



T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA DEMİRTAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSULARININ ÖZELLİKLERİ  
VE ATIKSU ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI**

109705

GÖKHAN EKREM ÜSTÜN

109705

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA - 2001




T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


BURSA DEMİRTAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSULARININ ÖZELLİKLERİ  
VE ATIKSU ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI

GÖKHAN EKREM ÜSTÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 08/01/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

  
Yrd.Doç.Dr. Seval K. Akal SOLMAZ  
(Danışman)

  
Doç.Dr. Pervin ANIŞ

  
Doç. Dr. Kadir KESTİOĞLU

BURSA-2001

## ÖZET

Bu çalışmada, Bursa il sınırları içinde bulunan Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi'nden (DOSAB) kaynaklanan atıksuların arıtımı için kurulması planlanan arıtma tesisiyle ilgili atıksu karakterizasyonu, atıksu debilerinin belirlenmesi, laboratuvar ve pilot ölçekli atıksu arıtılabilirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda uygun olduğu düşünülen bir arıtma sistemi önerilmiştir. Yapılması planlanan atıksu arıtma tesisi için öngörülen ve tasarımı yapılan fiziko-kimyasal ve biyolojik arıtma ünitelerinin küçük ölçekte deneme çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışma, geniş bir literatür araştırması şeklinde olup, DOSAB Bölge Müdürlüğü, Bursa TUBİTAK- MAM TEAL(Tekstil Enstitüsü Araştırma Laboratuvarı), TUBİTAK- MAM ESÇAE (Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü), Bursa Pilot Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü'nce yapılan ortak çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler doğrultusunda hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Organize Sanayi Bölgesi (OSB), Atıksu Karakterizasyonu, Atıksu Arıtımı.

**ABSTRACT**

In this study, wastewater characterisation, identification of wastewater flow rates, treatability tests at laboratory-scale and pilot-scale have been undertaken for wastewater treatment plant that is planned for Demirtaş Organised Industrial District (DOSAB). At the end of this study a wastewater treatment plant is recommended. It has been aimed to test the physico-chemical and biological treatment units that is planned and designed at small scale.

This study has been prepared based on extensive literature citation and the information from the co-operative studies with DOSAB Regional Directorate, Bursa TÜBİTAK(Turkish Science and Technical Research Institution)-MAM The Research Laboratory of Textile Institute, TÜBİTAK-MAM The Institute of Environmental Research and Energy Systems , Bursa Pilot Organised Industrial District.

**Key Words:** Organised Industrial District (OID), Wastewater Characterization, Wastewater Treatment.

## İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ DURUM DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>3</b>
2.1. Organize Sanayi Bölgesi.....	3
2.2. Organize Sanayi Bölgesinin Çevre Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi.....	6
2.2.1.Orta Doğu Teknik Üniversitesi(ODTÜ) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	9
2.2.2.Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ)Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	11
2.2.3.İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	13
2.3. Organize Sanayi Bölgesi Endüstriyel Kompozisyon, Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları.....	16
2.3.1.Endüstriyel Kompozisyon Belirleme Çalışmaları.....	17
2.3.2.Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yüklerini Belirleme Çalışmaları.....	18
2.3.3.ODTÜ, DEÜ ve İTÜ Tarafından Yapılan Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Belirleme Çalışmaları.....	20
2.3.3.1.ODTÜ Tarafından Yapılan Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları.....	32
2.3.3.2.DEÜ Tarafından Yapılan Manisa Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları.....	35
2.3.3.3.İTÜ Tarafından Yapılan Bursa Pilot Organize Sanayi Bölgesi. Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları.....	37

2.4. Organize Sanayi Bölgeleri İçin Yer Seçiminde Gözönüne Alınması	
Gereken Hususlar.....	40
2.5. Organize Sanayi Bölgelerindeki Endüstriler İçin Ön Arıtmanın	
Değerlendirilmesi.....	42
2.5.1.Ön Arıtma, Birleşik Arıtmanın Tanımı.....	43
2.5.2. Ön Arıtma Yöntemleri.....	43
<b>3. BURSA ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ: MEVCUT DURUM -</b>	
<b>DEMİRTAŞ ÖRNEĞİ.....</b>	<b>49</b>
3.1. Giriş.....	49
3.1.1. Yerleşim, Coğrafik Konum.....	51
3.1.2. İklim ve Bitki örtüsü.....	52
3.1.3. Nüfus ve Sanayi Gelişimi.....	52
3.1.4. Alıcı Ortam Su Kalitesi.....	53
3.1.5. Atıksu Arıtma Tesisinin Yapımı Planlanan Sahaya ait Bilgiler.....	53
3.2. Su Temini.....	53
3.3. Kanalizasyon ve Yağmursuyu Toplama Sistemi.....	54
3.4. Endüstri Kategorizasyonu.....	55
3.5. Atıksu Karakterizasyonu .....	59
3.5.1. Ortak Kanalda Yapılan Çalışmalar.....	59
3.5.2. Endüstriler için Karakterizasyon.....	68
3.5.2.1. Anket Formlarının Değerlendirilmesi.....	68
3.5.2.2. Atıksu Karakterinin Belirlenmesi.....	70
3.6. Atıksu Debi Hesapları.....	76
3.6.1. DOSAB Ortak Kanalı Deşarjları.....	77
3.6.2. Dere Deşarjları.....	78
3.6.3. Fosseptik Deşarjları.....	78
3.6.4. Bölgede Kurulacak Yeni İşletmelerden Gelebilecek Atıksu Debileri..	79
3.6.5. Yağmursuyu Debisi.....	79
3.6.6. Tasarım Debisi.....	80
<b>4. DEMİRTAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ORTAK KANALI</b>	
<b>ATIKSUYU ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>81</b>
4.1 Laboratuvar Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	82
4.1.1 Laboratuvar Ölçekli Fizikokimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları	82

4.1.1.1 Alüminyum Sülfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ ) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	83
4.1.1.2 Demir (III) Klorür ( $FeCl_3$ ) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	89
4.1.1.3 Demir (III) Sülfat ( $Fe_2(SO_4)_3$ ) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	91
4.1.1.4 Fizikokimyasal Arıtılabilirlik Çalışmaları Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	92
4.1.2.Laboratuvar Ölçekli Biyolojik Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	93
4.1.2.1 Atıksuyun Stokiyometrik - Kinetik Katsayıları ve KOİ Fraksiyonları.....	94
4.1.2.2 Biyolojik Arıtma Sistemi Modeli.....	96
4.1.2.3.Biyolojik Arıtma Sistemi Model Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	98
4.2 Pilot Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	99
4.2.1. Kimyasal ve Biyolojik Atıksu Arıtma Sistemi Modeli.....	99
4.2.2. Kimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	101
4.2.3 Biyolojik Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları.....	106
<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>110</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>120</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>124</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

**SİMGELER DİZİNİ**

<b>AKM</b>	Askıda Katı Madde
<b>Al</b>	Alüminyum
<b>BOI<sub>5</sub></b>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>BUSKİ</b>	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>CN<sup>-</sup></b>	Siyanür
<b>Cr<sup>+6</sup></b>	Krom
<b>Cu</b>	Bakır
<b>DOSAB</b>	Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi
<b>İSKİ</b>	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>İZSU</b>	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>KOI</b>	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	Amonyum Azotu
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	Nitrat Azotu
<b>OSB</b>	Organize Sanayi Bölgesi
<b>Q</b>	Debi
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Sülfat
<b>TKN</b>	Toplam Khejdal Azotu
<b>TAM (TAKM)</b>	Toplam Askıda Katı Madde
<b>UAKM</b>	Uçucu Askıda Katı Madde



**ŞEKİLLER DİZİNİ****SAYFA NO**

<b>Şekil 2.1.</b>	1962-1995 Yılları Arasında Hizmete Sunulan O.S.B.'lerinin Bölgelere Göre Dağılımı.....	5
<b>Şekil 2.2.</b>	O.S.B.'lerinin 1997 Yatırım Programına Göre Durumu .....	6
<b>Şekil 2.3.</b>	Eskişehir O.S.B. (I+II)'sindeki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı.....	10
<b>Şekil 2.4.</b>	Manisa O.S.B. (I+II)'sindeki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı.....	12
<b>Şekil 2.5.</b>	Bursa O.S.B.'sindeki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı.....	14
<b>Şekil 3.1.</b>	Bursa ili haritası.....	50
<b>Şekil 3.2.</b>	DOSAB'sindeki Faal İşletmelerin Kanalizasyon Deşarjları.....	54
<b>Şekil 3.3.</b>	DOSAB Endüstri Kategorizasyonu.....	56
<b>Şekil 3.4.</b>	DOSAB Tekstil Endüstrisi Alt Kategorizasyonu.....	57
<b>Şekil 3.5.</b>	DOSAB Metal Endüstrisi Alt Kategorizasyonu.....	58
<b>Şekil 3.6.</b>	DOSAB Kimya Endüstrisi Alt Kategorizasyonu.....	58
<b>Şekil 3.7.</b>	Ortak Kanalda 24 saatlik Debi Değişimleri.....	63
<b>Şekil 3.8.</b>	Ortak Kanalda 24 saatlik KOI Değişimleri.....	65
<b>Şekil 3.9.</b>	Ortak Kanaldaki Ortalama Debi Değişimi.....	68
<b>Şekil 3.10.</b>	Ortak Kanaldaki Ortalama KOI Konsantrasyonu Değişimi.....	68
<b>Şekil 4.1.</b>	Laboratuvar Ölçekli Biyolojik Atıksu Arıtma Sistemi Modeli ve İşletme Koşulları.....	98
<b>Şekil 4.2.</b>	Pilot Ölçekli Kimyasal ve Biyolojik Arıtma Üniteleri Akım Şeması.....	100
<b>Şekil 5.1.</b>	DOSAB İçin Önerilebilecek Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması.....	119

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

	<u>SAYFA NO</u>
<b>Çizelge 2.1.</b>	Eskişehir O.S.B.'sinde Yer Alan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı.....10
<b>Çizelge 2.2.</b>	Manisa O.S.B.'sinde Yeralan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı.....12
<b>Çizelge 2.3.</b>	Bursa O.S.B.'sinde Yeralan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı.....14
<b>Çizelge 2.4.</b>	Evsel Atıksu Karakterizasyonu.....21
<b>Çizelge 2.5.</b>	O.S.B.'lerindeki Endüstrilerin Evsel Atıksu Yüklerinin Belirlenmesinde Esas Alınan Atıksu Karakteristiği.....22
<b>Çizelge 2.6.</b>	Çelik Üzerine Emayeleme Altkategorisi Atıksu Karakterizasyonu.....24
<b>Çizelge 2.7.</b>	Metal Son İşlemler Kategorisi Adi Metaller Altkategorisi Atıksu Karakterizasyonu.....25
<b>Çizelge 2.8.</b>	Tekstil Endüstrisi Kategorisinde Altkategorilere Göre Esas Alınan Değerler.....26
<b>Çizelge 2.9.</b>	Plastik Endüstrisi Kategorisi, Temizleme ve Son İşlemler için Su Kullanımı Altkategorisi Atıksu Karakterizasyonu.....27
<b>Çizelge 2.10.</b>	Su Bazlı Boya Üretimi Altkategorisi Atıksu Karakterizasyonu.....28
<b>Çizelge 2.11.</b>	Gıda Endüstrisi Atıksu Karakterizasyonu .....29
<b>Çizelge 2.12.</b>	Seçilen Kuruluşlarda Gözönüne Alınan Parametreler .....34
<b>Çizelge 2.13.</b>	Eskişehir O.S.B.'si Atıksularının Hesapla Tahmin Edilen ve Ölçülen Özelliklerinin Karşılaştırılması .....35
<b>Çizelge 2.14.</b>	Manisa O.S.B.'sinde Ayrıntılı İncelemeye Alınan Tesislerin Ait Oldukları Sektörde Geçerli Atıksuyu Alıcı Ortama Boşaltma Standartları Parametre Grupları.....36
<b>Çizelge 2.15.</b>	Manisa O.S.B.'sinde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri.....37

<b>Çizelge 2.16.</b>	Bursa O.S.B.'sinde Değerlendirilen Fabrikaların Kategorilere Göre Dağılımı .....	39
<b>Çizelge 2.17.</b>	Bursa O.S.B.'sinde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri.....	40
<b>Çizelge 2.18.</b>	Birincil Arıtma ve Ön Arıtma İşlemleri ve Prosesleri.....	45
<b>Çizelge 2.19.</b>	SKKY'ne Göre Atıksuların Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları.....	47
<b>Çizelge 3.1.</b>	DOSAB'sindeki Mevcut İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	59
<b>Çizelge 3.2.</b>	Ortak Kanalda Atıksu Karakterizasyonu.....	61
<b>Çizelge 3.3.</b>	Ortak Kanalda yapılan Debi Ölçümleri.....	62
<b>Çizelge 3.4.</b>	Ortak Kanalda yapılan KOI Ölçüm Sonuçları.....	64
<b>Çizelge 3.5.</b>	Ortak Kanalda yapılan pH Ölçümleri.....	66
<b>Çizelge 3.6.</b>	Ortak Kanaldaki Ortalama Debi ve KOI değerleri.....	67
<b>Çizelge 3.7.</b>	Endüstriler için SKKY'ye Göre Analizi Yapılan Kirlenici Parametreler.....	72
<b>Çizelge 3.8.</b>	Tekstil Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	74
<b>Çizelge 3.9.</b>	Metal Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	75
<b>Çizelge 3.10.</b>	Kimya Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	76
<b>Çizelge 3.11.</b>	Gıda Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	76
<b>Çizelge 3.12.</b>	Diğer Endüstrilerdeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri.....	76
<b>Çizelge 4.1.</b>	Fizikokimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışması için alınan numunelerin Atıksu Karakterizasyonu.....	84
<b>Çizelge 4.2.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 1.Deney Sonuçları.....	84
<b>Çizelge 4.3.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 2. Deney Sonuçları.....	85
<b>Çizelge 4.4.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 3. Deney Sonuçları.....	85
<b>Çizelge 4.5.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 4. Deney Sonuçları.....	86
<b>Çizelge 4.6.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 5. Deney Sonuçları.....	86
<b>Çizelge 4.7.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 6. Deney Sonuçları.....	87
<b>Çizelge 4.9.</b>	Alum Kullanılarak Yapılan 7. Deney Sonuçları.....	88
<b>Çizelge 4.10.</b>	Demir (III) Klorür Kullanılarak Yapılan 1. Deney Sonuçları.....	89
<b>Çizelge 4.11.</b>	Demir (III) Klorür Kullanılarak Yapılan 2. Deney Sonuçları.....	90

<b>Çizelge 4.12.</b>	Demir (III) Klorür Kullanılarak Yapılan 3. Deneý Sonuçları.....90
<b>Çizelge 4.13.</b>	Demir (III) Sülfat Kullanılarak Yapılan 1. Deneý Sonuçları.....91
<b>Çizelge 4.14.</b>	Demir (III) Sülfat Kullanılarak Yapılan 2. Deneý Sonuçları.....92
<b>Çizelge 4.15.</b>	Ham ve Fizikokimyasal Arıtmadan Geçmiş Atıksuyun Kinetik Katsayıları.....95
<b>Çizelge 4.16.</b>	DOSAB'sinden Kaynaklanan Ham ve Fizikokimyasal Arıtmadan Geçmiş Atıksuyun KOİ Fraksiyonları .....96
<b>Çizelge 4.17.</b>	Laboratuvar Ölçekli Model Tasarım Sonuçları.....97
<b>Çizelge 4.18.</b>	Laboratuvar Ölçekli Model Çalışması Atıksu ve Arıtılmış Atıksu Kirletici Parametreleri (Fizikokimyasal Arıtma Prosesi Sonrası) .....99
<b>Çizelge 4.19.</b>	Laboratuvar Ölçekli Model Çalışması Çamur Özellikleri.....99
<b>Çizelge 4.20.</b>	Pilot Ölçekli Kimyasal Arıtma Ünitesi İşletme Performansı..... 103
<b>Çizelge 4.21.</b>	Biyolojik Arıtmaya giren Atıksuyun Özellikleri (Kimyasal Arıtma Çıkışı)..... 104
<b>Çizelge 4.22.</b>	Ham Atıksu ve Kimyasal Arıtma İşlemi Sonrasında Ağır Metal Konsantrasyonları..... 105
<b>Çizelge 4.23.</b>	Pilot Ölçekli Biyolojik Arıtma Ünitesi İşletme Performansı.....108
<b>Çizelge 5.1.</b>	Endüstrilerde Evsel Amaçlı Kullanımlar Sonucu Oluşan Atıksu Miktarları İçin Farklı Kaynaklarda Verilen Değerler....110
<b>Çizelge 5.2.</b>	DOSAB'inde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri.....112
<b>Çizelge 5.3.</b>	Türkiye'nin Değişik Yörelerindeki OSB Atıksu Karakteristikleri.....114
<b>Çizelge 5.4.</b>	DOSAB İçin Yapılan Jar Testi Sonuçları.....115
<b>Çizelge 5.5.</b>	SKKY Karışık Endüstriyel Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları ile Laboratuvar ve Pilot Ölçekli Model Sistemleri Çıkış Değerlerinin Karşılaştırılması (Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler).....117

## 2.ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ DURUM DEĞERLENDİRİLMESİ

### 2.1.Organize Sanayi Bölgesi

Ülkemizde sanayinin bölgeler arasında dengeli dağılımını ve gelişmesini sağlamak üzere Organize Sanayi Bölgeleri kurulmuştur. Demografik ve sosyo-ekonomik veriler bölgeler arasındaki gelişmişlik düzeylerindeki farklılıkların devam ettiğini göstermektedir. Doğal kaynaklardan yeterli ölçüde yararlanılamaması, nüfus hareketleri ile imalat sanayinin belirli bölgelerde yoğunlaşması gibi çeşitli faktörler bu farklılıkların oluşumunda etkili olmaktadır(Anonim, 1993 a). Gelişmiş yörelerde yoğun sanayileşmenin meydana getirdiği düzensiz şehirleşmenin, çevre kirliliğinin önlenmesi ve tarım arazilerinin korunması, geri kalmış yörelerde ise sanayinin teşviki bakımından sanayi altyapısının hazırlanması büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde Devlet Planlama Teşkilatı tarafından O.S.B'ler, çevre sorunlarına yol açmayacak veya minimum kılacak sanayileşmenin gerçekleştirilmesi ve yatırımların yönlendirilmesi amacıyla kullanılan bir model olarak tarif edilmektedir (Toröz ve ark.1994).

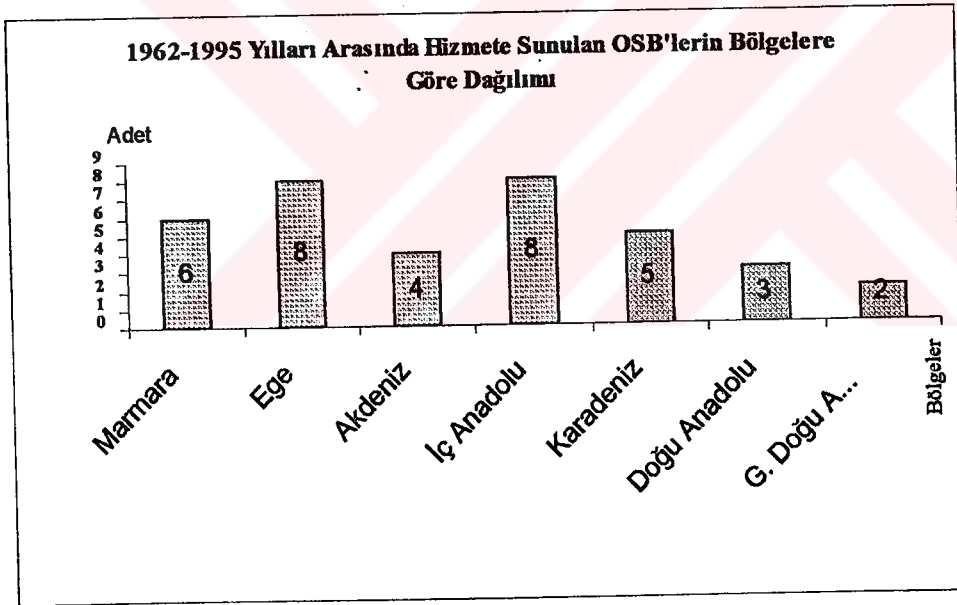
VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı çalışmaları kapsamında kabul edilen tanıma göre ise O.S.B.'si; ağır sanayi kompleksleri dışında, küçük ve orta ölçekli imalat sanayi türlerinin, belirli bir plan dahilinde yerleştirilmeleri ve geliştirilmeleri için, sınırları tasdikli boş arazi parçalarının gerekli altyapı hizmetleriyle ve ihtiyaca göre tayin edilecek sosyal kurumlarla donatıldıktan sonra planlı bir şekilde ve belirli standartlar dahilinde sanayi için tahsis edilebilir ve işletilebilir hale getirilerek organize edilmiş sanayi bölgesidir (Koçer ve ark.1999 ).

Sanayinin düzenli gelişiminde bir "planlama aracı" olan O.S.B.'lerinin önemi maddeler halinde sunulduğunda;

1. Orta ve küçük ölçekli sanayi işletmelerinin gelişimini sağlamak ve bunlara daha iyi üretim imkanı sunmak,
2. Ekonomik açıdan farklılaşan bölgeler arasında dengeli kalkınmayı gerçekleştirmek,
3. Sanayi kuruluşlarını büyük şehir merkezlerinden çıkararak, sanayinin uygun, planlı ve programlı yerleşimini sağlamak ve böylece karşı karşıya gelme ihtimali bulunan

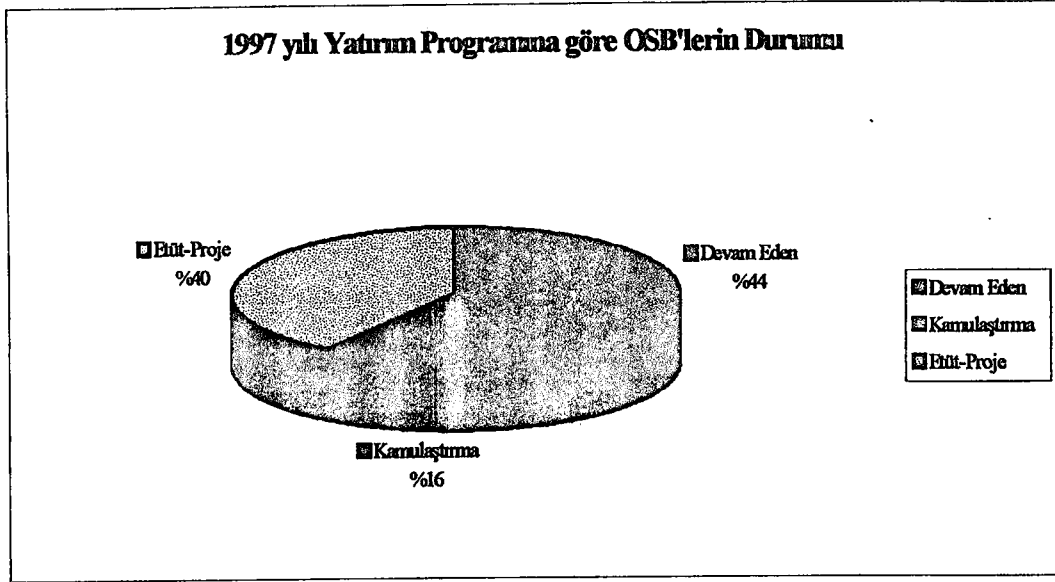
O.S.B.'leri uygulamasına getirilebilecek yeni düzenlemelere yönelik çalışmalar başlatılmıştır(Anonim, 1996 d).

Ülkemizde O.S.B.'lerinin kurulma çalışmaları 1960 yılında şekillenmiş, 1962 yılında kurulmaya başlayan O.S.B.'leri Türkiye'nin ekonomik kalkınmasında büyük bir rol oynamıştır. Kurulan ilk O.S.B.'si Bursa'dadır (Pilot O.S.B.) ve inşaatı 1962 yılında başlamıştır. 1964'de Bursa O.S.B.'sinde yer alan firma sayısı sadece bir iken 1984'de bu sayı 87'ye, 1996'da da 141'e ulaşmıştır(Anonim, 1996 d).2000 yılı itibariyle 163 firma faaliyet halindedir(Anonim, 1996 b). 1996 yılı sonuna kadar, 8582 hektar büyüklüğünde 36 adet O.S.B.'si tamamlanarak faaliyete geçmiştir(Koçer ve ark.1999). 2000 yılı itibariyle bitirilen O.S.B.'si sayısı 36'dan 46'ya yükselmiştir(Samsunlu ve ark.2000). Dengeli kalkınmayı amaçlayan O.S.B.'leri için 1962-1995 yılları arasında hizmete girenler için coğrafi bölgelere göre dağılım ise Şekil 2.1.'de verilmiştir



**Şekil 2.1.** 1962-1995 Yılları Arasında Hizmete Sunulan O.S.B.'lerinin Bölgelere Göre Dağılımı(Anonim, 1996 c)

1997 yılı yatırım programında 69 adet devam eden, 26 adet kamulaştırma, 64 adet etüt-proje safhasında olan toplam 159 adet O.S.B.'si projesi yer almıştır (Koçer ve ark.1999). Şekil 2.2.'de O.S.B.'lerinin 1997 Yatırım programına göre durumu verilmiştir.



