile temas etmeyen alanların temizliğinde ve arazi sulamada kullanan firmaların yapmış oldukları tasarruf ile, arıtma tesislerinin işletme maliyetini karşılamının ötesinde kar edebilecekleri, bu çalışmanın sonuçlarındandır.

Yukarıdaki sonuçlar ışığında;

İstanbul’ da kanal ortamına atıksu deşarjını denetleyen kurum olan İSKİ’ nin, uyguladığı limitlerin et entegre sektörü için çok yüksek kaldığı anlaşılmaktadır. Diğer sektörlerdeki arıtılmış su numune sonuçlarının da değerlendirilmesinin ardından, İSKİ’ nin mevcut limitleri düşürmesi sonucunda; özellikle debilerinin büyüklüğü nedeni ile kirlilik yükleri yüksek olan et entegre tesislerinin, alıcı ortam öncesi nihai arıtma prosesine olan atıksu yükünün düşeceği düşünülmektedir. Kanala deşarj limitlerinin düşürülmesi ile firmaların; arıtma tesislerini yüksek verimle çalıştırmaya ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi yaptıkları çevre yatırımından daha fazla istifade etme yollarını aramaya yöneleceği tahmin edilmektedir. Bunun sonucunda arıtılmış suyu yeniden kullanma (kapalı devre) alternatiflerinin artması ve cazip hale getirilmesi sağlanabilir. Bu şekilde, doğal kaynakların daha az tüketilmesi sonucu milli tasarruf sağlanacağı ve çevre yatırımlarının ekstra maliyet değil kazanç getireceği tahmin edilmektedir.

KAYNAKLAR

DİE, (2002), “Tarım İstatistikleri Özeti” , Ankara

Erarslan S., Genç N.M., (2002), “Bio Reaktörlerde Oksijen Transferinin İncelenmesi Ve Alternatif Olarak Püskürtme Çevrimli (Jet Loop) Reaktörlerin Ele Alınması”, Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Erarslan S., (2005), Erzincan İli Refahiye İlçesi Alaçayır Köyü Evsel Nitelikli Atıksularının Doğal Arıtma Tesisi (Suni Sulak Alan) İle Arıtılması Projesi, Erzincan

Gönenç İ.E., (1984), “T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Endüstriyel Atıksuların Kontrol ve Kısıtlama Esasları (Mezbahalar ve Et Ürünleri Endüstrisi)”, Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İstanbul

İSKİ tarafından alınan hamsu ve arıtılmış su, numune değerleri.

Luo J., Lindsey S., Xue J., (2004), “Irrigation of meat processing wastewater onto land”, Agriculture, Ecosystems and Environment, 103, 123–148

Mavrov V., Fihnrich A., Chmiel H., (1997), “Treatment of low-contaminated waste water from the food industry to produce water of drinking quality for reuse”, Desalination 113, 197-203

O'brien E., Hetrick M., Dusault A., (2002), “Wastewater To Wetlands: Opportunities For California Agriculture By Sustainable Conservation”, California

Sroka E., Kamfliski W., Bohdziewicz J., (2004), “Biological Treatment of Meat Industry Waste Water”, Desalination, 162, 85-91

Sustainable Concepts towards a Zero Outflow Municipality (Zero-m) projesi kapsamında “Sürdürülebilir Kalkınma İçin Atıksu Yönetimi” eğitim notları, 5-8 Temmuz 2005, Tübitak Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Kimya ve Çevre Enstitüsü, İzmit

Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., (2003), “Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry” Resources, Conservation and Recycling 38, 335-345

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.tmyo.edu.tr

[2] www.osbuk.org

[3] www.miga.org/miga_documents/MeatProcessing.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 27.04.1982

Doğum yeri İstanbul

Lise 1995–1998 Tuzla Lisesi

Lisans 1998–2002 Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2002–..... Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çalıştığı kurum(lar)

2002–..... İSKİ Atıksu Arıtma ve Ruhsat Denetim Daire
Başkanlığı, Çevre Mühendisi