**Şekil 2.2.** O.S.B.'lerinin 1997 Yatırım Programına Göre Durumu(Anonim, 1996 d).

Türkiye genelinde hizmete sunulmuş O.S.B.'lerindeki tesislerin sektörel dağılımı "O.S.B.'lerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi-Yönetici Özeti"nde belirtildiği üzere Çimento, Petrol Ürünleri, Kimya, Lastik, Basım, Orman, Tütün ve Tütün mamulleri, Gıda, Gemi İnşaatı, Karayolu taşıtları, Elektronik, Elektrikli makine, Tarım aletleri ve makine, Elektriksiz makine, Madeni eşya, Demir dışı metaller, Demir ve Çelik, Cam, Kil ve Çimento Sanayi sektörlerinin üretime geçen sanayi sektörleri olduğu ve en yaygın sanayi türünün Dokuma ve Giyim(%20) olduğu ve sırasıyla Demir ve Çelik İşleme(%16,47), Gıda(%10,95), Deri ve Deri Mamullerinin(%9,43) geldiği ifade edilmiştir(Anonim, 1996 d).

## 2.2. Organize Sanayi Bölgesinin Çevre Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi

Endüstriyel kuruluşların üretim yöntemleri doğrudan çevre ve çevre sağlığını etkilemektedir. Çevre kirliliğini önleyebilmek için ilk olarak üretim yöntemlerinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu konuda 1992'de Rio'da yapılan Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı sonunda "Gündem 21" adı altında toplanan "Çevre ve Kalkınma Konularındaki Bütün Hizmet ve Politikaları Yönlendirecek Prensipler" içerisinde zararlı atıkların yönetimi ile ilgili olarak hükümetlerin, temiz teknolojilere

geçmeleri konusunda sanayicilere yardımcı olması gerektiği belirtilmektedir(Keating 1992). Yine aynı prensipler içerisinde hükümetlerin “Ortaya Çıkardığı Zararlı Atıkların Çevreye Uyumlu Bir Şekilde Giderilmesinden Üreticileri Sorumlu Tutmalı” ifadesi de yer almaktadır. Dolayısıyla, temiz teknolojiye geçememiş sanayi kuruluşlarının, ortaya çıkardıkları her türlü atığı bertaraf etmekten sorumlu olduğu anlaşılmaktadır. Bu sorumluluğun O.S.B.’leri içindeki her bir sanayici tarafından ayrı ayrı yerine getirilmesi yerine, O.S.B. idaresi tarafından profesyonelce yerine getirilmesinin daha uygun bir çözüm yolu olduğu açıktır(Toröz ve ark. 1996)

Başka bir deyişle, farklı endüstri dallarına ait fabrikaların yoğun bir şekilde toplandığı bölgenin çevre açısından bir tehdit unsuru olabildiği, O.S.B.’lerinde görülen çevre sorunlarının, tekil bir endüstrinin ortaya çıkardığı genel çevre sorunlarından farklı olmadığı, ancak kirliliğin(sıvı, katı, gaz atıklar) miktar ve çeşitliliği yönünden farklılık gösterdiği söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle O.S.B.’lerinin çevre kirliliği açısından ele alınması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

O.S.B.’lerinde ortaya çıkan başlıca çevre sorunları ve oluşum kaynakları;

- Atıksu kirliliği; mutfak,banyo,tuvalet ve proses atıksuları ,
- Hava kirliliği; yakma ve proses kaynaklı kirlenme,
- Katı atık sorunu; işletme atıkları, yemek artıkları, arıtma çamurları,
- Gürültü; proses kaynaklı sesler,( Toröz ve ark. 1996) olmak üzere dört grupta ele alınabilmektedir.

O.S.B.’lerinde ortaya çıkan atıksu kirliliği fabrikalarda çalışan personelin kullanımıyla ( banyo, tuvalet, mutfak v.b.) ortaya çıkan ve fazla miktarda organik madde(C,N,P) içeren evsel atıksular ile fabrikadaki prosese bağlı olarak(tekstil, gıda, metal v.b.) değişik miktar ve özellikteki(ağır metaller, yağ-gres, evsel atıksulara göre yüksek KOİ, v.s.) endüstriyel atıksulardan oluşmaktadır. Bu çalışma kapsamında atıksu kirliliği ele alınmış katı atık sorunu, hava kirliliği ve gürültü problemleri çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

O.S.B.’lerinin meydana getirdiği çevresel problemlerin çözümüne yönelik artan çevre bilinci ve sanayicilerin çevre kirliliğini önleme yolundaki olumlu katkıları ülkemizde 1980’lerden itibaren kendini göstermeye başlamış ve günümüzde O.S.B.’si yönetimlerini kendi atıksularını arıtmak üzere arıtma tesislerini yapma noktasına getirmiştir (Anonim, 1996 d). Sanayiden kaynaklanan kirlilikleri



minimumuna indirmek için Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından O.S.B.'lerinde 1990'lı yıllardan itibaren hızla arıtma tesisi inşaatına başlanmış ve ileride atıksuların miktarının artacağı da dikkate alınarak büyük kapasitelerde tesislerin yapımı gerçekleştirilmiştir. Ancak arıtma tesisleri ihale aşamasına gelen O.S.B.'lerinde ihale hazırlıkları bakımından sağlıklı çevresel hedeflerin ve maliyetlerin bilinmesi gerekmektedir.

Bu nedenle DPT, 1991 yılı içinde "Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi" adı altında bir sektör projesi başlatmıştır. Bu projede Orta Doğu Teknik Üniversitesi(ODTÜ), Dokuz Eylül Üniversitesi(DEÜ) ve İstanbul Teknik Üniversitesi(İTÜ) Çevre Mühendisliği Bölümlerindeki araştırmacı ekipler görev almıştır. Proje çalışmalarına katılan her üniversite için, bu üniversiteye yakın bir O.S.B. bölgesi "pilot çalışma bölgesi" olarak seçilmiş ve ayrıntılı çalışmalar bu O.S.B.'lerinde devam ettirilmiştir. Pilot O.S.B.'leri, doluluk oranı %70'den fazla olup, üretime geçmiş tesis sayısının %60'ından fazla olması ile sanayi türleri bakımından karma yapıda olan O.S.B.'leri arasından seçilmiştir. Böylece, üniversitelerin ayrı ayrı inceleyecekleri O.S.B.'lerindeki endüstri tiplerinin bir araya toplanmasıyla, yaklaşık olarak O.S.B.'lerinde yer alan tüm endüstri çeşitlerinin (sektörlerin) kapsanması hedeflenmiştir. ODTÜ Eskişehir O.S.B.'sini, DEÜ Manisa O.S.B.'sini, İTÜ ise Bursa O.S.B.'sini incelemiştir. Pilot O.S.B.'si seçimi yapıldıktan sonra sırasıyla,

- Her pilot O.S.B.'de yer alan sanayi tesislerinin prosesleri ve teknolojileri incelenmiş,
- Sanayi tesislerinde fiilen çalışmalar yapılmış, hava ve atıksu örnekleri alınarak analiz edilmiş, debi ölçümleri yapılmış,
- Bazı O.S.B.'lerinde sanayi tesisleri, kapasitelerine ve yarattıkları kirliliğe göre gruplara ayrılmış,
- Kirlilik yaratan sanayi tesisleri için yapılan atık karakterizasyonu ve debi ölçümlerinden yararlanarak "kirlilik yükleri" hesaplanmış ve böylece, hiç arıtım yapılmadığında doğaya verilecek kirlilik yükleri tespit edilmiş,
- Sanayi tesislerinden çıkan atıksuların bir toplu arıtma tesisine gönderilmesi durumunda her pilot O.S.B.'si için nasıl bir arıtma şeması izleneceği belirlenmiş,
- Pilot O.S.B.'lerde toplu arıtma tesisine gönderilmeden önce ön arıtma yapması gereken sanayi türleri tespit edilmiş,

- Pilot O.S.B.'lerde arıtma ve ön arıtma işlemlerinin kolaylığı açısından, hangi tür endüstrilerin fiziksel olarak daha yakın konumda olmaları gerektiği saptanmış,
- Pilot O.S.B.'lerde hava kirliliği ölçüm çalışmaları yapılmış, hangi tür yakıtların ne ölçüde hava kirliliği yarattığı belirlenmiş,
- Pilot O.S.B.'lerin katı atıkları incelenmiş, katı atık envanteri çıkarılmıştır.

Bu hususlar çerçevesinde adı geçen üniversiteler tarafından yapılan çalışmalarla Türkiye'deki mevcut ve kurulacak O.S.B.'ler için çevre kirliliğinin en ekonomik koşullarda minimize edilebilmesi için göz önüne alınması gereken hususlar belirlenmeye çalışılmıştır.

### **2.2.1. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmalar**

ODTÜ tarafından pilot bölge seçilen Eskişehir O.S.B.'si( I ve II ), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı kredi desteği ile Eskişehir Sanayi Odası sorumluluğu altında kurulmuş ve hızlı gelişmekte olan bir O.S.B.'sidir. Eskişehir-Ankara Devlet Karayolunun, kuzey tarafında, Eskişehir'den 10 km uzakta ve 100 hektarlık bir alana yayılmış bulunan Eskişehir O.S.B.'sinin birinci kısmının altyapı çalışmaları 1973'te başlamıştır. 1975'te altyapı çalışmaları tamamlandıktan sonra parseller 39 işletmeye dağıtılmıştır. Hızlı sanayileşme bölgenin kısa zamanda dolmasına sebep olmuş, bölgede yer almak isteyen yeni işletmelerin taleplerine cevap verilemez duruma gelmiştir. Mevcut talepleri göz önünde bulunduran Eskişehir Sanayi Odası, O.S.B.'sini 200 hektarlık bir alana genişletmiş ve Eskişehir-II O.S.B.'si oluşturulmuştur. Bu kısımdaki altyapı çalışmaları 1982'de başlamış ve parseller kısa zamanda sanayicilerin kullanımına açılmıştır. Parsel sayısına göre 1992 yılında doluluk oranı %69,7 dolayında olan bu bölgenin Ocak 1996'daki doluluk oranı %78,1'dir. 1996 yatırım programında olan ve yapımı devam eden O.S.B.'leri arasına Eskişehir III'de girmiş bulunmaktadır. Bölgenin brüt alanının %80-85'i sanayi parseli, geri kalanı da yeşil alan ve altyapı hizmet binaları için ayrılmıştır. Eskişehir O.S.B.'sinde halen sanayi parselleri büyük oranda dolu olup birinci kısımda hiç boş parsel bulunmamaktadır. Altyapı çalışmaları sırasında her parsel için içme ve kullanma suyu getirilmiş, yağmur sularını ve atıksuyu toplayacak bir kanalizasyon ve drenaj şebekesi bağlanmıştır. Eskişehir O.S.B.'sinde

endüstri türleri ve tesis sayıları Çizelge 2.1.'de, bölgedeki genel endüstri tür dağılımı Şekil 2.3.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.1. Eskişehir O.S.B.'sinde Yer Alan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı**  
(Anonim, 1996 d).

ENDÜSTRİ TÜRÜ	TESİS SAYISI	%
Metal Ana Sanayi	43	34,2
Metal Eşya, Makine ve Teçhizat Sanayi	16	12,7
Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi	16	12,7
Gıda, İçki Sanayi	11	8,7
Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi	11	8,7
Kimya, Kauçuk ve Plastik Sanayi	11	8,7
Dokuma-Giyim ve Deri Sanayi	11	8,7
Kağıt, Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayi	7	5,6
TOPLAM	126	100



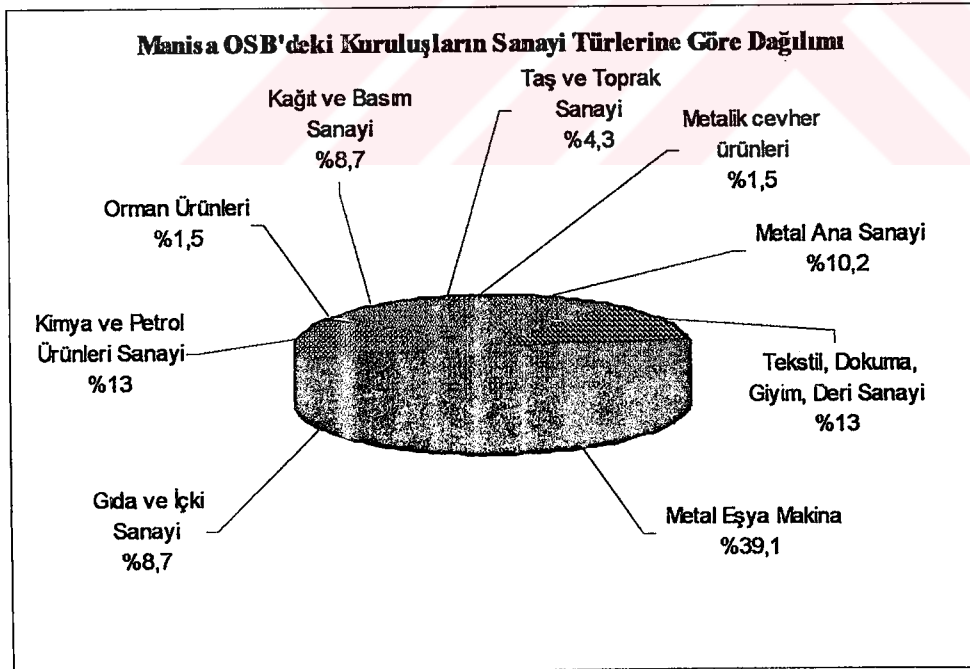
**Şekil 2.3. Eskişehir O.S.B. (I+II)'sindeki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı**(Anonim, 1996 d).

## 2.2.2. Dokuz Eylül Üniversitesi(DEÜ) Tarafından Gerçekleştirilen Çalışmalar

Manisa O.S.B.'si, Manisa'nın batısında İzmir yolu üzerinde yer almaktadır. İzmir-İstanbul karayolu üzerinde, Manisa'ya 5,5 km, İzmir'e 31,5 km mesafededir. Karaçay, Safrançayı, Eski Menemen yolu ve İzmir-İstanbul karayolu arasında kalan 1.739.000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulmuştur. Tarıma elverişli olmayan, %1,5 eğimli, 2,5 kg/cm<sup>2</sup> zemin taşıma gücüne ve 72 cm/saat geçirgenlik katsayısına sahip arazi üzerinde yer almaktadır. Bölgede yerleşim, İzmir-İstanbul karayolundan giren iki ana arter yardımıyla sağlanmaktadır. Bunları birbirine bağlayan ara yollarla bölge 12 adaya ve 151 parsel bölünmüştür. Parselasyon başlangıçta 2100 m<sup>2</sup>- 4500 m<sup>2</sup>-7500 m<sup>2</sup>-12000 m<sup>2</sup> ve daha büyükler olarak planlanmış ve tatbikat buna göre yapılmışsa da, daha sonraları görülen gelişmeye paralel olarak 2100 m<sup>2</sup> ve 4500 m<sup>2</sup> 'lik parseller birleştirilerek parsel ölçeği büyütülmüş ve orta çaplı yatırımlara cevap verir duruma getirilmiştir. Büyük parsellere duyulan ihtiyaç nedeniyle diğer gruplarda da yapılan birleşmeler sonucu tesis kurulabilecek parsel sayısı 76'ya inmiştir. Parsellerin doluluk oranı 1992 yılında %85,6 iken 1996 yılında %87,2'ye ulaşmıştır. Halen altyapı olarak bölgede, çeşitli genişliklerde toplam 9,5 km'lik beton-asfalt yol ağı mevcuttur. Su, bölgeye tahsis edilen 6,5 km mesafedeki Gürle su kaynağından cazibe ile temin edilmektedir. Ayrıca mevsimlik dalgalanmaları karşılamak üzere, bölge içinde toplam 80 L/sn kapasiteli dört adet su kuyusu bulunmaktadır. Güneyden kuzeye doğru %1,5 eğimle alçalan O.S.B.'si arazisinin 199.000 m<sup>2</sup>'lik kısmı yol, kaldırım, sosyal tesisler alanı olarak kullanılmış; yatırımlar için net 1.540.000 m<sup>2</sup>'lik alan ayrılmıştır. O.S.B.'si dışında teşkil edilmiş olan Gürle kaynağı kaptaj tesisi ve 3000 m<sup>3</sup>'lük iki adet su deposu dışında kalan enerji tevzi merkezi, üç adet trafo merkezi, su klorlama merkezi ve dört adet su pompaj istasyonu, bölge içinde sıralanmış bulunmaktadır. Bütün parsellerin önünde su, kanalizasyon ve drenaj şebekeleri geçmektedir. Bölgenin atıksuları, kanalizasyon şebekesi ve toplayıcı kanal ile toplanmakta ve ortak arıtma esasına göre kurulmuş merkezi arıtma tesisine gönderilmektedir. Ayrıca bölgeye düşen yağmur sularını iki yan dereye tahliye eden bir drenaj şebekesi de mevcuttur. Manisa O.S.B.'sinde yer alan endüstri türleri ve tesis sayıları Çizelge 2.2.'de, bölgedeki genel endüstri tür dağılımı Şekil 2.4.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.2. Manisa O.S.B.'sinde Yeralan Endüstrilerin Sektörel Dağılımı**  
(Şengül ve ark. 1997)

ENDÜSTRİ TÜRÜ	TESİS SAYISI	%
Metal Eşya, Makine ve Teçhizat (c)	27	39,1
Tekstil, Dokuma, Giyim ve Deri (b)	9	13,0
Kimya ve Petrol Ürünleri (e)	9	13,0
Metal Ana Sanayi (a)	7	10,2
Kağıt ve Basım Sanayi (g)	6	8,7
Gıda ve İçki (d)	6	8,7
Taş ve Toprak Sanayi (h)	3	4,3
Orman Ürünleri (f)	1	1,5
Metalik Cevher Ürünleri	1	1,5
<b>TOPLAM</b>	<b>69</b>	<b>100</b>



**Şekil 2.4. Manisa O.S.B. (I+II)'sindeki Kuruluşların Sanayi Türlerine Göre Dağılımı**(Şengül ve ark. 1997)

Gerek inşaatı tamamlanmış ve üretime geçmiş, gerekse yapımı süren O.S.B.'lerinde arıtma tesisleri için yatırım kararlarının verilmesi ve arıtım teknolojilerinin seçilmesi gündemdedir. Bu durumda O.S.B.'lerinde kurulacak arıtma ve çevre yönetim esaslarının(gaz, sıvı, katı atıklar için) belirlenmesi, uygulanacak arıtım teknolojilerinin neler olması gerektiği, O.S.B.'lerinin özelliklerine ve buldukları coğrafik bölgelere göre arıtımda öncelikli veya farklı durumların bilinmesi önem kazanmaktadır. Sanayiden kaynaklanan kirlilikleri minimuma indirmek için Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından O.S.B.'lerinde 1990'lı yıllardan itibaren hızla arıtma tesisi inşaatına başlanmış ve ileride atıksuların miktarının artacağı da dikkate alınarak büyük kapasitelerde tesislerin yapımı gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde şu ana kadar Bursa, Denizli, Hatay-İskenderun, İstanbul-Tuzla Deri, İzmir-Menemen Deri, İzmir-Atatürk, İzmir -Ağaç Metal, Manisa ve Tekirdağ-Çerkezköy O.S.B.'lerinde toplam 170000 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli 9 adet endüstriyel arıtma tesisi faaliyet halindedir(Toraman, 1999).

O.S.B.'leri modeli, ülkemizin planlı kalkınma anlayışı içerisinde takip ettiği bir sanayileşme şekli olmaktadır. Bu model çerçevesinde gerçekleştirilen sanayileşmede, altyapı sorunlarının henüz kuruluş aşmasında iken çözümlenmesi, bu sayede çevre sorunlarına yol açabilecek faktörlerin daha başlangıçta kontrol altına alınması beklenmektedir. Ancak, ülkemizin sosyo-ekonomik, coğrafik, v.b. şartların zorlaması sonucu genellikle fabrikaların öncelikli ihtiyacı olan kanalizasyon, su, elektrik, v.b. altyapı yatırımları başlangıçta karşılanabilirken, tesislerin faaliyetleri sonucu ortaya çıkacak su, hava, toprak kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılması gereken çevre yatırımları gözardı edilmektedir (Toröz ve ark.1996). Bu bağlamda O.S.B.'lerinden kaynaklanan atıksuların çok farklı türde ve özellikte olmasından dolayı bu atıksular verildikleri dere, nehir, v.s. gibi alıcı ortamları çok kısa süre içinde kirliletmekte ve alıcı ortamların yararlı kullanımına (sulama, rekreasyon, v.b.) engel olmaktadır. Özellikle endüstrilerden kaynaklanan atıksuların alıcı ortamın yararlı kullanımına engel olmaması için her bir endüstri kuruluşunun arıtma tesisi yapması Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde çok büyük yatırımı gerektirmektedir. Bunun yerine endüstri kuruluşlarının daha planlama safhasındayken belirli bir bölgede inşa edilmesi ve atıksu karakterine bağlı olarak bölgedeki tüm endüstriler için ortak bir arıtmanın seçilmesi en uygun çözümü verecektir (Sarıkaya ve ark.1996).

### **2.3. Organize Sanayi Bölgesi Endüstriyel Kompozisyon, Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları**

Ülkemizde uygun koşullara sahip bölgelerde, endüstrileşmenin son yıllarda büyük ivme kazandığı gözlemlenmektedir. Henüz detaylı bir çevre envanteri çalışması gerçekleştirilmediğinden bu tür bölgelerden kaynaklanan atıksuların miktar ve karakterizasyonunun saptanmasında büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bu sorun ise çevreye yönelik yatırımların sağlıklı sonuçlar vermesini engellemekte ve önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Görgün ve ark. 1996). Endüstri kuruluşlarının yoğun olarak bulunduğu O.S.B.'lerinde kurulması düşünülen atıksu arıtma tesislerinin tasarımında ve maliyetlerin belirlenmesinde bazı ilke ve esasların belirli sıra ile gözetilmesi gerekmektedir. Buna göre,

1. O.S.B.'sindeki endüstriyel kompozisyonun bilinmesi,
2. O.S.B.'sinde oluşacak atıksu karakteristiklerinin ve miktarlarının tahmini ve kirlilik yüklerinin hesaplanması,
  - 2.a. O.S.B.'si içinde yer alan daha önceden kurulmuş endüstriyel tesislerin mevcut olması halinde; O.S.B.'si içindeki arazi kullanımı, teknoloji, su tüketimi, katı atık ve atıksu bertarafı gibi konulardaki uygulamaları belirlemeye imkan verecek bir anket çalışması yapılması,
  - 2.b. O.S.B.'sinin kompozisyonu ve kirlilik yükleri belli değilse, bu durumda yaklaşık tahminler yapılması gerekmektedir. Bu durumda "Sektörel Kompozisyonu ve Yaklaşık Kapasiteleri Belli Olmayan Organize Sanayi Bölgeleri" Bölüm 2.3.1. başlığında verilen hususlar uygulanmaktadır.
3. Atıksu karakterine, kirlilik yüküne ve öngörülen deşarj standartlarına göre arıtma teknolojisinin seçimi,
4. Seçilen arıtma teknolojisinin gerektirdiği ünitelerin tasarımı,
5. Ünitelere, kapasitelere ve sabit giderlere, işletme giderlerine göre maliyet analizinin çıkarılması,
6. Birim atıksu arıtma maliyetinin hesaplanması gerekmektedir. Sırasıyla yapılacak işlemler tüm çalışmanın sistematüğini oluşturmaktadır.

### 2.3.1. Endüstriyel Kompozisyon Belirleme Çalışmaları

Sektörel kompozisyonu belirleme işlemini O.S.B.'lerindeki arıtma faaliyetlerine başlandığı andaki yerleşme durumuna göre; sektörel kompozisyonu ve yaklaşık kapasiteleri belli olan OSB'leri ve sektörel kompozisyonu ve yaklaşık kapasiteleri belli olmayan OSB'lerini iki grupta ele almak mümkün olmaktadır.

#### 1.Sektörel kompozisyonu ve yaklaşık kapasiteleri belli olan Organize Sanayi Bölgeleri

Organize Sanayi Bölgesinde yeralan endüstrilerin sektör ve alt sektör bazında sınıflandırılmasının yapılması ile O.S.B.'sinin genel kompozisyonunun ve ağırlıklı sektörlerin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Eğer O.S.B.'sinde yerleşmiş ve çalışır halde tesisler bulunuyorsa, doğrudan karakterizasyon mümkün olmakta, aksi halde literatür bilgilerinden veya daha iyisi mevcut O.S.B.'sinin bölge olarak yakınlarında aynı sektörde olup ta çalışır halde bulunan tesis varsa, bunların atıksu karakterlerine bakarak durum tespiti yapılabilmektedir.

#### 2.Sektörel kompozisyonu ve yaklaşık kapasiteleri belli olmayan Organize Sanayi Bölgeleri

Türkiye'deki birçok yeni O.S.B.'si sadece bir yer seçimi ve parselasyon yapılarak belirlenebilmektedir. Mülkiyet devri yapıldığı halde parsel sahipleri bile bazen bu arazide nasıl bir işletme kuracaklarını kararlaştırmamış olabilmekte, hele mülkiyet devri sözkonusu olursa faaliyet alanı tespiti daha da zorlaşmaktadır. Ayrıca yeni kurulan O.S.B.'leri eğer küçük yerlerde ise, yöredeki doğal sanayileşme eğilimi ne ise ona uygun doğal bir endüstrileşme şekli (otomobil üreten endüstrinin mevcut olduğu bir bölgede otomobil yan sanayinin gelişmesi gibi) görülmektedir. Dolayısı ile bölgesel yapıyı da gözönüne almak kaydıyla bu sektörel dağılımı tahmin etmek mümkün ise de, bunun gerçekleştirilmesi payının çok az olacağını da bilmek gereklidir. Bu durumda, endüstriyel kompozisyonun belirlenmesinde yöredeki suyun varlığı ve miktarı, daha çok suya ihtiyaç gösteren (tekstil, deri v.s) veya az su tüketen sanayi türlerinin (kimya, elektronik v.s.) ortaya çıkmasını etkileyen en önemli husus olabilmektedir. Bu gibi yerlerde sanayi kompozisyonu ve kapasiteleri ile, kullanılması muhtemel üretim



- Endüstriyel prosesin incelenerek atıksu kaynaklarının belirlenmesi,
- Belirlenen sektörel yapıya bağlı olarak seçilmiş parametreler üzerinden atıksu karakterizasyonu çalışmasının yürütülmesi,
- Her atıksu kaynağı için debi ölçümü ve atıksu karakterizasyonu çalışması yapılması. Bu işlem için atıksu debisi ölçümü ile paralel olarak numune alma(2saatlik, 24 saatlik veya anlık numuneler) programının yürütülmesi,
- Atıksu karakterizasyonuna ve debi ölçüm değerlerine bağlı olarak atıksu kirlilik yüklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

2. Atıksu karakterizasyonunun belirlenmesiyle ilgili daha önce yapılan çalışmalardan yararlanmak

Belirlenen endüstriyel kuruluşlarda değişik amaçlarla, atıksu karakterizasyonunun belirlenmesi için daha önceden yapılan ölçüm ve analiz sonuçlarından yararlanmak.

3. Sektör ve alt sektör bazında yapılan sınıflandırma esas alınarak, ilgili ulusal ve uluslararası literatür bilgilerinden yararlanılarak kirlilik yüklerinin hesaplanması

Bu aşamada ise;

- Sektör ve alt sektör bazında literatürde verilen kirletici konsantrasyon aralıklarına göre kirlilik konsantrasyonlarının tahmin edilmesi,
- Endüstriye ait su tüketimi değerlerinden hareketle atıksu debilerinin belirlenmesi,
- Tüm bu değerlere göre kirlilik yüklerinin hesaplanması hususlarının yerine getirilmesi gerekmektedir (Şengül ve ark.1997).

### 2.3.3. ODTÜ, DEÜ ve İTÜ tarafından Yapılan Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Belirleme Çalışmaları

ODTÜ, DEÜ ve İTÜ Üniversiteleri tarafından “pilot” O.S.B. olarak seçilerek atık yük belirleme çalışmaları gerçekleştirilen O.S.B.’lerin sanayi yapısı Bölüm 2.2.’de verilmiştir. Bu bölgelerde(Eskişehir, Manisa ve Bursa O.S.B.’si) yer alan endüstrilerin atık yüklerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli yaklaşımlar uygulanmıştır.

Bu yaklaşımların ilki, her endüstrinin birer birer incelenerek belirli bir ölçüm programı çerçevesinde atıksu karakterizasyonunun yapılmasıdır. Bu tür bir çalışmada ele alınan endüstrinin prosesi incelenerek, atıksu kaynakları tespit edilmekte ve her atıksu kaynağı için debi ölçümü ve atıksu karakterizasyonu yapılmaktadır. Ancak her atıksu kaynağı için debi ölçümü ve atıksu karakterizasyonu çalışmaları oldukça yoğun emek ve zaman gerektirmektedir. Endüstrinin prosesine bağlı olarak atıksu özellikleri zamanla çeşitlilik göstermekte; atıksuda zaman içinde meydana gelen çeşitliliğin gözlemlenebilmesi için belirli aralıklarla ve belirli biçimlerde (2 saatlik, 24 saatlik kompozit, anlık gibi) ölçümler gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üç üniversite tarafından gerçekleştirilen çalışmada, zaman ve olanakların sınırlı olması nedeniyle her O.S.B.’deki endüstrilerden kapasite ve oluşturacağı kirlilik miktarı itibarıyla büyük fabrikalar incelenmiş ve bu fabrikalarda ölçüm programı uygulanmıştır.

(ODTÜ, DEÜ, İTÜ) Üniversitelerinin yaptığı çalışmada, O.S.B.’lerinin atık yüklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemlerden biri de, ele alınan O.S.B.’lerinde bulunan endüstrilerle ilgili olarak daha önce yapılmış olan çalışmalardan yararlanılmasıdır. Daha önce değişik amaçlarla, bu O.S.B.’lerinde(Eskişehir, Manisa ve Bursa) yapılan atıksu karakterizasyon çalışmaları derlenmiş ve yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirilerek kullanılmıştır.

Uygulanan diğer bir yaklaşım da, endüstrilerin kirlilik yüklerinin analiz ya da ölçüm yapılmaksızın, ilgili uluslararası literatür bilgilerinden yararlanılarak belirlenmesidir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için de, doğal olarak endüstrilerle ilgili üretim, üretim prosesi, hammadde gibi verilere gereksinim vardır. Bu verilerin elde edilebilmesi amacıyla 1991 yılı çalışmaları kapsamında anket çalışmaları yürütülmüştür. Ancak yürütülen bu anket çalışmalarından çok yeterli veri elde

- **Çimento Ürünleri Sanayi (3699) :**

Bu kategoriye ait atıksu karakterizasyonunda daha önce yapılan çalışmalar paralelinde tek kirletici parametre olarak

$$AKM = 10.000 \text{ mg/l}$$

değeri esas alınmıştır.

- **Cam ve Cam Ürünleri Sanayi (3620)**

Bu kategoriye ait atıksu karakterizasyonu için,

$$BOI_5 = 500 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 1000 \text{ mg/l}$$

$$\text{Deterjan} = 10 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Demir, Çelik Metal Ana Sanayi (3710)**

Bu kategoride bulunan sıcak şekillendirme ve profil haddesi alt kategorisinde sınıflandırılmış tesislerin atıksu karakterizasyonu için

$$KOI = 75 \text{ mg/l}$$

$$\text{Yağ-gres} = 50 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 1000 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

Bu kategoride metal ana sanayiye bağlı alt kategorilerden biri olan döküm fabrikaları da yer almaktadır. Bu alt kategorideki tesislerin kirlilik yüklerinin belirlenmesinde ise,

$$TAM = 4200 \text{ mg/l}$$

$$\text{Yağ-gres} = 29 \text{ mg/l}$$

$$\text{Fenol} = 3.4 \text{ mg/l}$$

$$\text{Sülfür} = 4.5. \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Diğer Metal Eşya (Emayeleme) Sanayi (3819)**

Bu kategoride çelik üzerine emayeleme yapan tesisler bulunmaktadır. Bu endüstrilerin kirletici yüklerinin belirlenmesinde esas alınan kirletici parametreler ve ortalama konsantrasyonları Çizelge 2.6.'da verilmiştir.

- **Boya Vernik-Lak Sanayi (3521)**

Bu kategoride su bazlı boya üretimi alt kategorisinde yer alan tesisler bulunmaktadır. Kirletici yüklerin belirlenmesinde Çizelge 2.10.'da verilen değerler esas alınmıştır.

**Çizelge 2.10. Su Bazlı Boya Üretimi Alt kategorisi Atıksu Karakterizasyonu**  
(Anonim, 1993 c).

Parametre	Ortalama Konsantrasyon(mg/l)
KOI	1000
BOI <sub>5</sub>	200
AKM	100
N	5
Yağ-gres	10
P	1

- **Başka Yerde Sınıflandırılmamış Kimyasal Ürünler Sanayi(Yapıştırıcılar ve Yalıtkan Maddeler Üretimi) (3529)**

Bu kategoride yer alan fabrikalar, su bazlı yapıştırıcılar altkategorisine girmektedir. Bu endüstrilerin atık yük karakterizasyonunda,

$$BOI_5 = 3000 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 16000 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 3000 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Bitkisel ve Hayvansal Yağlar Sanayi (Katı ve Sıvı Yağlar) (3115)**

Bu kategoride yer alan endüstrilerin atık yük karakterizasyonunda,

$$BOI_5 = 1000 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 2000 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 500 \text{ mg/l}$$

$$\text{Yağ- gres} = 500 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Tahıl Değirmenleri (3122)**

Bu kategoride kuru prosesler altkategorisinde bulunan bir tesisin proses kirlilik yüklerinin belirlenmesinde evsel atıksu için verilen konsantrasyon değerleri kullanılmıştır.

- **LPG Dolum işlemleri (Tüpleme) (3544)**

Bu grupta yer alan tesisler için tek kirletici parametre KOI için 550 mg/l değeri esas alınmıştır.

- **Metalik Olmayan ve Madencilik Konusuna Giren (2902)**

Bu grupta yer alan tesisler esas olarak maden işleme üzerine çalışmaktadır. Genelde uyguladıkları prosesler kuru prosesler olduğu için atıksularında kirletici parametre bulunmamaktadır.

- **Gıda, İçki ve Tütün Sanayi**

Bu kategoride bulunan tesisler ürünleri açısından farklılık göstermektedir. Bu yüzden hepsi gıda sanayi olmasına rağmen, atık yükleri hesaplanırken kullanılan kirletici parametrelerin konsantrasyonları birbirinden farklıdır. Bu sebeple kirlilik yükleri hesaplanırken esas alınan değerler Çizelge 2.11.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.11. Gıda Endüstrisi Atıksu Karakterizasyonu (Anonim, 1993 c).**

Alt Kategori	Konsantrasyon, mg/l				
	BOI <sub>5</sub>	KOI	AKM	Yağ	NH <sub>4</sub> -N
Şekerleme(3119)	600	640	910	69	49
Un ve unlu ürünler (3116)	1863	3080	2710	-	-
Bisküvi (3117)	1240	1820	376	238	-

- **Ağaç Mobilya ve Döşeme Sanayi (3320)**

Çoğunlukla ağaç mobilya alt kategorisinde bulunan bu kuruluşlardan fazla miktarda atıksu çıkmamaktadır. Bu kategoride yeralan kirlilik yüklerinin belirlenmesinde,

$$BOI_5 = 63,5 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 343 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 2 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Metal Eşya, Makine ve Teçhizat, Ulaşım Aracı, İlimi ve Mesleki Ölçme Aletleri Sanayi**

Bu kategoride tarım makinaları (3822), iş makinaları (3843), diğer metal makine araç-gereç(3829), metallere yapılan yedek parça v.s., emaye ve soba yapımı gibi alt kategorilere giren endüstriler yer almaktadır. Bu endüstrilerin atık yükleri hesaplanırken,

$$BOI_5 = 350 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 1500 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 150 \text{ mg/l}$$

$$\text{Yağ} = 62 \text{ mg/l}$$

$$\text{Zn} = 8 \text{ mg/l}$$

$$\text{Cr} = 2,4 \text{ mg/l}$$

$$\text{P} = 0,4 \text{ mg/l}$$

değerleri kullanılmıştır.

Elektronik ve elektrikli araçlar alt kategorisinde yeralan tesislerin atık yükleri hesaplanırken de

$$KOI = 1170 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 65 \text{ mg/l}$$

$$\text{Yağ} = 606 \text{ mg/l}$$

$$\text{Cu} = 0,175 \text{ mg/l}$$

$$\text{Zn} = 0,393 \text{ mg/l}$$

$$\text{Cr} = 0,105 \text{ mg/l}$$

$$\text{P} = 3,06 \text{ mg/l}$$

$$P = 3,06 \text{ mg/l}$$

$$Ni = 0,078 \text{ mg/l}$$

$$Pb = 0,053 \text{ mg/l}$$

$$F^- = 0,876 \text{ mg/l}$$

$$Cd = 0,001 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Radyo, Televizyon ve Haberleşme Alet ve Aygıtları Sanayi (3822)**

Bu kategoride yer alan tesislerin atık yükleri hesaplanırken,

$$BOI_5 = 400 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 700 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 350 \text{ mg/l}$$

$$Yağ = 490 \text{ mg/l}$$

$$Azot = 115 \text{ mg/l}$$

$$Fe = 19,2 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Çanak, Çömlek, Çini, Porselen ve Benzeri Sanayi (3610)**

Bu kategoride yer alan tesislerin atık yükleri hesaplanırken,

$$AKM = 18000 \text{ mg/l}$$

$$Yağ = 15 \text{ mg/l}$$

$$Zn = 40 \text{ mg/l}$$

$$N = 3 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.

- **Deri İşleme Sanayi (3231)**

Bu kategoride yer alan tesislerin atık yükleri hesaplanırken,

$$BOI_5 = 4500 \text{ mg/l}$$

$$KOI = 9000 \text{ mg/l}$$

$$AKM = 2700 \text{ mg/l}$$

$$Yağ = 2800 \text{ mg/l}$$

$$\text{Toplam Azot} = 115 \text{ mg/l}$$

$$\text{Toplam Krom} = 20 \text{ mg/l}$$

$$\text{Sülfür} = 150 \text{ mg/l}$$

değerleri esas alınmıştır.(Anonim, 1993 c).

Bu hususlar çerçevesinde pilot OSB olarak seçilen bölgelerde yapılan çalışmalar her bir OSB için aşağıda verilmiştir.

### **2.3.3.1. ODTÜ Tarafından Yapılan Eskişehir Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları**

ODTÜ grubu çalışma bölgesi olan Eskişehir O.S.B.'sinde 111 adet endüstriyel kuruluş esas alınarak ölçümler yapılmıştır. Bunlar arasından seçilen, kapasitesi büyük ve oluşturacağı kirlilik yükü fazla olabilecek tesislere gidilerek atıksu numuneleri alınmış ve alınan numunelerde yapılan analizlerle bu endüstrilerin atıksu karakteristiği belirlenmiştir. Ayrıca, Eskişehir O.S.B.'sinin tümüne ait atıksu miktarı ve karakteristiği, atıksu toplama hattı sonundaki kanalda yapılan ölçümlerle tespit edilmiştir. Herhangi bir nedenle numune alınamayan ve atıksu analizi yapılamayan kuruluşların kirlenme profilinin çıkarılması için literatür bilgilerinden yararlanılmıştır. Her endüstri çeşidi için daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, literatür bilgileri ve varsa alınan numunelerle yapılan analiz sonuçları değerlendirilmiş ve bir atıksu karakteristiği belirlenmiştir. Atıksu debisinin ölçümü mümkün olmayan ve eldeki anket formlarında da herhangi bir bilgi bulunmayan tesislerde atıksu debisini belirlemek için su kullanım değerlerinden yararlanılmıştır. Endüstrilere ait kirlilik yüklerinin hesaplanabilmesi için gerekli en önemli parametrelerden biri prosesten ve evsel kullanımdan kaynaklanan atıksu miktarıdır. Eskişehir O.S.B.'sinde bulunan 111 kuruluştan ortalama 380 m<sup>3</sup>/gün evsel, 4087 m<sup>3</sup>/gün endüstriyel atıksu çıkmaktadır. Eskişehir O.S.B.'sinin İç Anadolu Bölgesi O.S.B.'lerine örnek teşkil edebileceği ve bu nedenle, Eskişehir O.S.B.'sinde yapılacak her türlü çevre kirliliği önleme ve giderme çalışmasının da İç Anadolu Bölgesinde yer alan diğer O.S.B.'leri için bir temel olacağı düşünülmektedir. Eskişehir O.S.B.'sinden kaynaklanan atıksu kirliliğinin belirlenmesi ve mevcut durumun karakterize edilebilmesi amacı ile bölgeye bir dizi teknik gezi yapılması gerekli görülmüştür. Bölgedeki endüstrilerin çeşitliliği ve sayıca çokluğu sebebi ile teknik geziler sırasında numune alınacak olan kuruluşların önceden seçilerek belirlenmeleri yoluna gidilmiştir. Seçimler yapılırken endüstrilerin büyüklükleri, potansiyel kirleticilik özellikleri ve kirletici miktarları göz önüne alınmıştır. Seçilen kuruluşların herbirisinin kendi bulunduğu endüstri grubunda, gerek büyüklük gerekse muhtemel atıksu miktarları ve kirlilik dereceleri bakımından, temsilci konumunda olmalarına dikkat edilerek, herbir endüstri türünden en az bir olmak üzere endüstri kuruluşlarının seçimine gidilmiştir. İlk



planda anlık numuneler alınmış, alınan numunelerde yapılan analiz sonuçlarının incelenmesi sonrasında gerekli görülebilecek yerlere tekrar gidilmesine karar verilmiştir. Bazı endüstriyel tesislerde, kirlilik yükünün daha iyi çıkartılabilmesi amacıyla, birkaç ayrı noktadan atıksu numuneleri alınmıştır. Endüstriyel kuruluşların yanısıra, atıksu toplama hattının sonundan da numuneler alınmıştır. Atıksu numuneleri fabrikaların atıksularını kanalizasyon şebekesine verdikleri noktalardan alınmaya çalışılmış, ancak foseptik kullanan kuruluşlardan numune alınamamıştır. Açık kanal sistemi olmadığı için debi ölçümleri yapılamamıştır. Bu sebeple su kullanımı değerleri ayrıca hesaplanılmaya çalışılmıştır. O.S.B.'sinden günlük olarak atılan atıksu miktarının hesaplanabilmesi için Eskişehir Sanayi Odası'ndan bölgedeki kuruluşların su kullanım değerlerini ve çalıştırdıkları işçi sayılarını içeren listeler temin edilmiştir. Bu listelerdeki su kullanım değerleri; kuruluşun toplam su kullanımı, yani temiz su şebekesinden çektiği su miktarı olduğu için, daha yol gösterici olabilmesi amacıyla evsel ve endüstriyel su kullanım değerlerini ayırma gereği duyulmuştur. Temin edilen listelerde, her mevsimden sadece birer ayın su kullanım değerleri bulunduğu için bu değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Evsel su kullanımının hesaplanmasında kuruluşlarda çalışan işçi ve görevlilerin sayılarından faydalanılmıştır. Endüstriyel su kullanımını değerlerinin hesaplanması için de toplam su kullanımından evsel kullanım değerleri düşülmüştür. Atıksu debisi hesaplanmasında bu iki değer toplamının doğrudan atıldığı düşünülmüştür. İki ayrı debi(evsel ve endüstriyel) atıksudaki kirlilik yükü hesaplamalarında kullanılacaktır.

Numune alınan endüstri kuruluşlarının seçimlerinde kirlilik çeşitleri ve muhtemel miktarları göz önünde bulundurulduğu için, alınan numunelerde aranacak kirlilik parametrelerinin neler olduğu da numune almadan önce yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Bu çalışmalarda, yapılan literatür araştırmalarından elde edilen bilgiler ve Çevre Kanunu –Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kullanılmıştır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde(SKKY) verilen “Endüstri Çeşidine Göre Atıksularda Aranması Gereken Limit Kirlilik Değerleri” tablolarında bahsi geçen parametreler, alınan numunelerde “Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater” da belirtilen analiz metodları kullanılarak aranmıştır. Ayrıntılı olarak incelemeye alınan sanayi sektörlerinin atıksularında öncelikle ölçülen kirlilik parametreleri Çizelge 2.12.'de verilmektedir. Bu tabloda listelenen parametreler, o endüstri kategorileri için

SKKY'de verilen parametrelerdir. Bu parametrelerin analiziyle ve hesaplama yöntemiyle bulunan özelliklerin karşılaştırılması ise Çizelge 2.13.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.12. Seçilen Kuruluşlarda Gözönüne Alınan Parametreler**

ENDÜSTRİ KATEGORİSİ	PARAMETRELER
Unlu Ürünler ve Şekerleme	BOI <sub>5</sub> , KOI, AKM
Süt ve Süt Ürünleri	BOI <sub>5</sub> , KOI, Yağ ve gres, pH
Kimya Sanayi	BOI <sub>5</sub> , KOI, AKM, Yüzer Aktif Madde, pH, P
Pişmiş Kil	AKM, Yağ ve gres, pH, Cr
Beton ve beton ürünleri	AKM
Makine teçhizat	KOI, Yağ ve gres, NH <sub>4</sub> -N, Cr, Pb, CN, pH
Metal son işlemler	KOI, Yağ ve gres, pH, Cr, Zn, Fe
Cam ve cam ürünleri	BOI <sub>5</sub> , AKM, Yağ ve gres, TÇM, KOI, pH

**Çizelge 2.13.Eskişehir O.S.B.'si Atıksularının Hesapla Tahmin Edilen ve Ölçülen Özelliklerinin Karşılaştırılması (Anonim, 1994).**

Parametre	Hesapla Tahmin Edilen Konsantrasyon (mg/l)	Ölçüm Yapılarak Belirlenen Konsantrasyon (mg/l)
BOI	281.67	27.7-175.3
KOI	1584.49	70.9-422.7
AKM	841.93	0-605
Yağ-Gres	392.24	85-317
PO <sub>4</sub> -P	0.92	1.2-7
NH <sub>4</sub> -N	5.17	5.53-7.11
NO <sub>3</sub> -N	-	0.31-2.07
NO <sub>2</sub> -N	-	0.18-0.4
Cl <sup>-</sup>	-	57.2-218.2
K	-	8.0-20.4
TKM	-	1046-1262
Fe	0.05	0-0.95
Cr	0.15	0-0.58
Zn	3.64	0-1.9
Cu	0.10	-
Pb	0.01	-
Ni	0.13	-

### 2.3.3.2.DEÜ Tarafından Yapılan Manisa Organize Sanayi Bölgesi Atıksu

#### Karakterizasyonu ve Atıksu Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları

Manisa O.S.B.'sinde yer alan 50'ye yakın fabrikanın tümünün endüstriyel atıksu karakteristikleri, alınan 2 ve 24 saatlik kompozit numunelerden istifade edilerek yapılmıştır. Ölçüm yapılamayan fabrikalarda debi değeri olarak su tüketimlerinden hareketle hesaplanan evsel ve endüstriyel atıksu tahmini değerleri esas alınmıştır. Evsel

atıksular için 2.3.3.'de verilen atıksu miktarından hesaplanan evsel kirlilik yükleri ve yapılan endüstriyel atıksu karakterizasyonundan yola çıkılarak Manisa O.S.B.'sindeki evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlilik yükleri belirlenmiştir. Daha sonra, toplam kirlilik yükü ve bundan yararlanarak ta O.S.B.'sinin genel atıksu bileşimi tahmin edilmiştir.(Şengül ve ark.1997).

S.K.K.Y. uyarınca O.S.B.'lerinde yer alan sanayilerin atıksularını kendi başlarına alıcı su ortamlarına deşarj etmeleri durumunda karşılaşacakları kısıtlayıcı parametreler Çizelge 2.14.'de özetlenmektedir. Ayrıntılı olarak incelemeye alınan tesislerin atıksuları bu parametreler bazında analiz edilmiştir.

**Çizelge 2.14. Manisa O.S.B.'sinde Ayrıntılı İncelemeye Alınan Tesislerin Ait Oldukları Sektörde Geçerli Atıksuyu Alıcı Ortama Boşaltma Standartları Parametre Grupları (Anonim, 1993 c).**

Sektör	Parametre
Pamuklu Tekstil	pH, KOI, v.s.
Seramik	KOI, AKM, Pb, Cd, Zn
Elektronik	KOI, AKM, Yağ- gres, Cr <sup>+6</sup> , CN <sup>-</sup> , Pb
Beyaz Eşya	KOI, AKM, Yağ- gres, Cr <sup>+6</sup> , CN <sup>-</sup> , Pb
Kağıt, Karton ve Ambalaj	BOI, KOI
Et Entegre Tesisleri	KOI, BOI, Yağ-Gres, ÇKM

Bu parametreler ışığında Manisa O.S.B.'si için hesaplanan atıksu karakteristikleri ise Çizelge 2.15.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.15. Manisa O.S.B.'sinde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri**  
(Şengül ve ark.1997)

Parametre (mg/l)	Tahmini Evsel Atıksu Kons.		Ölçülen Endüstriyel Atıksu Kons.		Tahmini Karışık Atıksu Kons		O.S.B. Giriş Kanalında Ölçülmüş Kons.
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	
Debi (m <sup>3</sup> /g)		468		12146		12614	
BOI <sub>5</sub>	200	400	407	1397	400	1360	420-2400
KOI	500	1000	1208	4040	1182	3927	800-3760
AKM	220	350	361	2492	356	2413	240-4290
TKN	20	30	11,6	33,2	11,9	33	
Toplam P	4	10	0,78	3,9	0,9	4,1	
Yağ ve gres	50	100	33,6	570	34,2	552	47-125
Sülfür			0,8	8,2	0,77	7,9	
Fenol			0,45	4,5	0,43	4,33	
Toplam Cr			0,56	6,8	0,54	6,5	1,1-2,62
Yüzey Aktif Mad.	4	6	1,66	9,3	0,9	8,1	0,024-0,156
Bakır			>0,01	8,6	>0,01	8,28	0,31-6,58
Çinko			0,1	5,46	0,096	5,26	4,68-7,4
Kurşun			0,31	1,56	0,3	1,5	0,02-10,3
Aluminyum			>0,01	0,2	>0,01	0,19	
Demir			>0,01	0,16	>0,01	0,15	1,5-64,5

### 2.3.3.3. İTÜ Tarafından Yapılan Bursa Pilot Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Karakterizasyonu ve Kirlilik Yükü Tespit Çalışmaları

Bursa O.S.B'sinde kirletici yüklerin belirlenmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınarak yapılmıştır.

- Öncelikle, su tüketimi ve personel sayılarından hareketle evsel amaçlı kullanımlardan kaynaklanan atıksu ve kirletici yükler belirlenmiştir. Atıksu oluşumlarının belirlenmesinde, literatürde verilen ve Türkiye'de yapılan çeşitli

çalışmalarda öngörülen değerlerden yararlanılmıştır( Orhon ve ark.1984; Tünay ve ark.1990). Buna göre, birim evsel atıksu debisi Bölüm 2.3.3.'de verildiği gibi 50 l/işçi-gün olarak alınmıştır. Kirletici parametreler için ise Çizelge 2.5.'de verilen değerlerden de yararlanarak;  $BOI_5=200-400$  mg/l,  $KOI =500$  mg/l,  $TAM = 220-350$  mg/l,  $TKN = 20-30$  mg/l,  $TP = 4-10$  mg/l, Yağ-gres = 50-100 mg/l ve Deterjan = 4-6 mg/l aralığında alınmıştır.

- Daha sonra, evsel kullanımlar toplam su tüketiminden çıkarılarak prosese giren su miktarı belirlenmiştir. Bu su miktarı, literatürde her bir kategori ve altkategori bazında verilen değerler ve bölgede yapılan bir çalışmada(Anonim, 1989) verilen değerler ile karşılaştırılmıştır.
- Kirletici yüklerin belirlenmesinde; fabrikaların su kullanımlarına göre öncelikleri incelenmiş, atıksu oluşumu ve kirletici özellikleri bakımından önemli olan fabrikalar belirlenmiştir. Buna göre, toplam su kullanımının % 90'ından fazlasını oluşturan 70 fabrika için değerlendirme yapılmıştır. Bu fabrikaların kategori ve altkategorilere göre dağılımı Çizelge 2.16'da verilmiştir.
- Atık yüklerin hesabına esas olacak kirletici parametreler ve bu parametrelerin aldığı değerler literatür ve benzeri yapılan çalışmalardaki esaslar doğrultusunda belirlenmiştir(Çetiner ve ark.,1986; Tünay ve ark.,1986; Tünay ve ark.,1988; Tünay ve ark.,1990).
- Evsel ve endüstriyel kaynaklı kirlilik yükleri belirlendikten sonra toplam yükler ve buna göre karışım konsantrasyonları hesaplanmıştır. Minimum ve maksimum olmak üzere hesaplanan kirletici yüklerden elde edilen ortalama karışım konsantrasyonları Çizelge 2.17.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.16.**Bursa O.S.B.'sinde Değerlendirilen Fabrikaların Kategorilere Göre Dağılımı (Toröz ve ark. 1994)

Kategori	Altkategori	Sayı
Tekstil Endüstrisi	Dokunmuş Kumaş Son İşlemeleri	12
	Örgü Kumaş Terbiyesi	3
	Açık Elyaf ve İplik Son İşlemleri	7
	Halı Son İşlemleri	2
	Az Su Kullanan İşlemler	4
	Koza İşleme ve Doğal İpek Üretimi	2
Plastik Endüstrisi	Temizleme ve Son İşlemler	6
Kauçuk Endüstrisi	Kauçuk İşleme	4
Metal Son İşlemler	Adi Metaller	16
Dökümhaneler	Demir-Çelik	3
Elektrik, Elektronik	Kuru Ürünler	1
Kağıt Endüstrisi	Atık Kağıttan Kağıt Üretimi	1
Cam Endüstrisi	Pres ve Üfleme ile Şekillendirme	1
Emayeleme	Çelik Üzerine Emayeleme	1
Tahıl Değirmenleri	Kuru Prosesler	1
Boya ve Mürekkep	Su Bazlı Boya	1
LPG Dolun Tesisleri	-	1
Beton Ürünleri	-	1
Yapışkan ve Yalıtkan	Su Bazlı Yapıştırıcı	1
Sınıflandırılmamış	-	1

**Çizelge 2.17. Bursa O.S.B.'sinde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri**  
(Toröz ve ark. 1994)

Parametre (mg/l)	Evsel		Endüstriyel		Toplam Karışım	
	Min	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Debi	1423,5		31712		33136	
BOI <sub>5</sub>	200	400	250	520	250	515
KOI	500	1000	630	1160	625	1150
TAM	220	350	57	400	64	400
TKN	20	30	41	69	41	67
Toplam P	4	10	4,3	8,3	4,2	8,4
Yağ ve gres	50	100	50	140	50	140
Sülfür	-	-	0,065	0,187	0,063	0,179
Fenol	-	-	0,96	1,97	0,92	1,89
Toplam Cr(*)	-	-	15,4	74,9	15	72
Yüzey Aktif Mad.	4	6	0,84	3,25	0,97	3,4
Bakır	-	-	0,01	0,029	0,01	0,03
Çinko	-	-	0,019	0,057	0,018	0,055
Nikel (*)	-	-	5,4	19,3	5,2	18,5
Kurşun (*)	-	-	0,9	9,7	3,7	9,2
Florür	-	-	0,076	0,153	0,07	0,15
Kadmiyum (*)	-	-	0,095	0,19	0,09	0,18

(\*) µg/l

#### 2.4. Organize Sanayi Bölgeleri İçin Yer Seçiminde Gözönüne Alınması Gereken Hususlar

Sanayi parsellerinin çoğunun satılarak fabrika inşaatlarının yapılmakta olduğu ve üretime geçilmiş bulunan O.S.B.'lerinde arıtma tesislerinin kurulması ihtiyacı bulunmaktadır. Kamu finans kaynakları bu yatırımlar için yetersiz kalmaktadır. Öncelikle çok kirletici özelliği olan sanayilerin yerleştiği ve ihtisaslaşmış nitelikteki O.S.B.'lerinden başlamak üzere arıtma tesislerinin kurulması ihtiyacı



bulunmaktadır(Anonim, 1993 a). O.S.B.'si ve arıtma tesisinin kurulacağı alanın belirlenmesinde çok farklı bileşenler rol oynamaktadır. Bir yerin O.S.B.'si olması için öncelikle alan tespiti yapılmaktadır. Bu alanın sanayi bölgesi olabilmesi için DSİ, Tarım, MTA, Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu başta olmak üzere resmi kurumlardan onay alınmaktadır. Bu aşamadan sonra Sanayi Bakanlığı'na önerilen O.S.B.'si, Bakanlık tarafından gerekli altyapı hazırlık projeleri tamamlanarak DPT'ye sunulmaktadır. DPT'nin yapacağı inceleme sonunda O.S.B.'sinin kurulması uygun görülürse, proje yatırım programına alınarak kamulaştırma, altyapı, yer tahsisi çalışmalarına bu aşamadan sonra başlanmaktadır (Şengül ve ark.1997).

O.S.B.'leri için yer seçimi ile ilgili etüt çalışmalarında fiziksel çevreyle ilgili ele alınması gereken birçok husus vardır.

- Yörenin jeolojik durumu,
- Yer altı suyu, termal ve jeotermal su kaynakları, içme suyu kaynakları,
- Flora ve fauna, bunların yaşam ortamları ve endemik türler ile ilgili bilgiler,
- Mülkiyet durumu,
- Kadastro durumu,
- Çevre düzeni planına göre durumu,
- Arazi kullanma kabiliyetine göre sınıfı,
- Bulunduğu deprem kuşağı, su ihtiyacının nereden sağlanabileceği,
- Bölgedeki enerji tesislerinin karakteristiği ve bu tesislerin mülkiyetinin hangi kuruluşa ait olduğu,
- Atıksu ve yağmur suyu deşarj ortamı,
- Hakim rüzgar yönü itibarıyla, yakınındaki yerleşim merkezlerine, tarım sahalarına ve su kaynaklarına etkisi,
- Çevresinde konut ve yan sanayi yerleşimine uygun alan bulunup bulunmadığı,
- Özel Çevre Koruma Bölgeleri, sit alanları, milli parklar, doğal anıtlar gibi korunması gereken alanlara göre konumu,
- Drenaj durumu,
- Taşkına maruz kalma durumu,
- Katı atık depolama alanlarına göre durumu (Koçer ve ark. 1999).

Yer seçiminde birçok faktörün etkili olduğu O.S.B.'lerinde en uygun yer seçiminde aşağıdaki usul ve hususlar dikkate alınmalıdır.

- I., II., III., Sınıf tarım alanları O.S.B.'leri için uygun değildir,
- DSİ sulama alanları, proje halinde veya planlanmış alanlar içerisinde kalan alanlar O.S.B.'leri için uygun değildir,
- Mühendislik açısından zemini sağlam alanlar tercih edilir,
- Fay hatlarına yakın veya fay hatlarıyla bölünmüş alanlar seçilmez,
- Altyapı açısından maliyeti yükseltmeyecek alanlar tercih edilir,
- Kuru dere veya dere yataklarıyla bölünmemiş alanlar tercih edilir,
- Hakim rüzgar yönü itibariyle şehri etkilemeyecek alanlar tercih edilir,
- İçme suyu amaçlı barajların mutlak kısa ve orta mesafeli koruma alanları içinde kalan ortak alanlara O.S.B.'leri kurulmamalıdır,
- Turizm alanlarını olumsuz yönde etkileyecek alanlara O.S.B.'leri kurulmamalıdır,
- Doğal sit alanları, arkeolojik sit alanları, kentsel sit alanlarını etkileyecek veya içinde olan alanlar uygun değildir,
- Ana ulaşım akslarına yakın alanlar seçilir,
- O.S.B.'sinin atıksu deşarjı ile kirlenme olasılığı olan su havzalarına bağlantılı dereler dikkate alınır,
- Koruma altına alınmış alanlar uygun değildir,
- Yeterli büyüklükte olmasına ve genişlemeye müsait olmasına dikkat edilir,
- Enerji ve su temini kolay alanlar tercih edilir (Koçer ve ark. 1999).

## **2.5. Organize Sanayi Bölgelerindeki Endüstriler İçin Ön Arıtmanın Değerlendirilmesi**

O.S.B.'lerinde yer alan sanayilerin tür dağılımındaki çeşitlilikle bağıntılı olarak, atıksu karakteristikleride geniş bir aralıkta değişmektedir. Bütün kuruluşlardan gelen atıksuyun ortak bir arıtma tesisinde toplanarak arıtılabilmesi için endüstrilerin kirlenici özelliklerine bağlı olarak belirli bir seviyeye kadar ön arıtma yapmaları gerekmektedir. Hangi endüstri türünün ne düzeyde ön arıtma yapması gerektiğinin

belirlenebilmesi için o endüstriye ait atıksu karakteristiğinin ve kirlilik yüklerinin belirlenmesi gerekmektedir(Anonim, 1993 c).

### 2.5.1.Ön Arıtma, Birleşik Arıtmanın Tanımı

Ön arıtma, ortak arıtma sistemlerine ve çevreye zararlı olabilecek özellik ve bileşenlerin zararsız düzeye indirilmesi ve gerekiyorsa atık yüklerinin ortak arıtma için uygun düzeye düşürülmesi için uygulanan arıtma yöntemidir(Şengül ve ark.1997).

O.S.B.'lerinde ve küçük sanayi bölgelerinde endüstrilerin bir kısmının veya tümünün atıksularının toplanarak arıtılması ise "Birleşik arıtma" olarak tanımlanabilir. Kentsel kanalizasyona ve arıtma sistemine sahip yerleşim yerleri civarında bulunan endüstrilerin atıksularını kentsel kanalizasyon sistemine deşarj ederek toplu atıksu arıtma sisteminden yararlanması durumu da "birleşik arıtma" olarak nitelendirilebilir. Ön arıtma birden fazla atıksu kaynağından toplanan atıksuların birleştirilerek tek bir sistemde arıtılması durumunda her kirletici kaynağın atıksularını ortak atıksu toplama sistemine ve birleşik atıksu arıtma sistemine zarar vermeyecek şekilde ve ortak arıtma için kanala verilmesi gereken kirletici yüklerini azaltabilmek amacıyla uygulanan özel arıtma işlemlerine verilen isimdir. Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarjının yapılabilmesi için suyun kalitesinin kanalizasyona deşarj standartlarını sağlaması zorunludur. Bu ön koşulları sağlamak üzere her endüstriyel atıksu için ayrı ön arıtma işlemleri uygulanması gereklidir(Şengül, 1991).

### 2.5.2. Ön Arıtma Yöntemleri

Endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarjının yapılabilmesi için suyun kalitesinin;

- Kanalizasyon sisteminin yapısına ve çalışmasına engel olmaması,
- Kanalizasyon sisteminde bakım onarım yapan kişilerde ve civar halkı üzerinde sağlık sakıncası yaratmaması ,
- Kanalizasyon şebekesinin sonuçta bağlandığı arıtma sisteminin çalışmasını ve verimini olumsuz yönde etkilememesi,

- Arıtma tesisinde oluşacak atıkların(fazla çamur gibi) uzaklaştırılmasını, kullanılmasını zorlaştırmaması ve çevre kirlenmesine yol açacak nitelik kazanmalarına neden olmaması gerekmektedir.

Bu ön koşulları sağlamak üzere her endüstriyel atıksu için ayrı ön arıtma işlemleri uygulanması gerekmektedir. Ön arıtmada kontrol edilmesi gereken parametreler genel olarak sıralanacak olursa;

*“pH, Yağ ve gres,Askıda katı maddeler, Ağır metaller, Toksik organik maddeler, Parçalanabilir organik maddeler, Sıcaklık, Sülfür, Siyanür”*

Bu parametrelerin kontrolünü sağlamak üzere gerekli ön arıtma işlemleri sıralanacak olursa;

- Debinin eşitlenmesi ve dengeleme
- pH ayarı ve nötralizasyon
- Askıda katı maddelerin çöktürme veya flotasyon ile fiziksel ayrımı
- Yağ ve gres giderme (yağ tutucular, kimyasal çöktürme ve flotasyon ile)
- Sıcaklığın kontrolü
- Sülfür oksidasyonu
- Siyanür oksidasyonu
- Ağır metallerin çöktürülmesi (kimyasal çöktürme)
- Pıhtılaştırma-Yumaklaştırma
- Biyolojik ön arıtma.

Ortak arıtma sistemine verilecek organik madde yüklerinin düzenlenmesi genellikle ön arıtması yapılacak endüstrilerin ve ortak atıksu arıtma tesisinin özelliklerine bağlıdır. Ortak arıtma tesisindeki biyolojik prosesleri korumak ve daha iyi çalışmalarını sağlamak üzere gerekli birincil arıtma ve ön arıtma işlemleri ve prosesleri Çizelge 2.18.'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.18. Birincil Arıtma ve Ön Arıtma İşlemleri ve Prosesleri(Şengül,1991).

KİRLİLİK KARAKTERİSTİĞİ	ARITMA İŞLEMİ ve PROSESİ
Askıda Katılar	Çökelme, Flotasyon, Kimyasal Arıtma
Yağ ve gres	Yağ Tutucu, Flotasyon
Ağır metaller	Kimyasal çöktürme, İyon Değişimi
Alkalinite	Nötralizasyon
Asidite	Nötralizasyon
Sülfürler	Kimyasal Oksidasyon, hava ile sıyırma, kimyasal çöktürme
İri katılar	Izgara, elek
BOI yükü	Dengeleme ve Biyolojik Arıtma
KOI yükü	Kimyasal arıtma

Ön arıtma sistemlerinin ana amacı kanalizasyonu korumak için görünse de sonuçta korunması gereken nihai ortam alıcı ortam olmaktadır. Bu nedenle ön arıtmanın bu çerçevede de ele alınması gerekir. Ortak arıtma tesisleriyle son bulan kanalizasyon sistemlerinde uygulanacak ön arıtma sistemi her endüstri grubu için farklı olacaktır. Bunu belirleyebilmek üzere her endüstrinin kanalizasyona verebileceği kirlilik yükü hesaplanarak uygun ön arıtma sisteminin seçimi yapılabilir. (Şengül, 1991).

Ülkemizde O.S.B.'lerinde uygulanacak ön arıtma deşarj standartları "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nde Tablo 25'te (Çizelge 2.19.) verilen standartlardır. SKKY'nde atıksuların tam arıtma (biyolojik) ile sonuçlanan atıksu arıtma tesislerine deşarjı için öngörülen bu kriterler, genel atıksu karakteristiği biyolojik arıtılabilirlik gösteren O.S.B.'ler için uygulanabilir. Bu O.S.B.'lerde atıksular toplandıktan sonra toplu olarak O.S.B.'nin biyolojik arıtım uygulanan arıtma sisteminde arıtılacak olduklarından, ilgili kriterler aynen geçerli olmaktadır. O.S.B.'lerde ön arıtma yapması gereken endüstrilerin ve bu endüstrilerin sağlamaları gerekli ön arıtma düzeyinin belirlenmesi, öncelikle O.S.B.'sinde kurulu olan ya da kurulması beklenen sanayi yapısına bağlıdır. Örneğin, aynı sanayi kategorisinden endüstrileri yoğun olarak barındıran bir O.S.B.'si için kurulacak toplu arıtma tesisi, yoğun olarak bulunan sanayi kategorisinden kaynaklanan atıksuların arıtımına yönelik olurken; aynı O.S.B.'sinde farklı bir alanda üretim yapan

bir ya da birkaç tesis için ön arıtma gerekebilecektir. Çoğunlukla metal sanayi işyerlerinin yer aldığı bir O.S.B.'sinde, metal sanayi atıksularını arıtan bir toplu arıtma düzeni oluşturulurken, bu O.S.B.'sinde yer alan bir gıda sanayi kuruluşu için ayrı arıtma gerekebilecektir.

Diğer taraftan, çoğunlukla gıda sanayinin yer aldığı bir O.S.B.'sinde, toplu arıtım gıda sanayi atıksu karakteristiğine yönelik olacak; bu duruma bağlı olarak o O.S.B.'sinde yer alan bir metal sanayi kendi arıtımını kendi yapmak zorunda kalacaktır. Bu koşullar altında, her O.S.B.'sinin uygulaması gereken toplu arıtma ve ön arıtma düzeni tamamen O.S.B.'sinin genel yapısına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır(Anonim, 1993 c).



**Çizelge 2.19. SKKY'ne Göre Atıksuların Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları (SKKY Tablo-25)**

Parametre	Kanalizasyon Sistemleri Tam Arıtma İle Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde
Sıcaklık, °C	40
pH	6.5-10
Askıda Katı Madde (AKM) (mg/l)	500
Yağ ve gres (mg/l)	250
Katran ve Petrol Kökenli Yağlar (mg/l)	50
KOI (mg/l)	4000
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) (mg/l)	1000
Toplam Sülfür (S) (mg/l)	2
Fenol (mg/l)	20
Serbest Klor (mg/l)	5
Toplam azot (N) (mg/l)	-(a)
Toplam fosfor (P) (mg/l)	-(a)
Arsenik, (mg/l)	3
Toplam Siyanür (CN), (mg/l)	10
Toplam Kurşun (Pb), (mg/l)	3
Toplam Kadmiyum (Cd), (mg/l)	2
Toplam Krom (Cr), (mg/l)	5
Toplam Civa (Hg), (mg/l)	0.2
Toplam Bakır(Cu), (mg/l)	2
Toplam Nikel (Ni), (mg/l)	5
Toplam Çinko (Zn), (mg/l)	10
Toplam Kalay (Sn), (mg/l)	5
Toplam Gümüş (Ag), (mg/l)	5
Klorür (Cl <sup>-</sup> ), mg/l	10000
Yüzey Aktif Maddeler	Biyolojik olarak parçalanması TSE standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır.

<sup>(a)</sup>-Değerlendirme aşamasında bu parametreler gözönüne alınmamıştır.

Endüstri sektörlerinin çeşitliliğine bağlı olarak oluşan değişik özellik ve miktardaki atıksuların ön arıtma açısından değerlendirilmesi ile ortak arıtma sistemlerinde oluşması muhtemel problemler ortadan kaldırılmış olacaktır. Türkiye’de özellikle metropol belediye su ve atıksu idarelerinde (İSKİ, ASKİ, İZSU, vb.) geçerli olan ve uygulanan “tüm atıksuların evsel atıksu seviyesine indirildikten sonra kanalizasyona ve ortak arıtmaya verilmesi” ilkesinin O.S.B.’lerinin bir çoğunda uygulandığı üzüntüyle görülmektedir. Endüstriyel atıksuların hakim olduğu O.S.B.’leri için böyle bir uygulama sorunları da beraberinde getirmektedir,

1. Atıksuları organik yüklerden başka kirletici içermeyen ve ortak arıtma tesisini kullanabilecek işletmelerde ön arıtmalar yapılmakta ve bazen ortak arıtmadan daha kompleks ön arıtma yatırımları ortaya çıkabilmektedir.(Bira, gıda vb. yüksek atık yüklü sanayiler)
2. Atıksuların arıtılarak evsel atık parametrelerinin altına indirilirken bazı parametreler pratik teknolojilerle istenenden ileri düzeyde arıtılmaktadır. Bu da arıtma sürecinde zaman zaman bazı gerekli besi maddelerinin çok düşük değerlere inmesini ve arıtmanın olumsuz etkilenmesini hatta bu maddelerin tekrar geri ilavesini gerektirmektedir.
3. Atıksuların çok sayıda ön arıtma tesisinde arıtılması toplam ekonomi yönünden de sakıncalı olmakta ve ön arıtmaların çokluğu toplam maliyeti arttırmaktadır.
4. Yerel ve ekolojik açıdan arıtma teknolojisi çok kompleks olmakla birlikte seyreltilmesinde hiçbir mahzur olmayan bazı parametreler (SO<sub>4</sub>,Cl vb.) atıksu arıtma tesisi giriş kriterlerini ihlal etmekte ve ciddi yatırımlar ortaya çıkabilmektedir.
5. Arıtma tesislerin sayısının fazlalığı bunların işletilmesini ve denetimini zorlaştırmakta ve aksamaları sonucu ortak arıtma sistemleri ciddi zarar görmektedir(Kerestecioğlu ve ark. 1994).

Arıtma tesisi kurulması aşamasında O.S.B.’sinin kirlenme profilinin belirlenmesi gerekmektedir. Kirlenme profili ile O.S.B.’sinin genel atıksu karakterizasyonu ortaya konmakta, bu karakterizasyona göre ön arıtma yapması gereken tesisler ve mevcut yönetmeliklere göre genel arıtma ihtiyacı olup olmadığı belirlenmektedir(Toröz ve ark 1994).



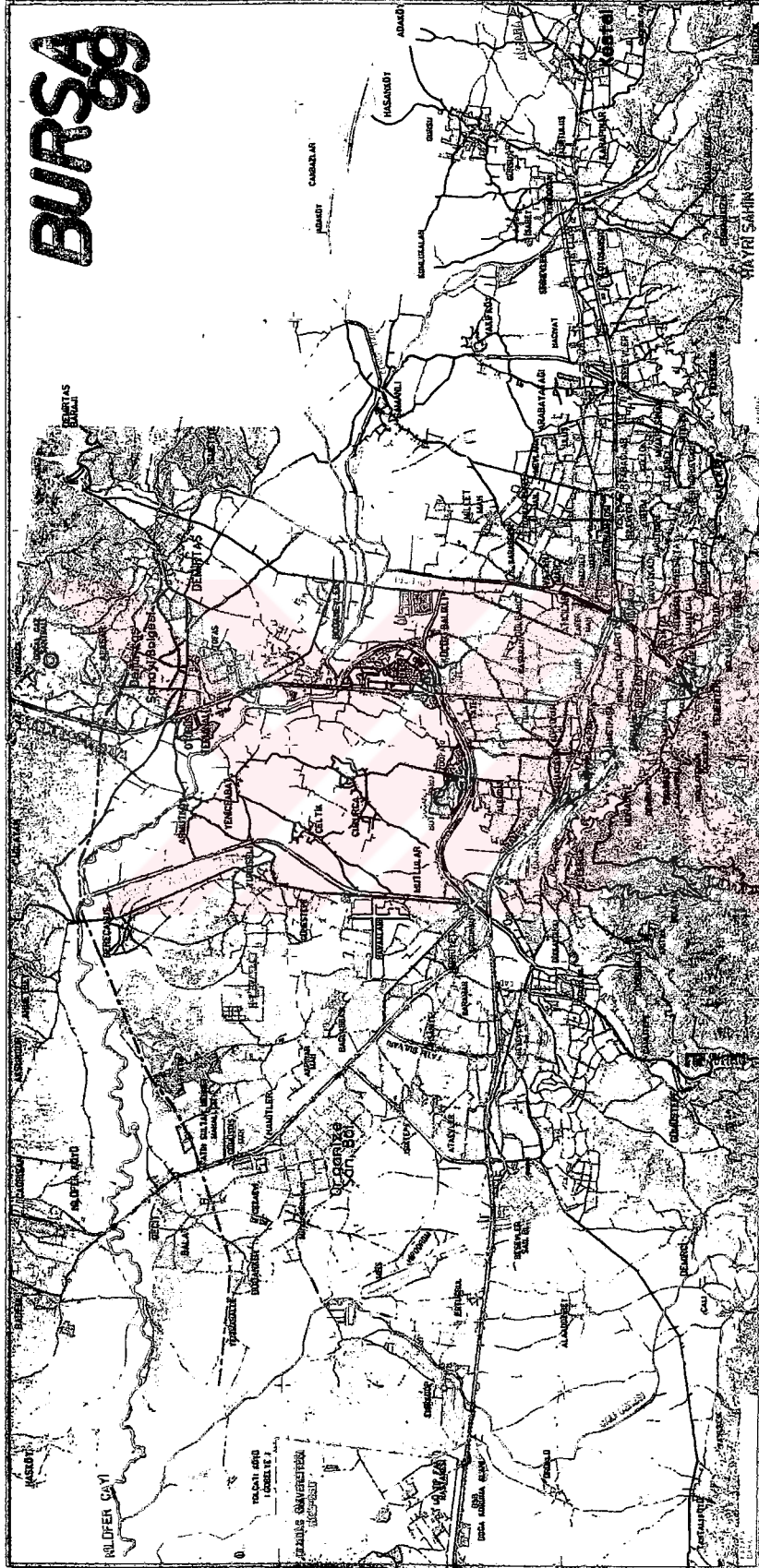
### 3. BURSA ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ: MEVCUT DURUM-DEMİRTAŞ ÖRNEĞİ

#### 3.1. Giriş

Son yıllarda nüfusun hızla artışı ve endüstrileşme çabaları sonucunda çevre kirliliği önemli bir sorun olmaya başlamıştır. Endüstriyel gelişme kapsamında; fabrikaların bazen atık suların kontrolünde yasal boşluklardan istifade etmesi bazen de gerekli teknolojinin ülkemizde olmaması ve/veya pahalı olması nedeniyle endüstriyel kuruluşların atık suları tarafından çevre bilinçsiz bir şekilde kirletilmektedir.

Türkiye'nin beşinci büyük kenti olan Bursa'nın 1997 yılı itibarı ile il ve ilçe merkezleri nüfusu 1.488.838, bucak ve köyler nüfusu ise 473.691 olup toplam nüfus, 1.958.529 dur (Anonim,1998 a). Şekil 3.1.'de verilen haritada görülen Bursa'nın gerek büyük şehir hudutları içinde gerekse Gemlik, Mudanya, Karacabey gibi yakın ilçelerinde çevresel sorunlar zaman içinde ciddi boyutlara ulaşmıştır. Eysel ve endüstriyel atıklar Nilüfer Çayı'na karıştığından 25 yıldaki hızlı endüstrileşme sonucu Bursa ve çevresindeki su kaynakları yoğun bir kirlenme baskısı altına girmiştir. Çünkü Bursa Ovası'nın drenajını gerçekleştiren Nilüfer Çayı Uludağ'dan doğan küçük derelerin birleşmesi ile oluşmaktadır. Toplam drenaj alanı 1970 km<sup>2</sup> olan Nilüfer Çayı yaklaşık 120 km uzunluğundadır ve Bursa şehir kanalizasyonu yedi noktadan açık kanallar ile Nilüfer Çayı'na karışmaktadır. Bu kanallara çeşitli endüstri kuruluşları da atık sularını deşarj etmekte ve çöplerini boşaltmaktadır. Kanallar ve yan dereler organik kirlenmenin yanı sıra endüstriden kaynaklanan ağır metal ve diğer kimyasalların da kirliliğini içermektedir(Özer ve ark.1996).

Bursa sınırları içinde doğup Marmara Denizi'ne dökülen Nilüfer Çayı Bursa kentine uzun yıllardan beri hem ana su kaynağı olarak hem de pis suyun boşaltıldığı ana alıcı ortam olarak hizmet etmektedir. Ayrıca geçtiği bölgelerdeki tarım arazilerinin sulanmasında en önemli kaynak yine Nilüfer Çayı'dır. Ancak hızlı kentleşme ve sanayileşme sonucu oluşan evsel ve endüstriyel atıkların Nilüfer Çayı'na direkt boşaltılması sonucu Nilüfer Çayı'nda önemli bir kirlilik görülmektedir. Su kaynakları için verilen kalite kriterlerine göre sınıflandırmada Nilüfer Çayı en düşük sınıf olan "Sınıf IV-Çok Kirli Su" olarak tanımlanmaktadır.(Anonim, 1998 a ).



Şekil 3.1.Bursa ili haritası (Anonim, 1999 c).

Nilüfer havzasında yer alan çeşitli sanayi tesisleri, içeriğinde kimyasal ve zehirli atıksuları ile havzayı iki şekilde kirletmektedirler. Bunlardan birincisi sınırlı sayıda sanayi tesisi pompalama yöntemi ile atıksularını yeraltına vermekte ve yeraltı sularını kirletmekte, yaygın olan diğer yöntem ise atıksuların kanallar ve dereler vasıtasıyla Nilüfer çayına ulaştırması ve geçilen tüm güzergahtaki yerüstü sularının kirletilmesidir(Anonim, 1998 b ).

Sanayi parsellerinin çoğunun satılarak fabrika inşaatlarının yapılmakta olduğu ve üretime geçilmiş bulunan Organize Sanayi Bölgelerinde arıtma tesislerinin kurulması ihtiyacı bulunmaktadır. Kamu finans kaynakları bu yatırımlar için yetersiz kalmaktadır. Öncelikle çok kirletici özelliği olan sanayilerin yerleştiği ve ihtisaslaşmış nitelikteki Organize Sanayi Bölgelerinden başlamak üzere arıtma tesislerinin kurulması ihtiyacı bulunmaktadır(Anonim, 1993 a).

Bursa genelinde yer alan sanayi tesisleri ya dağınık halde ya da O.S.B.'nin parçası şeklindedir. Bursa'da, yaklaşık 1000 kadar çeşitli tipte ve büyüklükte fabrikayı bünyelerinde barındıran üç adet organize sanayi sitesi mevcuttur;

1. Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi
2. Bursa Organize Sanayi Bölgesi
3. Organize Küçük Sanayi Bölgesi

Atıksularını açık kanal olarak bilinen kanallara boşaltan organize sanayi sitelerinde, bu açık kanallar, aslında nehre dökülmeden önce evsel atıksu, yağmur suyu ve sanayi atıklarının dökülerek kanalizasyona dönüştüğü küçük derelerdir. (Anonim, 1990).

Bu çalışmaya esas teşkil eden Demirtaş Organize Sanayi Bölgesinde (DOSAB) yer alan endüstriyel tesislerin endüstriyel ve evsel nitelikli atıksularının büyük bir kısmı açık kanal vasıtası ile, bir kısmı da özel kanallar ile Nilüfer çayına deşarj edilmektedir. Bu bölümde DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi projelendirilme çalışmalarına esas teşkil edecek bölgenin mevcut durumu, endüstri profili, ekonomik gelişmesi, her bir endüstriye ve ortak kanala ait atıksu karakterizasyonu ve debi ölçümleri, kirlilik yükleri ve projelendirme kriterleri yer almaktadır.

### 3.1.1. Yerleşim, Coğrafi Konum

Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi (DOSAB), Bursa ili - Demirtaş ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Doğusunda Bursa Demirtaş köyü, batısında Bursa-Yalova

yolu, güneyinde Sönmez –ASF ve kuzeyinde Valeo firmasıyla sınırlı olup, yaklaşık 550 hektarlık alana yayılmaktadır.

### 3.1.2. İklim ve Bitki örtüsü

Bursa ve çevresinde Akdeniz tipi iklim koşulları hakimdir. Demirtaş ilçesine ait meteorolojik verilere göre yıllık sıcaklık ortalaması 13.1-15.6 C arasındadır. Yılın normal ortalama sıcaklığı 14.4 C'dir. Aylık en yüksek ortalama Temmuz ayında, en düşük ortalama ise Ocak ayında görülür. En yüksek sıcaklık değeri 24.2 C, en düşük sıcaklık değeri ise 5.3 C olarak kaydedilmiştir. Yıllık normal ortalama yağış 709.3 mm'dir. En yağışlı ay Aralık, en az yağışlı ay ise Ağustos'tur. Muhtelif yıllarda en az 84, en fazla 144 yağışlı gün kaydedilmiştir. Yağışların mevsimlere göre dağılımı oranları ise kışın % 37, ilkbaharda % 26, yazın % 11 ve sonbaharda % 26'dır. Normal ortalama olarak yıllık nisbi nem % 69'dur. Bursa ve çevresinde, genellikle Akdeniz bitki topluluğu ve ormanlık alanlardan oluşan bir bitki örtüsü mevcuttur.

### 3.1.3. Nüfus ve Sanayi Gelişimi

Bölgede, 1970'li yıllarda öncelikle Tofaş ve Sönmez-ASF gibi işletmeler faaliyete geçmiş ve diğer işletmelerin kurulmaları ile de birlikte, 1987 yılında 20 civarında fabrikanın bulunduğu Endüstriyel Sanayi Bölgesi haline gelmiştir. 1990 yılında ise bölge sanayicilerinin girişimleri sonucunda Organize Sanayi Bölgesi kimliğini almıştır. 1990 yılında 60 civarında işletmenin bulunduğu DOSAB'sinde, 1998 yılı itibari ile işletme yan kuruluşları ve kiracı konumundaki işletmeler dahil olmak üzere toplam 205 işletmeden 175 adetinin faal durumda olduğu, 15 adetinin inşaat halinde olduğu, 15 adetinin ise boş olduğu tespit edilmiştir.

Ana endüstri kategorilerine göre mevcut firmaların 119 adeti tekstil sanayi, 27 adeti metal sanayi, 13 adeti kimya sanayi, 4 adeti gıda sanayi, 11 adeti ise diğer sanayi dallarında faaliyet göstermektedir. Ana endüstri kategorilerinin mevcut firmalara göre dağılımı ise % 68 tekstil, % 16 metal sanayi, % 8 kimya sanayi, % 2 gıda sanayi ve % 6 diğer sektörler şeklindedir. Anket sonuçlarından bölgede istihdam eden nüfusun yaklaşık olarak 22.000 – 24.000 kişi arasında olduğu belirlenmiştir.

Genel yerleşim planından tespit edildiği üzere yaklaşık 550 ha'lık bir alana yayılı halde bulunan DOSAB'sinin sınırları içerisinde 310 ha (% 56)'nın dolu olduğu ve

halen 240 ha'nın boş olduğu görülmekte, boş alanlar da toplam alanın % 44 oranına denk gelmektedir.

#### **3.1.4. Alıcı Ortam Su Kalitesi**

DOSAB'sinden kaynaklanan atıksu, arıtıldıktan sonra Nilüfer deresine deşarj edilecektir. Arıtılmış atıksuyun deşarj noktası olan Nilüfer deresinin Armutlu mevkiindeki su kalitesi; derenin kentsel yerleşimlerin içinden geçerken aldıkları evsel ve endüstriyel atıkları ile, 4. sınıfa (çok kirlenmiş sular) çıkmaktadır (Anonim, 1998 b )

#### **3.1.5. Atıksu Arıtma Tesisinin Yapımı Planlanan Sahaya ait Bilgiler**

DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi'nin yapımı planlanan saha Yalova yolu üzerindeki otobüs terminalinin batısında kalan, terminal ile sınır teşkil eden alandır. Sahanın kuzeyinde ve güneyinde boş araziler, doğusunda otobüs terminali ve batısında Nilüfer Çayı yer almaktadır. Arazinin en yüksek kotu 84.00 m ve en düşük kotu 83.00 m civarındadır. Saha sınırları arasında yaklaşık 1.00 m kot farkı olması nedeniyle oldukça düz bir arazidir. Sahanın jeolojik yapısı henüz etüt edilmediğinden dolayı yeraltı su seviyesi, toprak özellikleri, toprak geçirgenliği, zemin şartları tam olarak bilinmemektedir.

#### **3.2. Su Temini**

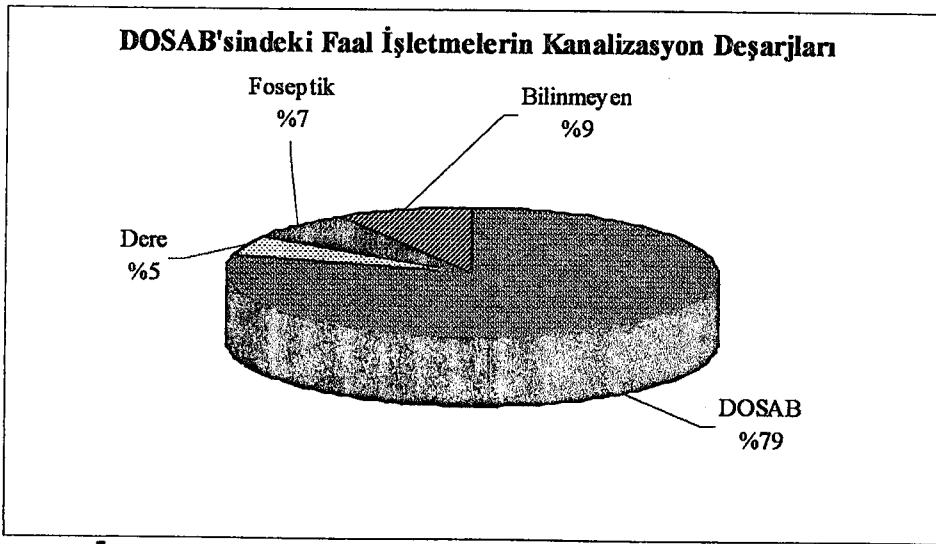
DOSAB'sine içme ve kullanma amaçlı suyun teminine hitaben Demirtaş Belediyesi sınırlarında yer alan ve Eski Yalova Yolu Doğanevler Mevkii olarak adlandırılan bölgede beş adet derin su kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyular Doğanevler Mevkii'ndeki ilk dere yatağına yaklaşık 50 m uzaklıkta oldukları için amonyak ve nitrit içeren su çekmeye başlamışlardır. Bu sebeple kuyuların 50 m'den olan direkt emmeleri durdurulup, kuyular üzerinde İller Bankası'nın yeni bir sondaj çalışmasıyla 120 m'ye inilerek, içilebilir nitelikte su çıkarılmıştır.

Kuyulardan şu anda bir tanesi gerekli emme motorları bağlanarak faaliyete geçirilmiş bulunmaktadır. Diğer dört kuyu ise emme motor bağlantıları yapılarak, faaliyete geçirilmek üzere beklemektedir. Şu anda bölgenin su temini, faaliyette bulunan tek kuyudan 50 L/s'lik kapasitesinin 35 L/s olarak çalıştırılmasıyla sağlanmaktadır. Kuyudan çekilen su Demirtaş Belediyesi'nin su pompalama tesisinde bulunan 1.000

m<sup>3</sup>'lük depoya alınarak, klorlama yapıldıktan sonra Demirtaş Belediyesi'ne ait olan ve bölgeye hitap eden 5.000 m<sup>3</sup>'lük depoya basılmaktadır. Depodan çıkan su kendi cazibesıyla Organize Sanayi Bölgesi'ndeki mevcut hatları beslemektedir. Bölgede mevcut firmalardan 117 tanesine içme ve kullanma nitelikli su ulaştırılmıştır. Diğer sanayi kuruluşları ise kullanma suyu ihtiyaçları için kendi imkanlarıyla açtıkları kuyulardan, içme suyu ihtiyaçları ise tankerler ile satın aldıkları sulardan karşılanmaktadır.

### 3.3. Kanalizasyon ve Yağmursuyu Toplama Sistemi

Bölgede ilk sanayileşme hareketleri 1970 yılında başlamış ve ancak 1990 yılında Organize Sanayi Bölgesi kimliğini almıştır. Aradan geçen 20 yıl içerisinde plansız bir şekilde gelişen sanayileşme hareketi beraberinde teknik altyapı eksikliği problemini de getirmiştir. Zaman içinde bu problemlerin çözülebilmesi için çalışmalar yapılmış ve birleşik sistem olan kanalizasyon sisteminin zamanla ayrık sistem olarak oluşturulması planlanmıştır. Ayrıca, bölgede yer alan sanayi kuruluşlarından 9 adedi atıksularını direkt olarak dereye, bölge içerisindeki 12 adet işletme de kendine ait fosseptik yapısına deşarj ettiği yapılan anket çalışması neticesinde belirlenmiştir. DOSAB'sinin faal işletmelerinin kanalizasyon deşarjları Şekil 3.2.'de verilmiştir.

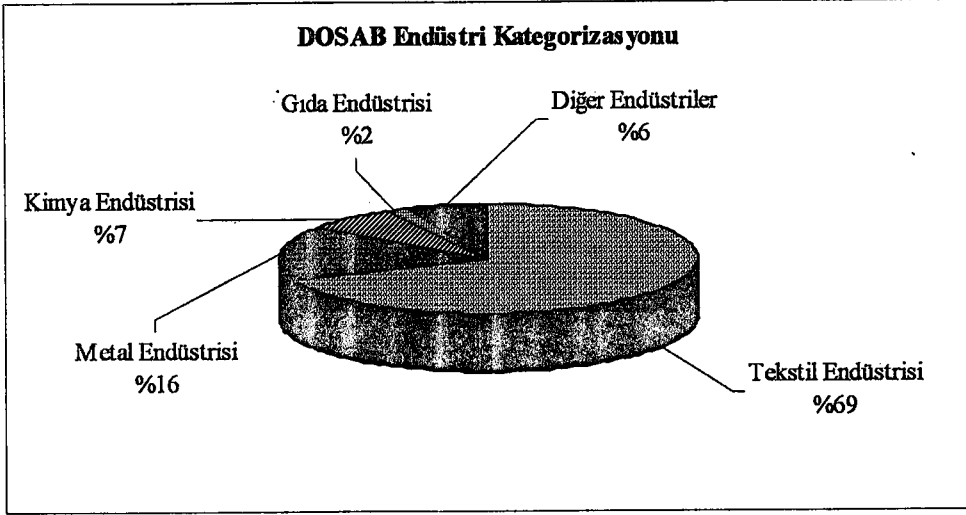


Şekil 3.2. DOSAB'sindeki Faal İşletmelerin Kanalizasyon Deşarjları

Mevcut kanalizasyon şebekesi birleşik sistemdir ve bölgenin yağmur sularını da toplamaktadır. DOSAB'sinin kanalizasyon şebekesi tamamlandıktan sonra bölgedeki tüm işletmelerin atıksularını yeni kanalizasyon hatlarına vereceği ve bölgeden gelen tüm atıksuyun ortak bir kanal ile Atıksu Arıtma Tesisine iletileceği planlanmıştır. Ortak kanal, Arıtma Tesisi yapılana kadar, otobüs terminalinin kuzeyinden geçen açık kanal ile birleştirilerek dereye deşarj edilecektir. Bölgenin birleşik sistem kanalizasyon şebekesinin ayrımı ve yağmur sularının ayrı bir kanal ile toplanması için gerekli projelendirme ile imalat çalışmalarına başlanılmıştır. Yalnız yağmur suyu kanalları ile sadece bölge içerisindeki ana caddelerden gelen yağmur suları toplanacak, işletmelerden gelen yağmursuları ise birleşik sistem kanalizasyon hattı ile direkt olarak kanalizasyon şebekesine verilecektir.

#### **3.4.Endüstri Kategorizasyonu**

DOSAB'sindeki mevcut firmaların ana endüstri kategorilerine göre 119 adeti tekstil sanayi, 27 adeti metal sanayi, 13 adeti kimya sanayi, 4 adeti gıda sanayi, 11 adeti ise diğer sanayi dallarında faaliyet göstermektedir. Ana endüstri kategorilerinin mevcut firmalara göre dağılımı ise % 68 tekstil, % 16 metal sanayi, % 8 kimya sanayi, % 2 gıda sanayi ve % 6 diğer sektörler şeklinde olup bu firmaların dağılımı Şekil 3.3.'de görülmektedir. Tablodan da görüleceği üzere DOSAB'sindeki mevcut firmaların büyük bir çoğunluğu tekstil sanayi kategorisine aittir.



**Şekil 3.3.** DOSAB Endüstri Kategorizasyonu

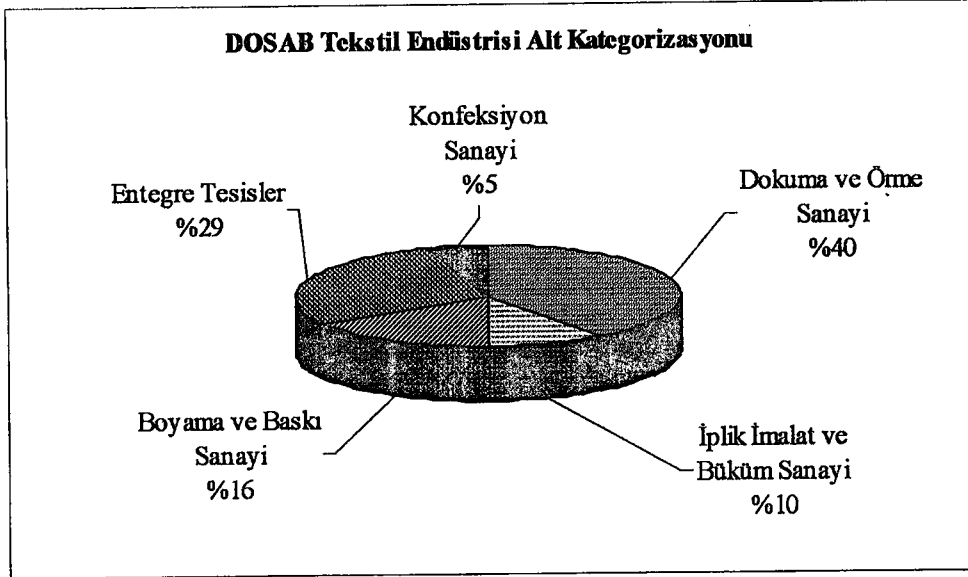
DOSAB’indeki ana endüstri kolları da kendi içinde alt kategorilere ayrılmaktadır;

#### **I. KATEGORİ : TEKSTİL ENDÜSTRİSİ**

1. **Alt Kategori : İplik İmalat ve Büküm Sanayi**
2. **Alt Kategori : Dokuma ve Örne Sanayi**
3. **Alt kategori : Boyama ve Baskı Sanayi**
4. **Alt Kategori : Konfeksiyon Sanayi**
5. **Alt Kategori : Entegre Tesisler**

119 adet işletmenin Tekstil Endüstrisi Ana Kategorisinde ve bununun 12 adetinin İplik İmalat ve Büküm Sanayi, 48 adetinin Dokuma ve Örne Sanayi, 19 adetinin Boyama ve Baskı Sanayi, 6 adetinin Konfeksiyon Sanayi, 34 adetinin ise Entegre Tesisler alt kategorisinde yer almakta olup alt kategorilerin dağılımı ise Şekil 3.4.’de verilmiştir.



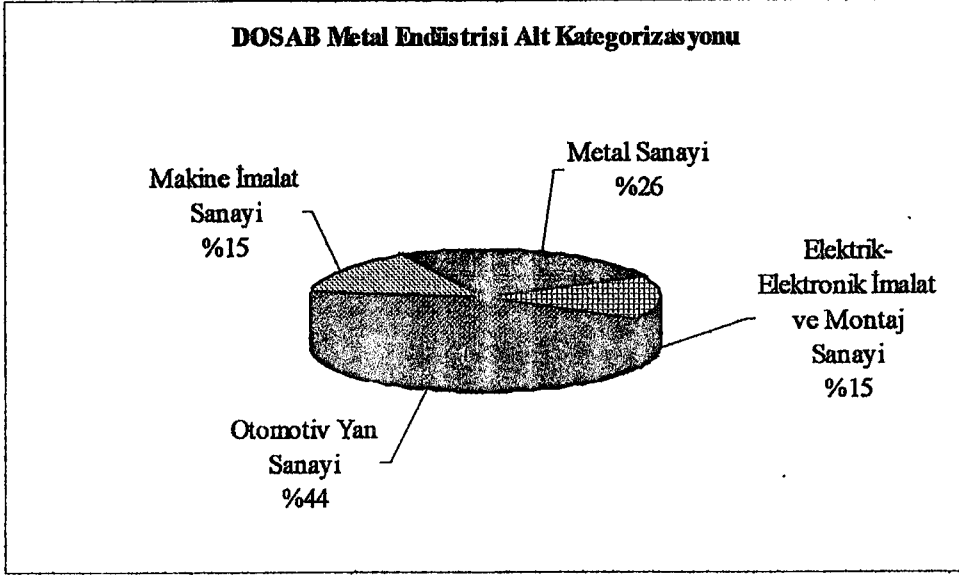


**Şekil 3.4.DOSAB Tekstil Endüstrisi Alt Kategorizasyonu**

## **II. KATEGORİ : METAL ENDÜSTRİSİ**

- 1.Alt Kategori : Metal Sanayi**
- 2.Alt Kategori : Otomotiv Yan Sanayi**
- 3.Alt kategori : Elektrik-Elektronik İmalat ve Montaj Sanayi**
- 4.Alt Kategori : Makine İmalat Sanayi**

27 adet işletmenin Metal Endüstrisi Ana Kategorisinde ve bunun 7 adetinin Metal Sanayi, 12 adetinin Otomotiv Yan Sanayi, 4 adetinin Elektrik-Elektronik İmalat ve Montaj Sanayi, 4 adetinin ise Makine İmalat Sanayi Alt Kategorisinde yer aldığı tespit edilmiş ve alt kategorilerin dağılımı ise Şekil 3.5.'de verilmiştir

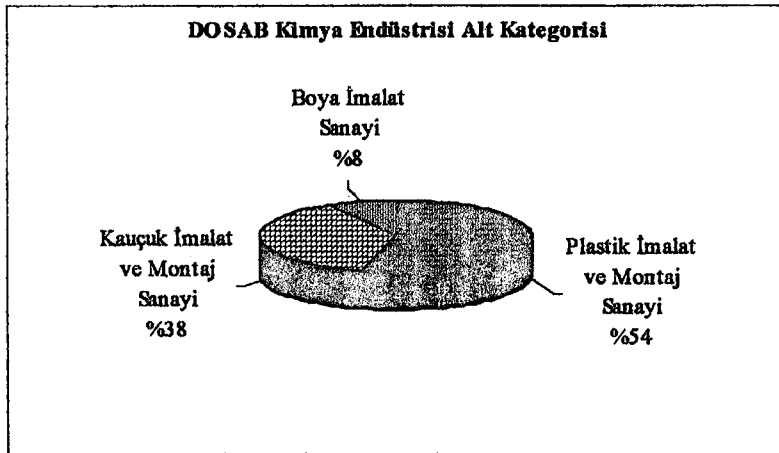


Şekil 3.5. DOSAB Metal Endüstrisi Alt Kategorizasyonu

### III. KATEGORİ : KİMYA ENDÜSTRİSİ

1. Alt Kategori : Plastik İmalat ve Montaj Sanayi
2. Alt kategori : Kauçuk İmalat ve Montaj Sanayi
3. Alt Kategori : Boya İmalat Sanayi

13 adet işletmenin Kimya Endüstrisi Ana Kategorisinde ve bunun 7 adetinin Plastik İmalat ve Montaj Sanayi, 5 adetinin Kauçuk İmalat ve Montaj Sanayi, 1 adetinin ise Boya İmalat Sanayi Alt Kategorisinde yer aldığı tespit edilmiş ve alt kategorilerin dağılımı ise Şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6.DOSAB Kimya Endüstrisi Alt Kategorizasyonu

#### **IV. KATEGORİ : GIDA ENDÜSTRİSİ**

4 adet işletmenin Gıda Endüstrisi Ana Kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

#### **V. KATEGORİ : DİĞER ENDÜSTRİLER**

11 adet işletmenin sektör belirlemesi yapılamadığından Diğer Endüstri Ana Kategorisi altında toplanmıştır.

##### **3.5. Atıksu Karakterizasyonu**

DOSAB'sindeki faaliyet halindeki işletmeler atıksu karakterlerine bağlı olarak da sınıflandırılmış, endüstriyel ve evsel atıksu üreten işletmelerin sayısı Çizelge 3.1.'de verilmiştir. DOSAB'sindeki faaliyet halindeki işletmelerin atıksuları karakterize edilirken ölçümler; işletmelerin %79'unun (Şekil 3.2.) atıksularını deşarj ettiği DOSAB ortak kânalında ve işletmelerde ayrı ayrı yapılmıştır.

**Çizelge 3.1. DOSAB'sindeki Mevcut İşletmelerin Atıksu Karakterleri**

ANA KATEGORİ	ADET	EVSEL		ENDÜSTRİYEL	
		Adet	%	Adet	%
Tekstil Endüstrisi	119	63	53	56	47
Metal Endüstrisi	27	10	37	17	63
Kimya Endüstrisi	13	8	62	5	38
Gıda Endüstrisi	4	1	25	3	75
Diğer Endüstriler	11	11	100	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>174</b>	<b>93</b>	<b>53</b>	<b>81</b>	<b>47</b>

##### **3.5.1. Ortak Kanalda Yapılan Çalışmalar**

DOSAB'nin ana kanalizasyon şebekesinin bağlandığı ortak kanal üzerinde 1998 yılı Temmuz ayının altı günü boyunca yapılan debi ölçümlerine paralel olarak alınan 24 saatlik kompozit numunelerde yapılan atıksu karakterizasyonu Çizelge 3.2.'de verilmiştir. 6 farklı günde ölçümlenen 24 saatlik debiler, KOİ ve pH değerleri sırasıyla Çizelge 3.3., Çizelge 3.4., Çizelge 3.5.'de, söz konusu parametrelerden debi ve KOİ'nin günlere göre değişim grafikleri ise Şekil 3.7., Şekil 3.8.'de görülmektedir. 6

farklı günde yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak belirlenen ortalama debi ve KOİ yükü değişimleri ise Çizelge 3.6., Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.'da verilmiştir.

DOSAB ortak kanalında 1998 yılı Temmuz ayının altı günü boyunca yapılan ölçümler esnasında sadece bir gün havanın yağışlı olduğu, diğer günlerde ise güneşli havada ölçümlerin yapıldığı kaydedilmiştir. Bu durum Şekil 3.7'den de net olarak görülmektedir. Yağmurun KOİ kirletici parametresi üzerindeki etkisi ise Şekil 3.8.'de görülmektedir. DOSAB ortak kanalında yapılan atıksu debisi ölçümleri neticesinde(Çizelge 3.3.); yağışsız (kuru) hava koşullarında günlük ortalama debinin  $31.067 \text{ m}^3$  olduğu, yağışlı hava koşullarında ise günde  $37.024 \text{ m}^3$ 'e kadar yükseldiği belirlenmiştir. Yağmurlu günde ortak kanala gelen yağmursuyu debisi, kuru hava koşullarındaki atıksu debisinin yaklaşık % 20 oranında artmasına neden olmuştur. Yağmursuyu, atıksuyun kirlilik yükünü seyreletecek fakat, arıtma tesisinin tasarımı açısından, tesise ilave hidrolik yük getirecektir.

Ortak kanalda yapılan ölçümler esnasında, DOSAB'sindeki tüm endüstrilerin ortalama olarak % 75 kapasite ile çalıştığı, bölgede yapılan anket sonuçlarından saptanmıştır. Ayrıca, söz konusu ortak kanalın DOSAB'sinden kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuyun tamamını yansıtmadığı, sadece Şekil 3.2. ile verilen işletmelerin atıksularını yani DOSAB'sinin % 79'unun atıksuyunu karakterize ettiği dikkate alınmalıdır. Bölüm 3.6.1'de belirtildiği üzere ortak kanala deşarj etmeyen işletmelerin atıksu miktarı ise anket beyanları veya debi ölçümleri esas alınarak belirlenmiş ve bölgeden kaynaklanan toplam atıksu debisini tespit edebilmek maksadı ile ortak kanal debisine ilave edilmiştir

Çizelge 3.2. Ortak Kanalda Atıksu Karakterizasyonu

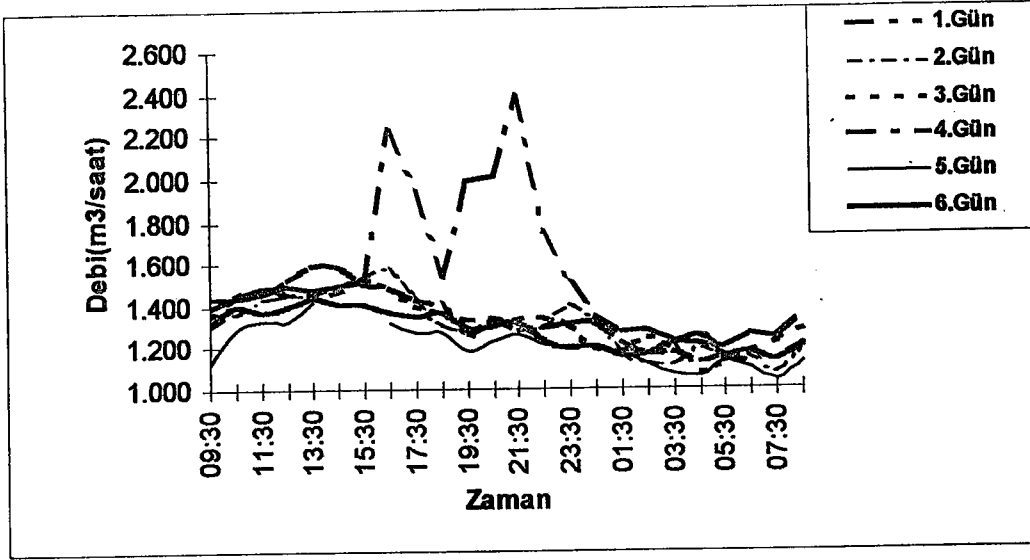
PARAMETRE	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün*	5.Gün	6.Gün
pH	9.06	9.03	8.94	8.95	8.70	8.87
Askıda Katı Madde (mg/l)	172	260	136	300	196	162
K.O.İ. (mg/l)	720	722	779	728	862	900
B.O.İ. (mg/l)	310	262	201	183	260	410
Yüzey Aktif Maddeler (mg/l)	5.13	4.22	4.38	6.04	6.64	6.04
Toplam Organik Karbon (mg/l)	233.7	218.8	216	223	227	238
Sülfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	342	690	680	466	494	443
Toplam Sülfür (S) (mg/l)	0.28	0.27	0.6	0.55	0.85	0.6
Fenol (mg/l)	0.144	0.047	0.071	0.118	-	-
Klorür (Cl) (mg/l)	902	879	841	594	815	802
Toplam Kjendahl Azotu (mg/l)	52.6	49.9	59.9	30.2	32.9	63
Amonyak Azotu (NH <sub>4</sub> -N) (mg/l)	44.24	42.56	42.4	23.4	28	52.8
Nitrat Azotu (NO <sub>3</sub> ) (mg/l)	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
T. Fosfor (P) (mg/l)	5.91	7.969	8.6	4.5	10.53	8.35
Arsenik (As) (mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.05	<0.05
T. Siyanür (T.CN) (mg/l)	0.06	0.16	1.46	0.94	0.76	0.72
T.Kurşun (Pb) (mg/l) (max)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
T. Kadmiyum (Cd) (mg/l) (max)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T. Krom (Cr) (mg/l)	0.12	0.13	0.08	0.05	0.08	0.20
T. Civa (Hg) (mg/l)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
T.Bakır (Cu) (mg/l)	0.30	0.26	0.38	0.3	0.01 max	0.01 max
T.Nikel (Ni) (mg/l) (max)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
T.Çinko (Zn) (mg/l)	0.44	0.36	0.4	0.43	0.41	0.5
T.Kalay (Sn) (mg/l)	0.07	0.18	0.274	0.461	0.153	0.114
T.Gümüş (Ag) (mg/l) (max)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

\*Atıksu numunesi yağışlı havada alınmıştır.

Çizelge 3.3. Ortak Kanalda yapılan Debi Ölçümleri

Zaman	Debi Ölçüm Sonuçları (m <sup>3</sup> /saat)					
	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün*	5.Gün	6.Gün
09:30	1.438	1.377	1.353	1.388	1.129	1.306
10:30	1.438	1.366	1.447	1.450	1.287	1.393
11:30	1.457	1.439	1.484	1.484	1.333	1.365
12:30	1.523	1.453	1.460	1.490	1.330	1.401
13:30	1.590	1.459	1.459	1.480	1.414	1.439
14:30	1.590	1.496	1.469	1.493	-	1.410
15:30	1.509	1.544	1.522	1.516	-	1.403
16:30	1.485	1.573	1.486	2.236	1.323	1.369
17:30	1.431	1.430	1.400	1.941	1.275	1.348
18:30	1.394	1.309	1.364	1.530	1.274	1.364
19:30	1.259	1.285	1.325	1.991	1.188	1.293
20:30	1.342	1.321	1.316	2.013	1.232	1.303
21:30	1.282	1.314	1.333	2.383	1.257	1.317
22:30	1.287	1.305	1.335	1.750	1.217	1.237
23:30	1.308	1.406	1.298	1.492	1.208	1.198
00:30	1.308	1.319	1.197	1.352	1.197	1.202
01:30	1.224	1.167	1.178	1.269	1.165	1.157
02:30	1.166	1.127	1.243	1.277	1.121	1.169
03:30	1.176	1.120	1.184	1.221	1.071	1.220
04:30	1.130	1.191	1.082	1.217	1.057	1.250
05:30	1.149	1.155	1.122	1.192	1.129	1.155
06:30	1.116	1.157	1.175	1.257	1.100	1.175
07:30	-	1.080	1.227	1.242	1.040	1.140
08:30	-	1.204	1.285	1.360	1.124	1.210
Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /saat)	1.346	1.317	1.323	1.543	1.203	1.284
Toplam Debi (m <sup>3</sup> /gün)	32.293	31.597	31.744	37.024	28.877	30.824

\* Ölçüm yağışlı havada yapılmıştır. (4.Gün)



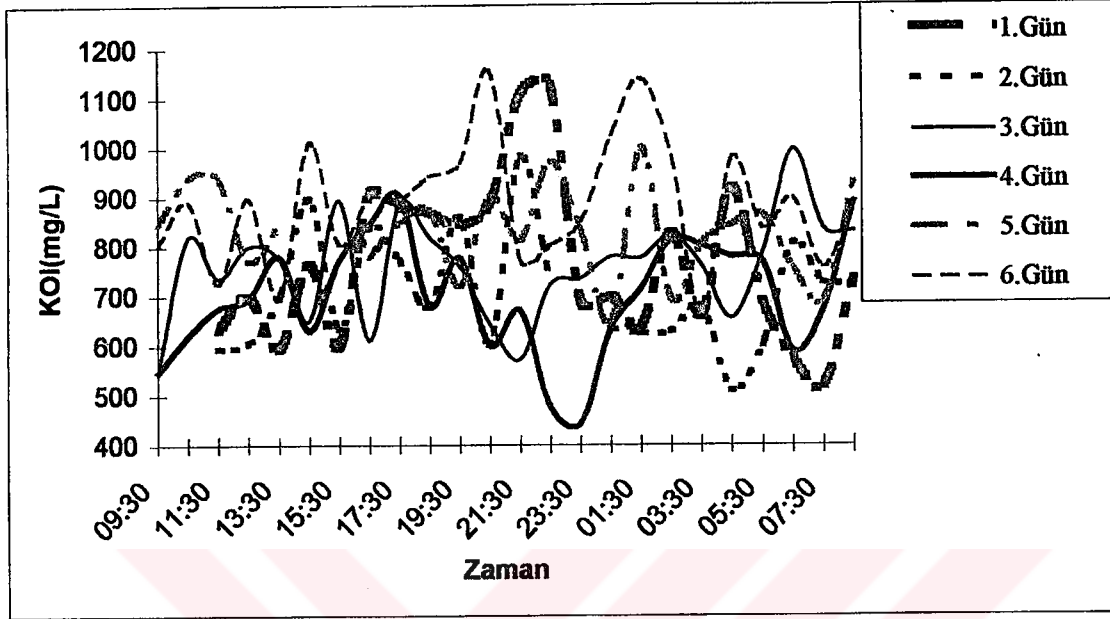
Şekil 3.7. Ortak Kanalda 24 saatlik Debi Değişimleri

Çizelge 3.4. Ortak Kanalda yapılan KOİ Ölçüm Sonuçları

Zaman	KOİ Ölçüm Sonuçları (mg/L)					
	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün*	5.Gün	6.Gün
09:30	-	638	548	548	848	803
10:30	-	-	818	620	940	890
11:30	633	593	735	675	938	725
12:30	700	605	800	693	773	898
13:30	593	695	778	780	843	693
14:30	765	898	650	630	-	1010
15:30	600	633	895	773	-	805
16:30	908	840	610	845	780	898
17:30	880	773	887	905	848	895
18:30	870	678	820	680	875	943
19:30	845	860	760	778	718	970
20:30	885	603	643	600	902	1155
21:30	1110	983	572	670	813	773
22:30	1128	730	723	475	973	803
23:30	688	-	735	443	835	850
00:30	700	635	780	633	645	1025
01:30	635	625	778	715	1000	1140
02:30	828	628	823	815	693	983
03:30	660	678	763	803	805	658
04:30	920	510	655	780	845	980
05:30	688	600	788	770	865	838
06:30	573	805	998	590	755	898
07:30	520	728	838	673	690	758
08:30	733	730	830	890	930	885
Ortalama KOİ (mg/L)	766	703	759	699	832	887

\* Ölçüm yağışlı havada yapılmıştır. (4.Gün)





Şekil 3.8. Ortak Kanalda 24 saatlik KOI Değişimleri

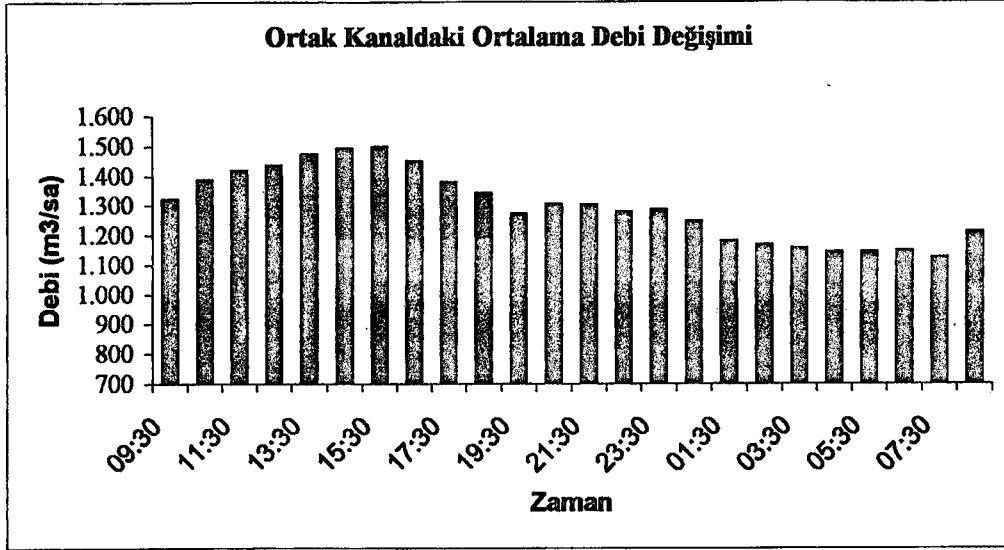
Çizelge 3.5. Ortak Kanalda yapılan pH Ölçümleri

Zaman	pH Ölçüm Sonuçları					
	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün*	5.Gün	6.Gün
09:30	9.02	8.85	9.08	8.99	8.68	8.73
10:30	8.72	9.2	8.57	8.85	7.62	8.31
11:30	8.99	8.75	8.71	8.93	8.1	8.41
12:30	9.04	8.86	8.94	9.13	8.77	8.63
13:30	9.22	8.91	8.97	9.26	8.88	8.63
14:30	9.1	9.11	9.06	9.34	-	8.88
15:30	8.84	8.87	9.04	9.1	-	8.78
16:30	8.35	8.94	9.05	8.98	9.02	8.74
17:30	8.54	8.62	9.05	9.12	9.26	8.86
18:30	8.92	8.83	9.07	9.24	8.73	8.8
19:30	9.05	8.92	9.23	9.19	8.59	8.78
20:30	8.95	9.2	9.1	9.22	9.16	9.36
21:30	8.96	9.24	9.28	9.15	9.3	9
22:30	8.81	9.03	9.23	8.76	9.36	8.99
23:30	9.1	9.2	8.78	8.93	9.39	8.44
00:30	8.65	9.35	9.31	9.42	9.53	8.82
01:30	9.15	9.13	9.22	9.55	9.19	8.81
02:30	9.24	8.71	9.43	9.8	8.68	8.81
03:30	9.23	-	9.22	9.48	8.98	9.12
04:30	8.94	9.04	9.05	9.01	9	8.71
05:30	8.69	9.19	9.01	9.53	9.08	9
06:30	8.97	9.25	9.55	9.4	9.3	8.96
07:30	-	9.43	9.15	9.28	8.98	9.33
08:30	-	8.8	9.4	9.47	9.28	8.92

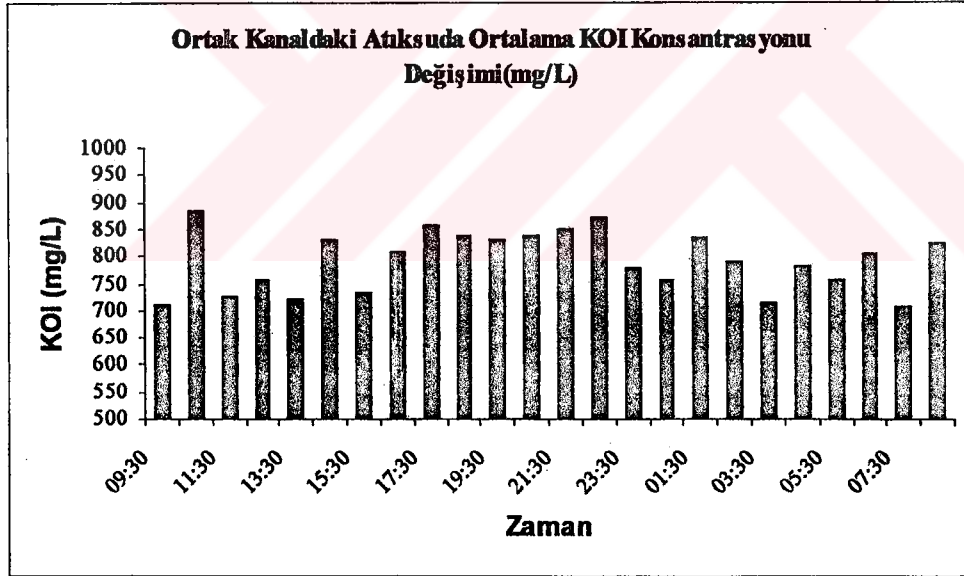
\* Ölçüm yağışlı havada yapılmıştır. (4.Gün)

Çizelge 3.6.Ortak Kanaldaki Ortalama Debi ve KOİ değerleri

Zaman	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /saat)	Ortalama KOİ (mg/L)
09:30	1.321	709
10:30	1.386	883
11:30	1.416	725
12:30	1.433	755
13:30	1.472	720
14:30	1.491	831
15:30	1.495	733
16:30	1.447	807
17:30	1.377	857
18:30	1.341	837
19:30	1.270	831
20:30	1.303	838
21:30	1.301	850
22:30	1.276	871
23:30	1.284	777
00:30	1.245	757
01:30	1.178	836
02:30	1.165	791
03:30	1.154	713
04:30	1.142	782
05:30	1.142	756
06:30	1.145	806
07:30	1.122	707
08:30	1.206	822
Ortalama	1.296	791



Şekil 3.9. Ortak Kanaldaki Ortalama Debi Değişimi (m<sup>3</sup>/saat)



Şekil 3.10. Ortak Kanaldaki Ortalama KOI konsantrasyonu Değişimi (mg/L)

### 3.5.2. Endüstriler için Karakterizasyon

#### 3.5.2.1. Anket Formlarının Değerlendirilmesi

DOSAB'inde, farklı endüstri kategorilerine ait işletmelerin proses ve kirlenme profillerini tespit ederek, arıtma gereksinimlerini belirleyebilmek için anket çalışması düzenlenmiştir. Anket formları, işletmeler hakkında en doğru bilgilerin alınabilmesi amacı ile, her işletmenin teknik ve/veya idari personeli tarafından cevaplanmıştır.

DOSAB'sinde faaliyette olan ve Atıksu Arıtma Tesisi ile ilgili çalışmalara katılan 174 işletmede yapılan anketler, işletmenin bulunduğu endüstri kategorisine göre, işletmelerin toplam alanları, üretim prosesleri, su tüketimleri, atıksu üretimleri, atıksu karakterleri ve kapasite arttırmaları da dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Bir çok anket formunda, işletmelerin beyan etmiş oldukları su kullanım ve atıksu üretim miktarları arasında tutarsızlıklar olduğu belirlenmiş, bir kısım işletme anket formunu cevaplandırmamıştır. Bu durumda, anket formları değerlendirilerek, işletmeden kaynaklanabilecek atıksu miktarları literatürden faydalanılarak ve debi ölçümleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Atıksu miktarlarının hesaplanmasında, işletmelerden kaynaklanan atıksular evsel ve proses atıksuyu olmak üzere iki kategoride incelenmiş ve aşağıda verilen kabuller yapılmıştır,

- Üretimde kullanılan ve işlem sonrasında kanala deşarj edilen atıksular, üretimde soğutma maksatlı kullanılan ve kanala deşarj edilen direkt (temaşlı) soğutma suları, kazan blöf suları, proses suyu hazırlama üniteleri geri yıkama suları proses atıksuyu olarak kabul edilmiş ve anketlerde beyan edilen değerler doğru kabul edilerek, bunların toplamı proses suyu olarak hesap edilmiştir. Söz konusu atıksu oluşumlarını cevaplandırmayan işletmelerde bu hesaplamalar yapılamamış, debi ölçümü varsa ölçülen değer kabul edilmiştir.
- Bir çok işletme personel kullanımından kaynaklanan evsel atıksu miktarını vermemiş ya da sadece içme suyu miktarını beyan etmiştir. Bu durumda literatür bilgilerinden faydalanılarak, beyan edilen personel sayılarına göre evsel atıksu miktarları hesap edilmiştir.
- Üretim esnasında Kuru İşlemler yapan işletmelerde personelden kaynaklanan birim atıksu debisi (q) kişi başına 20 – 40 litre/gün kabul edilerek, anket formunda beyan edilen evsel atıksu miktarları kontrol edilmiştir. Şayet;
  - $q < 20 \text{ L/kişi.gün}$  ve tanker ile su alımı varsa  $q = 20 \text{ L/kişi.gün}$
  - $q < 20 \text{ L/kişi.gün}$  ve kuyu suyu kullanımı varsa  $q = 30 \text{ L/kişi.gün}$
  - $q > 40 \text{ L/kişi.gün}$  ise minimum  $q = 40 \text{ L/kişi.gün}$
 Evsel atıksu beyanı olmayan işletmeler için ise  $q = 30 \text{ L/kişi.gün}$  olarak kabul edilmiştir.
- Üretim esnasında Yaş İşlemler yapan işletmelerde personelden kaynaklanan birim atıksu debisi (q) kişi başına 40 – 60 litre/gün kabul edilerek, anket formunda beyan edilen evsel atıksu miktarları kontrol edilmiştir.

Şayet ;

$q < 40$  L/kişi.gün ve tanker ile su alımı varsa  $q = 40$  L/kişi.gün

$q < 40$  L/kişi.gün ve kuyu suyu kullanımı varsa  $q = 50$  L/kişi.gün

$q > 60$  L/kişi.gün ise minimum  $q = 60$  L/kişi.gün

Evsel atıksu beyanı olmayan işletmeler için ise  $q = 50$  L/kişi.gün olarak kabul edilmiştir.

- Her işletmenin yıl içerisinde çalıştığı gün sayısı dikkate alınarak toplam atıksu miktarları  $m^3$ /yıl bazında hesap edilmiştir. Yıl içerisindeki çalışılan gün sayısını beyan etmeyen işletmeler için ise 300 gün/yıl kabul edilerek hesap yapılmıştır.
- İşletmelerin beyan ettiği atıksu miktarları, anketin yapıldığı dönemdeki üretim kapasitelerine göre verilmiştir. İşletmelerin % 100 kapasite ile çalışmaları durumunda atıksu miktarları artacaktır. Bu durum göz önüne alınarak toplam atıksu debileri % 100 çalışma kapasitelerine göre hesap edilmiştir.
- Kapasite artırımını planlayan işletmeler tarafından söz konusu artışın en fazla 3 sene içerisinde gerçekleştirileceği beyan edilmiştir. Bu durumda beyan edilen oranlarda kapasite artırım da dikkate alınarak, toplam atıksu debisi 2002 yılı için hesap edilmiştir.

### 3.5.2.2. Atıksu Karakterinin Belirlenmesi

Atıksu Karakterinin belirlenmesi amacıyla DOSAB'sinde faaliyette bulunan işletmelerden endüstri kategorilerine ve atıksularının karakterine bağlı olarak alınan anlık ve 2 saatlik veya 24 saatlik kompozit numuneler analiz edilmiştir.

Her bir endüstrinin atıksu numunesi için analiz edilen kirletici parametreler 04.09.1998 tarih ve 19919 numaralı Resmi Gazete'de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) esas alınarak endüstri kategorilerine göre ayrı ayrı belirlenmiş olup endüstri alt kategorileri ile birlikte aşağıda ve Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Tekstil Endüstrisi'ndeki kirletici parametrelerin belirlenmesinde SKKY'de yer alan,

Tablo 10.1 Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiyesi

Tablo 10.2 Dokunmuş Kumaş Terbiyesi vb.

Tablo 10.3 Pamuklu Tekstil vb.

Tablo 10.5 Örgü Kumaş Terbiyesi vb.

Tablo 10.7 Sentetik Tekstil Terbiyesi vb.

tabloları dikkate alınarak atıksu numunelerinde “*pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI), Yağ-Gres, Fenolik Maddeler, Sülfür, Sülfid, Krom (Cr<sup>+6</sup>), Amonyum Azotu, Toplam Krom, Çinko, Serbest Klor*” kirletici parametrelerin analizi yapılmıştır.

Metal Endüstrisi’ndeki kirletici parametrelerin belirlenmesinde SKKY’de yer alan,

Tablo 15.7 Sıcak Galvanizleme (Çinko kaplama) Tesisleri

Tablo 15.12 Metal Taşlama ve Zımparalama Tesisleri

Tablo 15.14 Laklama-Boyama Tesisleri

Tablo 15.15 Alüminyum Hariç Olmak Üzere Demir Dışı Metal Üretimi

tabloları dikkate alınarak atıksu numunelerinde “*pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI), Yağ-Gres, Sülfür, Krom (Cr<sup>+6</sup>), Amonyum Azotu, Toplam Krom, Çinko, Serbest Klor, Demir, Nitrit Azotu, Civa, Alüminyum, Nikel, Kurşun, Bakır, Kadmiyum, Siyanür*” kirletici parametrelerin analizi yapılmıştır.

Makine Endüstrisi’ndeki kirletici parametrelerin belirlenmesinde SKKY’de yer alan,

Tablo 17 Seri Makine İmalatı, Elektrik Makineleri ve Teçhizatı, Yedek Parça Sanayi tablosu dikkate alınarak atıksu numunelerinde “*pH, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI), Yağ-Gres, Amonyum Azotu, Kurşun, Krom(Cr<sup>+6</sup>), Toplam Siyanür*” kirletici parametrelerin analizi yapılmıştır.

Kimya Endüstrisindeki Kirletici Parametrelerin Belirlenmesinde SKKY’de yer alan,

Tablo 14.5 Boya Hammadde ve Yardımcı Madde Üretimi vb.

Tablo 14.8 Plastik Maddelerin İşlenmesi ve Plastik Malzeme Üretimi

Tablo 14.11 Kauçuk Üretimi vb.

tabloları dikkate alınarak atıksu numunelerinde “*pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI), Yağ-Gres, Toplam Fosfor, Toplam Siyanür, Toplam Krom, Kurşun, Çinko, Kadmiyum, Krom(Cr<sup>+6</sup>), Demir*” kirletici parametrelerin analizi yapılmıştır.

Gıda Endüstrisi'ndeki kirletici parametrelerin belirlenmesinde SKKY'de yer alan,

Tablo 5.9 Sebze, Meyve Yıkama ve İşleme Tesisleri

Tablo 5.10 Bitki İşleme Tesisleri vb.

tabloları dikkate alınarak atıksu numunelerinde "pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)" kirletici parametrelerin analizi yapılmıştır.

**Çizelge 3.7. Endüstriler için SKKY'ye Göre Analizi Yapılan Kirletici Parametreler**

Endüstri Sektörü	SKKY'ye Göre Ele Alınan Tablolar	Kirletici Parametreler
Tekstil	-Tablo 10.1 Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiyesi -Tablo 10.2 Dokunmuş Kumaş Terbiyesi vb. -Tablo 10.3 Pamuklu Tekstil vb. -Tablo 10.5 Örgü Kumaş Terbiyesi vb. -Tablo 10.7 Sentetik Tekstil Terbiyesi vb.	pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Yağ-Gres, Fenolik Maddeler, Sülfür, Sülfid, Krom (Cr <sup>6+</sup> ), Amonyum Azotu, Toplam Krom, Çinko, Serbest Klor
Metal	-Tablo 15.7 Sıcak Galvanizleme (Çinko kaplama) Tesisleri -Tablo 15.12 Metal Taşlama ve Zımparalama Tesisleri -Tablo 15.14 Laklama-Boyama Tesisleri -Tablo 15.15 Alüminyum Hariç Olmak Üzere Demir Dışı Metal Üretimi	pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Yağ-Gres, Sülfür, Krom (Cr <sup>6+</sup> ), Amonyum Azotu, Toplam Krom, Çinko, Serbest Klor, Demir, Nitrit Azotu, Civa, Alüminyum, Nikel, Kurşun, Bakır, Kadmiyum, Siyanür



Çizelge 3.7.(Devamı)Endüstriler için SKKY'ye Göre Analizi Yapılan Kirletici Parametreler

Makina	-Tablo 17 Seri Makine İmalatı, Elektrik Makineleri ve Teçhizatı, Yedek Parça Sanayi	pH, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Yağ-Gres, Amonyum Azotu, Kurşun, Krom(Cr <sup>6+</sup> ), Toplam Siyanür
Kimya	-Tablo 14.5 Boya Hammadde ve Yardımcı Madde Üretimi vb. -Tablo 14.8 Plastik Maddelerin İşlenmesi ve Plastik Malzeme Üretimi -Tablo 14.11 Kauçuk Üretimi vb.	pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Yağ-Gres, Toplam Fosfor, Toplam Siyanür, Toplam Krom, Kurşun, Çinko, Kadmiyum, Krom(Cr <sup>6+</sup> ), Demir
Gıda	-Tablo 5.9 Sebze, Meyve Yıkama ve İşleme Tesisleri -Tablo 5.10 Bitki İşleme Tesisleri vb	pH, Toplam Askıda Katı Madde (TAKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

DOSAB'ndeki mevcut işletmelerden kaynaklanan atıksuların karakterleri ana endüstri kategorilerine göre sırasıyla Çizelge 3.8., Çizelge 3.9., Çizelge 3.10., Çizelge 3.11., Çizelge 3.12'den görülmektedir. Her işletmeden atıksu numunesi alımı, kanal yapılarının uygun olmaması nedeni ile mümkün olamamıştır. Yapılan analizler ile atıksu numunesi içerisindeki kirletici parametrelerin konsantrasyonları (mg/l) belirlenmiş ve endüstri kategorilerine göre DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi tasarımında esas alınacak KOİ, BOİ ve pH kirletici parametrelerinin ve diğer parametrelerin ana endüstri ve alt kategorilerine göre minimum ve maksimum konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Atıksu numunesi alımı mümkün olmayan işletmelerde, endüstri kategorilerine göre genellikle benzer üretim proseslerine sahip olmaları nedeni ile, tespit edilen kirlilik konsantrasyonlarının (anlık, kompozit numuneler için) ortalama değerleri kabul edilmiştir.

**Tekstil Endüstrisi için ;**

KOİ : 200 – 2.800 mg/L	Ortalama KOİ : 1.500 mg/L
BOİ : 100 – 700 mg/L	Ortalama BOİ : 400 mg/L
pH : 8 – 10	Ortalama pH : 9

**Metal Endüstrisi için ;**

KOİ : 500 – 5.000 mg/L	Ortalama KOİ : 2.250 mg/L
pH : 8 – 10	Ortalama pH : 9

**Kimya Endüstrisi için ;**

KOİ : 200 – 4.000 mg/L	Ortalama KOİ : 2.100 mg/L
pH : 8	Ortalama pH : 8

**Gıda Endüstrisi için ;**

KOİ : 600 – 4.000 mg/L	Ortalama KOİ : 2.300 mg/L
------------------------	---------------------------

**Diğer Endüstriler için ;**

KOİ : 200 – 800 mg/L	Ortalama KOİ : 500 mg/L
----------------------	-------------------------

**Çizelge 3.8. Tekstil Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri**

Numune Şekli	Parametre Ölçüm Değerleri											
	mg/l											
	pH	BOİ	KOİ	AKM	Yağ- Gres	Fenol	Cr <sup>+6</sup>	S <sup>-2</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	NH <sub>4</sub> -N	T-Cr	Zn
<b>1.ALT KATEGORİ- İPLİK İMALAT ve BÜKÜM SANAYİ</b>												
Anlık		100	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2.ALT KATEGORİ- DOKUMA ve ÖRME SANAYİ</b>												
Anlık		67-1132	124-2919	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompozit (24saat)	5,26	900	2319	125	291	-	-	-	3	24,2	0,15	0,32
<b>3.ALT KATEGORİ- BOYAMA ve BASKI SANAYİ</b>												
Anlık	6,4	-	531	24	10,8	-	-	-	3	11	<0,1	<0,1
Kompozit (24saat)	7,32- 12,38	73-743,5	193-2192	16-2524	10,8- 273,2	0,06- 3,7	0,05- 0,15	0,4- 44,4	0,5- 195	3,3- 63,25	<0,1- 0,55	<0,1- -3,7
<b>4.ALT KATEGORİ- KONFEKSİYON SANAYİ</b>												
Anlık	-	316-490	1240-1425	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>5.ALT KATEGORİ- ENTEGRE TESİSLER</b>												
Anlık	-	22-346	44-1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompozit (24saat)	7,05- 10,41	13-734	49-2388	18-920	4,8- 282	0,09- 1,02	Eser- 0,25	0,2- 13	0,5-83	4,4-83	<0,1- 1,08	<0,1- -1,5

Çizelge 3.9. Metal Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri

Numune Şekli	Parametre Ölçüm Değerleri										
	mg/l										
	pH	BOI	KOI	AKM	Yağ- Gres	Cr <sup>+6</sup>	S <sup>-2</sup>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	T-Cr	Zn
<b>1.ALT KATEGORİ-METAL SANAYİ</b>											
Anlık	11,8-12,33	49-85	120-2487	1096- 2591	831- 1042	-	0,4	1,6-13,75	0,11-1,3	<0,1- 0,33	<0,1
<b>2.ALT KATEGORİ- OTOMOTİV YAN SANAYİ</b>											
Anlık	6,91-9,65	237- 400	505-5020	69-2899	10,8- 1235	1,3	0,44- 3,6	6,82-73,1	Eser- 6,96	0,13- 10,25	3,83- 550,1
Kompozit (24sa)	8,12	-	1500	200	80	-	-	6,4	0,16	0,28	0,38
<b>3.ALT KATEGORİ- ELEKTRİK-ELEKTRONİK İMALAT ve MONTAJ SANAYİ</b>											
Anlık	6,13-7,97	141- 376	673-1235	7-362	430,4- 918	Eser- 3377	0,8	2,5-297	Eser- 0,13	<0,1- 2,5	<0,1- 1,5
<b>4.ALT KATEGORİ- MAKİNE İMALAT SANAYİ</b>											
Anlık	12,06	30- 165	601-3791	829	121	149,1	1,1	5,5	0,53	28,2	2
Kompozit (24sa)	7,28	-	43	200	-	3,12	-	0,83	Eser	9	0,35

Çizelge 3.9. (Devam)Metal Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri

Numune Şekli	Parametre Ölçüm Değerleri							
	Ppb	mg/l						
	Hg	Al	Ni	Pb	Cu	Cd	Fe	CN
<b>1.ALT KATEGORİ-METAL SANAYİ</b>								
Anlık	65,87	-	0,15- 1,54	<0,1-0,47	<0,1-0,16	<0,1	2,07-348,8	-
<b>2.ALT KATEGORİ- OTOMOTİV YAN SANAYİ</b>								
Anlık	26,73- 100,8	Eser	<0,1- 266,1	0,12-5,29	0,14-0,65	<0,1-0,16	0,57-88,97	0,24-5,3
Kompozit (24sa)	78,78	-	<0,1	0,29	0,26	<0,1	1,64	-
<b>3.ALT KATEGORİ- ELEKTRİK-ELEKTRONİK İMALAT ve MONTAJ SANAYİ</b>								
Anlık	5,92- 2280	Eser	0,15- 0,32	<0,1-10,21	<0,1-3,63	<0,1-0,18	0,16-22,94	-
<b>4.ALT KATEGORİ- MAKİNE İMALAT SANAYİ</b>								
Anlık	62,15	-	1,05	0,82	0,37	0,14	149,6	0,39
Kompozit (24sa)	49,11	-	<0,1	<0,1	0,24	<0,1	1,7	-

**Çizelge 3.10. Kimya Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri**

Numune Şekli	Parametre Ölçüm Değerleri						
	mg/l						
	pH	BOI	KOI	AKM	Yağ-Gres	Yüzey Aktif Mad.	Top. Fosfor
<b>1.ALT KATEGORİ- PLASTİK İMALAT ve BÜKÜM SANAYİ</b>							
Anlık	7,89-8,85	72-225	160-2744	192-747	-	-	0,65-2,54
<b>2.ALT KATEGORİ-KAUÇUK İMALAT ve MONTAJ SANAYİ</b>							
Anlık		224-332	200-832	-	-	-	-
Kompozit (24sa)	8,22	63,7	386	50	291	3,58	-
<b>3.ALT KATEGORİ- BOYA SANAYİ</b>							
Anlık	6,4	122-566	690-4286	-	-	-	-

**Çizelge 3.11. Gıda Endüstrisindeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri**

Numune Şekli	KOI (mg/l)	BOI (mg/l)
Anlık	671-4358	256-1400

**Çizelge 3.12. Diğer Endüstrilerdeki İşletmelerin Atıksu Karakterleri**

Numune Şekli	KOI (mg/l)	BOI (mg/l)
Anlık	152-739	100-274

### 3.6. Atıksu Debi Hesapları

DOSAB'sinde faaliyette bulunan işletmelerde yapılan debi ölçümleri, işletmelerin anket beyanları esas alınarak hesaplanan atıksu debileri ve ortak kanalda 6 farklı zamanda yapılan debi ölçümleri bir arada değerlendirilerek, DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi tasarım debisi hesaplanmıştır.

Bir çok işletmenin kanalizasyon yapısının debimetre ile ölçüm yapmaya elverişli olmaması nedeni ile kısıtlı sayıda debi ölçümü gerçekleştirilebilmiştir. Debi ölçümü yapılamayan işletmelerde ise her işletme için anket beyanları esas alınarak hesaplanan atıksu debisi kabul edilmiştir. Debi ölçümü yapılan bir çok işletmede, ölçülen atıksu

miktarları ile anketlerde beyan edilen atıksu miktarları arasında farklar olduğu görülmüş ve bu nedenle Ölçülen ve/veya hesap edilen atıksu miktarları ile beyan edilen atıksu miktarları arasında tutarsızlık görülen işletmelere atıksu miktarları ikinci kez teyit ettirilmiştir. DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi tasarım debisinin belirlenmesinde aşağıda verilen kabuller ve hesaplamalar yapılmıştır.

### 3.6.1. DOSAB Ortak Kanalı Deşarjları

DOSAB Ortak Kanalı Deşarjları bulunurken;

- **İşletmeler Tarafından Verilen Bilgiler**

DOSAB Ortak Kanalına Deşarjı Bulunan İşletme Sayısı	: 143 adet
İşletmelerin Beyan Ettikleri Atıksu Debisi	: 19.750 m <sup>3</sup> /gün

- **İşletmelerde Yapılan Debi Ölçüm Çalışmaları**

Atıksu Debisi Ölçülen İşletme Sayısı	: 35 adet
35 Adet İşletmede Ölçülen Toplam Atıksu Debisi	: 21.930 m <sup>3</sup> /gün

- **DOSAB Ortak Kanalında Yapılan Debi Ölçüm Çalışmaları**

DOSAB Kanalında Ölçülen Ortalama Atıksu Debisi	: 31.067 m <sup>3</sup> /gün
--	------------------------------

Değerleri yardımıyla ortak kanaldaki debi değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır, verilerden de görüleceği üzere işletmelerin beyan ettikleri atıksu debileri ile yapılan ölçümlerde tespit edilen atıksu debileri arasında büyük farklılıklar mevcuttur. Sadece 35 adet firmada yapılan debi ölçümlerinde bulunan atıksu debisi, 143 adet işletmenin beyan ettiği atık su debisinden fazladır. Aynı zamanda, altı gün boyunca DOSAB Ortak Kanalında debi ölçümü yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda ölçülen günlük ortalama atıksu debisi, işletmeler tarafından beyan edilen atıksu debisinin yaklaşık 1,6 katıdır. Bu neden ile DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi debi tespit çalışmalarında, işletmeler tarafından beyan edilen atıksu debileri değil, DOSAB Kanalında ölçülen atıksu debilerinin kullanılmasının daha uygun bir yaklaşım olduğuna karar verilmiştir. DOSAB Ortak Kanalında ölçülen atıksu debisine dere deşarjları ve fosseptik deşarjları ilave edilecektir.

### 3.6.2. Dere Deşarjları

Dere Deşarjları bulunurken;

- **İşletmeler Tarafından Verilen Bilgiler**

Dereye Deşarjı Bulunan İşletme Sayısı	: 9	Adet
İşletmelerin Beyan Ettikleri Atıksu Debisi	: 8.552	m <sup>3</sup> /gün

- **İşletmelerde Yapılan Debi Ölçüm Çalışmaları**

Atıksu Debisi Ölçülen İşletme Sayısı	: 7	Adet
7 Adet İşletmede Ölçülen Toplam Atıksu Debisi	: 8,495	m <sup>3</sup> /gün

değerleri belirlenmiş Dere deşarjı yapan işletmelerde, debi ve kirlilik açısından önemli bulunan işletmeler incelemeye alınmıştır. İşletmelerin beyanları ile yapılan ölçümler arasında büyük farklılıklar tespit edilmediği için işletme beyanları direkt olarak kabul edilmiştir.

### 3.6.3. Fosseptik Deşarjları

Fosseptik Deşarjları bulunurken;

- **İşletmeler Tarafından Verilen Bilgiler**

Fosseptik Deşarjı Bulunan İşletme Sayısı	: 12	Adet
İşletmelerin Beyan Ettikleri Atıksu Debisi	: 94	m <sup>3</sup> /gün

- **İşletmelerde Yapılan Debi Ölçüm Çalışmaları**

Atıksu Debisi Ölçülen İşletme Sayısı	: YOK
7 Adet İşletmede Ölçülen Toplam Atıksu Debisi	: Ölçülmedi

değerlerden görüleceği üzere Atıksularını fosseptiğe veren işletmeler sayı, debi ve kirlilik açısından oldukça küçük bir dilimdedir. İşletmelerin atıksuları evsel karakterde olduğu için firma beyanları direkt olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca, DOSAB Atıksu Arıtma Tesisi tasarım debisinin belirlenmesinde, anket formlarından elde edilen bilgiler doğrultusunda;

- Sanayi bölgesinin mevcut sınırlarının genişlemeyeceği,
- Bölge genelinde işletmelerin kapasite kullanımlarının ortalama % 75 olduğu ve
- 2002 yılına kadar ortalama kapasite artışının da % 20 olacağı kabul edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında, DOSAB Ortak Kanalına atıksularını deşarj eden işletmelere ait toplam atıksu debileri ;

% 75 kapasitede 1998 yılı Atıksu Debisi	: 40.000 m <sup>3</sup> /gün
% 100 kapasitede 1998 yılı Atıksu Debisi	: 53.333 m <sup>3</sup> /gün
% 100 kapasitede 2002 yılı Atıksu Debisi	: 64.000 m <sup>3</sup> /gün

olarak hesap edilmiştir.

#### 3.6.4. Bölgede Kurulacak Yeni İşletmelerden Gelebilecek Atıksu Debileri

DOSAB, 1998 yılı içerisinde % 56 doluluk oranına sahiptir. Bölgenin % 44'ü yeni işletmelerin yapılmasına müsaittir. Mevcut sektörel dağılımın bozulmaması yaklaşımı ile söz konusu boş arazinin de üretime geçeceği dikkate alınmış, buna göre atıksu debisinin de aynı oranda artacağı kabul edilmiştir. Bu durumda; DOSAB'sinin boş alanlarından gelebilecek atıksu debisi : 42.000 m<sup>3</sup>/gün olarak hesap edilmiştir.

#### 3.6.5. Yağmursuyu Debisi

DOSAB Ortak kanalında yapılan debi ölçüm çalışmalarından bir tanesinde yağmur yağışının atıksu debisine etkisi de kontrol edilmiştir. Şekil 3.7'den, yağmurun atıksu debisine etkisi olarak, saatlik olarak ortalama atıksu debisinin iki katına kadar çıktığı, günlük olarak da toplam debiye % 20'lik bir hidrolik yük getirdiği görülmüştür. Yağmursuyu, atıksuyun kirlilik yükünü seyreletecek fakat, arıtma tesisinin tasarımı açısından, tesise ilave hidrolik yük getirecektir. Yağmursuyu debisi, DOSAB Atıksu Arıtma Tesisinin tasarımı esnasında dikkate alınacak ve arıtma prosesleri yağmursuyu debisinin hidrolik yükü de hesaba katılarak dizayn edilecektir.

**3.6.6. Tasarım Debisi**

DOSAB Atıksu Arıtma Tesisinin tasarımına esas olacak atıksu debisi;

% 100 kapasitede 2002 yılı atıksu debisi : 64.000 m<sup>3</sup>/gün

DOSAB'nin boş alanlarından gelebilecek atıksu debisi : 42.000 m<sup>3</sup>/gün

TOPLAM ..... : 106.000 m<sup>3</sup>/gün

olarak hesap edilmiştir.





#### **4.DEMİRTAŞ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ORTAK KANALI ATIKSUYU ARITILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI**

Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi'nden (DOSAB) kaynaklanan atıksuların arıtılmasını sağlamak amacıyla kurulması planlanan arıtma sistemi ile ilgili olarak atıksu karakterizasyonu (Bölüm 3.5., Çizelge 3.2.), atıksu debilerinin belirlenmesi(Çizelge 3.3.), çalışmalarından faydalanılarak laboratuvar ve pilot ölçekli atıksu arıtılabilirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arıtma sisteminin kurulması planlanan bölge ile ilgili özellikler, DOSAB'sinde kurulu bulunan endüstri kuruluşlarından kaynaklanan atıksular ile ilgili debi ve kirletici parametre konsantrasyonları ile atıksuların deşarj edildiği ortak kanalda yapılan kompozit örnekleme, analiz ve debi ölçüm çalışmaları 3.bölüm kapsamında detaylı olarak belirtilmiştir.

Laboratuvar ve pilot ölçekli çalışmaların amacı ileride yapılacak atıksu arıtma sistemi için öngörülen ve tasarımı yapılan fizikokimyasal ve biyolojik arıtma ünitelerinin yapılabilecek küçük ölçekte denenmesi olarak tanımlanabilir. Her iki modelden alınan sonuçlar ile gerçek boyutlardaki arıtma sisteminin istenilen arıtma verimlerinde çalışması garanti edilmiş olacak dolayısıyla değişken atıksu özelliklerinden kaynaklanacak olan risk faktörü en aza indirilecektir.

DOSAB'nden kaynaklanan atıksuların karakterizasyonunu belirlemek amacıyla 6 gün boyunca debi ölçümü, saatlik örnekleme, debi oransal kompozit örnek hazırlanması ve kompozit örnekler üzerinde kirletici parametrelerin analizlerinin yapılması çalışmaları uygulanmıştır. Örnekleme işlemi Amerikan Sigma marka otomatik örnekleme cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortak kanalda yapılan atıksu karakterizasyonu çalışmaları sonuçları Bölüm 3'de özetlenmiştir. Ayrıca gün içindeki değişimi izlemek amacıyla saatlik örnekler üzerinde KOİ analizleri ve pH ölçümleri uygulanmıştır.

Atıksu debileri ise Çizelge 3.3.'de verildiği üzere ortak kanalda 6 gün boyunca ISCO marka ultrasonik debi ölçer kullanılarak her saatte bir ölçülmüş, ortalamaları alınarak kaydedilmiştir.

#### 4.1. Laboratuvar Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları

##### Laboratuvar Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları;

- 1.Fizikokimyasal Arıtılabilirlik,
- 2.Biyolojik arıtılabilirlik olmak üzere iki bölümde gerçekleştirilmiştir.

##### 4.1.1. Laboratuvar Ölçekli Fizikokimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları

Tekstil sanayi atıksuyunda mevcut olan boya, yüzey aktif maddeler ve diğer bazı kimyasallar aerobik mikroorganizmaların selektif substrat transportunda rol oynayan enzim sistemlerini bloke ederek arıtım veriminin düşmesine bazen de tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Arıtma tesisindeki, biyolojik arıtma ünitelerinin çalışmasını ve verimini olumsuz etkileyecek kirleticilerin aşırı miktarlarda tesise ulaşmasını engellemek için biyolojik arıtma öncesinde toksik maddelerin büyük ölçüde giderilmesini sağlayacak bir ön arıtma uygulanması gerekmektedir. Ön arıtma, sağladığı AKM (Askıda Katı Madde) ve KOİ giderimleri ile biyolojik arıtmanın boyutlarının ve işletme giderlerinin azalmasını sağlamaktadır. Fizikokimyasal arıtım, atıksu içerisindeki çözülmüş ve askıda katı maddelerin, kimyasal madde (alum, kireç, demir(III)klorür, demir(III)sülfat, vs) ilavesi ile fiziksel özelliklerinin değişimi ve çöktürülerek uzaklaştırılmasıdır. Bu arıtım üç kademede gerçekleşmektedir; Koagülasyon, Flokülasyon ve Çöktürme. Koagülasyon kademesinde atıksuya çeşitli kimyasal koagülantlar ve polielektrolitler ilave edildikten sonra hızlı karıştırma ile kimyasallar atıksu içinde homojen şekilde dağıtılmaktadır. Flokülasyon kademesinde yavaş karıştırma ile koagülasyon sırasında oluşan tanelerin birbirleriyle temas ederek daha büyük, dolayısı ile kolay çökebilen kümeler halinde birleşmesi sağlanmaktadır. Çöktürme kademesinde ise karıştırma durdurularak kümeler halinde birleşen taneler sakin şartlarda çökme yolu ile atıksudan ayrılmaktadır. Ayrıca fizikokimyasal arıtmada kullanılan kimyasallara ek olarak, yumaklaştırmayı kolaylaştırmak amacıyla polielektrolitler (flokülant amacıyla) kullanılır. Polielektrolitler, molekül ağırlıkları  $10^4$  ile  $10^6$  arasında değişen ve uzun halkalı organik moleküller olarak nitelendirilen organik polimerlerdir. Bunlar yüklerine göre, katyonik (pozitif yüklü), anyonik (negatif yüklü) ve noniyonik (yüksüz) olabilirler (Tchobanoglous, 1990).

Herhangi bir polielektrolitin, belirli bir koagülasyon prosesine uygulanmadan önce test edilmesi gerekmektedir. Su ve atıksular için yapılan koagülasyon prosesleri için piyasada yüzlerce farklı tipte polielektrolit bulunmaktadır. Bu nedenle özel bir uygulama için yararlı olacak uygulamaları bulmak ve yaklaşık miktarlarını belirlemek için laboratuvarında testler yapmak gerekmektedir. Eğer test edilmeden kullanılırsa sisteme zarar verebilir (Schwoyer, 1981).

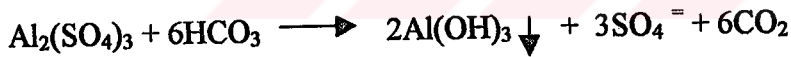
Atıksuyun kimyasal olarak arıtımında koagülant olarak  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$ ; flokülant olarak anyonik ve katyonik polielektrolit kullanılmıştır. Atıksu pH'sı  $H_2SO_4$  ve  $Ca(OH)_2$  ile düzenlenmiştir.

Fizikokimyasal arıtılabilirlik çalışmalarında literatürdeki verilere göre % 80 – 90 AKM giderimi, % 40 – 70  $BOI_5$  giderimi, % 30 – 60 KOİ giderimi ve % 80 – 90 bakteri giderimi sağlanmaktadır (Tchobanoglous, 1990).

#### 4.1.1.1 Alüminyum Sülfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ ) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları

Alüminyum Sülfat (alum) su ve atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ticari olarak toz veya sıvı olarak üretilmektedir. Laboratuvarında yapılan çalışmalarda alum dozajını kontrol etmek daha kolay olduğu için toz alum kullanılmıştır.

Alum atık suya ilave edildiğinde aşağıdaki hidroliz reaksiyonu oluşur:



Çözünmeyen Alüminyum Hidroksit ( $Al(OH)_3$ ) yumağı hacimli ve jelâtinsi yapıdadır, atıksu içinde askıda maddeleri de alıp toplayarak yavaşça çökeler. Alum aynı zamanda atık suyun pH'sını da düşürür. Laboratuvarında yürütülen fizikokimyasal arıtılabilirlik çalışmalarında kullanılan atıksu için ortak kanaldan başka, atıksu kirlilik yükü yüksek diğer firmalardan da debileri oranında numune alınarak karıştırılmıştır.

Fizikokimyasal arıtılabilirlik çalışmaları esnasında 3 ayrı atıksu numunesi alınmıştır. Bu numunelerin karakterleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Arıtılabilirlik çalışması laboratuvarında 1'er litrelik beherlerde Jar testi düzenğinde yapılmıştır. İlk çalışma % 5'lik  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  (alum) kullanılarak yapılmış olup, flokülant olarak % 0.1'lik anyonik polielektrolit (Praestol 2430A) kullanılmıştır. Atıksu numunesinin pH'sı arıtım çalışmasına uygun olduğu için bu aşamada bir düzenleme yapılmamıştır. 1.deney sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Yapılan bu ilk deneyde polielektrolit ve pH değerleri sabit tutularak, sadece alum dozları değiştirilmiş ve AKM, bulanıklık ve KOI giderimleri tespit edilmeye çalışılmıştır. 1.deney sonucunda KOI giderim veriminin % 27 ile % 40 arasında değiştiği görülmüştür.

**Çizelge 4.1. Fizikokimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışması için alınan numunelerin Atıksu Karakterizasyonu**

Parametreler	25/12/1998	27/01/1999	04/02/1999
pH	9,2	9.45	9.24
AKM, mg/l	206	468	306
KOI, mg/l	670	660	787
BOİ, mg/l	183	250	350
Yag ve Gres, mg/l	62	23	20
TOC, mg/l (Toplam. Organik Karbon)	150	202	(süzerek:273 mg/l) 321.2
Fenol, mg/l	0,11	0.178	0.176
TKN, mg/l	42,2	45.3	169.6
Amonyak Azotu, mg/l	30	36.4	56.2
Toplam Fosfor,mg/l	6,46	75	10.2
Toplam Civa, mg/l	<0.005	-	-
Toplam Krom, mg/l	0,58	0.13	0.2
Bulanıklık (NTU)	44,3	48.1	38.4
NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> mg/l	16,5	8.9	9.8

İkinci deneyde yine polielektrolit ve pH değerleri sabit tutulmuş, birinci deneye nazaran alum dozları artırılarak AKM, bulanıklık ve KOI giderimleri tespit edilmeye çalışılmıştır. 2. deney sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3. Alum kullanılarak yapılan 2. Deney Sonuçları**

Jar No	Alum ml	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	8	400	1	9.2	7,21	60	13,5	392
2	9	450	1	9.2	7,15	36	12,5	395
3	10	500	1	9.2	7,06	34	10,4	357
4	11	550	1	9.2	7	30	9,7	350
5	12	600	1	9.2	6,93	28	9,3	345
6	13	650	1	9.2	6,86	16	8,55	320

2. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 41 ile % 52 arasında değiştiği görülmüştür.

Üçüncü deneyde yine aynı şartlarda alum dozları daha fazla artırılarak çalışmaya devam edilmiştir. 3. deney sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Atıksuyun başlangıçtaki pH değeri 8.7'ye düştüğünden  $\text{Ca(OH)}_2$  ilavesi ile 9.2'ye yükseltilmiştir.

**Çizelge 4.4. Alum kullanılarak yapılan 3. Deney Sonuçları**

Jar No	Alum ml	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	18	900	1	9,2	7,14	1	1,27	249
2	20	1000	1	9,2	6,95	2	0,58	246
3	22	1100	1	9,2	6,81	3	0,48	245
4	24	1200	1	9,2	6,70	1	0,43	244
5	26	1300	1	9,2	6,58	1	0,50	237
6	30	1400	1	9,2	6,60	1	0,70	231

3. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 63 ile % 69 arasında değiştiği görülmüştür.

Alum kullanılarak yapılan dördüncü deneyde 2 no'lu atıksu numunesi kullanılmıştır. Bu deneyde polielektrolitin dozajı artırılmıştır. 4. deney sonuçları Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5. Alum kullanılarak yapılan 4. Deney Sonuçları**

Jar No	Alum ml	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	5	250	2	9,30	8,71	73	21,9	520
2	10	500	2	9,45	7,84	50	11,8	448
3	15	750	2	9,30	7,04	28	5,63	359
4	20	1000	2	9,45	6,72	9	4,06	324
5	25	1250	2	9,30	6,37	5	1,61	241
6	30	1500	2	9,30	6,09	3	0,56	290

4. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 21 ile % 63 arasında, AKM giderim veriminin % 84 ile % 99 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 54 ile % 99 arasında değiştiği görülmüştür.

Alum ile yapılan beşinci deneyde anyonik polielektrolit yerine katyonik polielektrolit kullanılmıştır. 5. deney sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6. Alum kullanılarak yapılan 5. Deney Sonuçları**

Jar No	Alum ml	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	5	250	1	9,3	8,66	45	19,8	542
2	10	500	1	9,3	7,70	20	10,3	457
3	15	750	1	9,3	6,91	11	5,73	357
4	20	1000	1	9,3	6,58	6	1,39	310
5	25	1250	1	9,3	6,30	3	0,74	288
6	30	1500	1	9,3	6,05	3	0,59	290

5. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 18 ile % 56 arasında, AKM giderim veriminin % 90 ile % 99 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 59 ile % 99 arasında değiştiği görülmüştür.

Altıncı deneyde pH değeri  $H_2SO_4$  ilavesi ile 7.28'e düşürülerek, aynı dozlardaki alum ile birlikte katyonik polielektrolit denenmiştir. 6. deney sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Alum kullanılarak yapılan 6. Deney Sonuçları

Jar No	Alum ml	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	5	250	1	7,28	6,75	34	16,4	487
2	10	500	1	7,28	6,45	10	3,61	333
3	15	750	1	7,28	6,23	6	1,21	303
4	20	1000	1	7,28	5,90	4	1,27	319
5	25	1250	1	7,28	5,43	4	0,91	279
6	30	1500	1	7,28	5,11	6	1,25	275

6. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 26 ile % 58 arasında, AKM giderim veriminin % 93 ile % 99 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 66 ile % 98 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Atıksuyun başlangıçtaki pH değeri 7. deneyde  $Ca(OH)_2$  ilavesi ile 9.66'ya, 8. deneyde ise 7.11'e ayarlanmıştır. Yardımcı koagülant madde olarak her iki deneyde de anyonik polielektrolit kullanılmıştır. 7. deney sonuçları Çizelge 4.8.'de, 8. deney sonuçları ise Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Alum kullanılarak yapılan 7. Deney Sonuçları

Jar No	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	250	1	9.66	8.77	46	10.5	476
2	500	1	9.66	7.50	24	7.3	422
3	750	1	9.66	6.94	4	0.8	357
4	1000	1	9.66	6.53	10	0.6	349
5	1250	1	9.66	6.05	8	0.57	348
6	1500	1	9.66	5.86	10	0.66	360

**Çizelge 4.9. Alum kullanılarak yapılan 8. Deneysel Sonuçları**

Jar No	Alum mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	250	1	7.11	6.85	26	5.2	388
2	500	1	7.11	6.40	8	0.59	359
3	750	1	7.11	5.58	20	1.33	342
4	1000	1	7.11	5.08	20	2.36	339
5	1250	1	7.11	4.82	36	4.96	352
6	1500	1	7.11	4.74	58	9.7	461

KOI giderimi açısından her iki deneyde de hemen hemen aynı sonuçlar (% 40-41 ile % 56-57) elde edilmiştir. AKM giderim veriminin % 81- 85 ile % 97- 99 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 73 -75 ile % 98-99 arasında değiştiği görülmüştür.

Alum ile yapılan bu çalışmalarda, önce atıksuyun orjinal pH'sında fizikokimyasal arıtım çalışmaları amaçlanmıştır. 250 – 1500 mg/l alum dozajlarında yapılan bu çalışmalarda KOİ giderim veriminin % 18 ile % 69 arasında olduğu görülmüştür.

Atıksuyun pH değeri düşürülerek yapılan çalışmalarda ise KOİ'nin %26 ile % 56 arasında değiştiği görülmüştür.

Yapılması planlanan atıksu arıtma tesisi tasarımında, kimyasal arıtma prosesinden sonra biyolojik arıtma prosesi gelecektir. Biyolojik arıtma prosesi içerisindeki ortam şartlarının sağlanması açısından, biyolojik arıtmaya girecek olan fizikokimyasal olarak arıtılmış atıksuyun pH değerinin 6'dan daha düşük olması istenilmemektedir.

Alum kullanılarak yapılan fizikokimyasal arıtılabilirlik deneylerini sonucunda; en uygun alum dozunun 500-750 mg/l aralığında olduğu ve en verimli KOİ gideriminin anyonik polielektrolit kullanılması ile sağlandığı tespit edilmiştir.

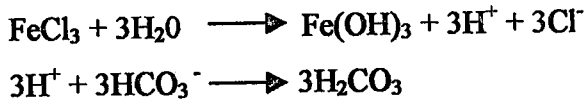
Bu çalışma ile, KOİ konsantrasyonunun 660-787 mg/l'den 357-359 mg/l'ye kadar düştüğü ve KOİ giderim veriminin % 57 olduğu görülmüştür. Ayrıca, başlangıç pH'sı düşük olan atıksu ile yapılan deneysel çalışmada, 500 mg/l alum dozajı ile de optimum sonuç elde edilmiştir. Bu şartlarda KOİ konsantrasyonu 333 mg/l'ye kadar düşürülebilmektedir.



#### 4.1.1.2 Demir (III) Klorür (FeCl<sub>3</sub>) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları

Demir (III) Klorür ile yapılan arıtım çalışmaları, alum ile yapılan çalışmalara paralel olarak yürütülmüştür. Demir (III) klorür atıksuya çözelti şeklinde dozlanmaktadır. Demir tuzu atıksuyun doğal alkalinitesi ile reaksiyona girerek hidroksit çözeltisini oluşturmakta, bu da askıda ve kolloidal haldeki maddelerin koagülasyonunu sağlamaktadır.

Demir (III) klorür'ün reaksiyonu aşağıda verilmiştir:



FeCl<sub>3</sub> ile yapılan ilk çalışmada % 0.1'lik Anyonik polielektrolit kullanılmıştır. pH 9.2 civarında olup deneyden sonraki pH 6.63 'e kadar inmiştir. 18-30 ml arasındaki demir (III) klorür çözeltileri farklı dozlarda test edilmiştir. Demir (III) klorür kullanılarak yapılan 1. deney sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Demir (III) Klorür kullanılarak yapılan 1. Deney Sonuçları

Jar No	FeCl <sub>3</sub> ml	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	18	1	9,2	6,80	31	9,60	326
2	20	1	9,2	6,79	18	8,05	325
3	22	1	9,2	6,75	19	8,87	310
4	24	1	9,2	6,72	23	9,60	315
5	26	1	9,2	6,65	26	8,82	310
6	30	1	9,2	6,63	18	6,42	291

Demir (III) klorür kullanılarak yapılan 1. deney sonucunda atıksuyun renginin değiştiği ve bulanıklığın çok arttığı gözlenmiş olup, KOİ giderim veriminin % 48 ile % 54 arasında, AKM giderim veriminin % 85 ile % 91 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 78 ile % 86 arasında değiştiği belirlenmiştir.

İki nolu atıksu numunesi ile yapılan ikinci deneyde polielektrolit ve pH değerleri aynı bırakılarak sadece demir (III) klorür dozları azaltılmıştır. 2. deney sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.11. Demir (III) Klorür kullanılarak yapılan 2. Deney Sonuçları**

Jar No	FeCl <sub>3</sub> ml	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	0,5	1	9,3	9,37	55	29,3	397
2	2	1	9,3	9,21	47	26,8	595
3	5	1	9,3	8,77	33	19,8	551
4	10	1	9,3	7,37	22	15,9	628
5	15	1	9,3	6,71	19	11,1	468
6	20	1	9,3	6,10	14	8,83	386

2. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 0.5 ile % 42 arasında, AKM giderim veriminin % 88 ile % 97 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 39 ile % 82 arasında değiştiği görülmüştür.

Demir (III) klorür ile yapılan son deneyde ise katyonik polielektrolit kullanılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar ise Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.12. Demir (III) Klorür kullanılarak yapılan 3. Deney Sonuçları**

Jar No	FeCl <sub>3</sub> ml	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	10	1	9,2	7,10	42	12,8	507
2	15	1	9,2	6,66	24	8,99	444
3	20	1	9,2	6,33	20	3,8	388
4	25	1	9,2	5,94	18	2,53	352
5	30	1	9,2	5,61	18	1,4	334
6	35	1	9,2	5,07	8	0,83	317

3. deney sonucunda KOİ giderim veriminde artış gözlenmiş olup, % 36 ile % 60 arasında değiştiği görülmüştür. AKM giderim veriminin % 86 ile % 97 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 67 ile % 98 arasında değiştiği görülmüştür.

Demir (III) klorür ile yapılan deneysel çalışmalarda, Demir (III) klorür dozajını değiştirmenin verimi çok etkilediği, düşük dozajlarda KOİ giderim veriminin çok

düştüğü, bununla beraber dozaj arttırıldığında ise atıksuyun renginin değiştiği görülmüştür. Ayrıca, farklı tipteki polielektrolitler denendiğinde giderim veriminde pek fazla bir değişim olmadığı belirlenmiştir.

Demir (III) klorür kullanılarak yapılan fizikokimyasal arıtılabilirlik deneylerinin değerlendirilmesi sonucunda; en uygun dozajın pH 9.2'de 30 ml FeCl<sub>3</sub> olduğu ve en verimli KOİ gideriminin anyonik polielektrolit kullanılması ile sağlandığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile, KOİ konsantrasyonunun 291 mg/l'ye kadar düştüğü ve en iyi giderim veriminin % 54 olduğu görülmüştür.

#### 4.1.1.3 Demir (III) Sülfat (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) Kullanılarak Yapılan Arıtılabilirlik Çalışmaları

Demir (III) sülfatın ticari formları kısmen sulu olduğundan yalnızca bir miktar higroskopik özellik göstermekte bu sebeple de taşıma, dozlama ve çözme işlemleri daha kolay olmaktadır. Demir (III) sülfat molekülü atıksuda bulunan alkalinite ile reaksiyona girerek Demir (III) hidroksit çökeleğini oluşturmaktadır. Bu çökelek çökerken askıda ve kolloidal halde bulunan katıları da kendisine bağlamaktadır (Tchobanoglous, 1990).

Demir (III) sülfat ile alum ve demir (III) klorür ile yapılan çalışmalarda olduğu gibi, önce atık suyun orjinal pH değerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu deneysel çalışmalarda da % 0.1'lik anyonik polielektrolit ve kationik polielektrolit kullanılmıştır. Demir (III) sülfat dozajları ise 25 mg ile 1000 mg arasında denenmiştir. Demir (III) sülfat ve anyonik polielektrolit kullanılarak yapılan ilk deney sonuçları ise Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.13. Demir (III) Sülfat kullanılarak yapılan 1. Deney Sonuçları**

Jar No	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOI mg/l
1	25	1	9,24	9,08	52	26,7	668
2	100	1	9,24	8,85	56	25,5	609
3	250	1	9,24	7,96	49	22,3	600
4	500	1	9,24	6,98	58	15,5	504
5	750	1	9,24	6,59	27	12,2	489
6	1000	1	9,24	6,28	17	5,87	460

1. deney sonucunda KOİ giderim veriminin % 15 ile % 42 arasında, AKM giderim veriminin % 81 ile % 94 arasında, bulanıklık giderim veriminin ise % 30 ile % 85 arasında değiştiği görülmüştür.

İkinci deneyde ise katyonik polielektrolit kullanılmıştır. 2. deney sonuçları ise Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.14. Demir (III) sülfat kullanılarak yapılan 2. Deney Sonuçları**

Jar No	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> mg	Polielektrolit mg/l	Başlangıç pH	Bitiş pH	AKM mg/l	Bulanıklık ntu	KOİ mg/l
1	500	1	9,2	7,02	49	12	540
2	750	1	9,2	6,60	32	9,60	457,5
3	1000	1	9,2	6,27	14	4,30	392,5
4	1250	1	9,2	5,59	22	2,24	367,5
5	1500	1	9,2	5,28	16	0,85	399
6	1750	1	9,2	4,72	12	0,64	329

2. deney sonucunda KOİ giderme veriminin % 31 ile % 58 arasında, AKM giderme veriminin % 84 ile % 96 arasında, bulanıklık giderme veriminin ise % 69 ile % 98 arasında değiştiği görülmüştür.

Demir (III) sülfat kullanılarak yapılan fizikokimyasal arıtılabilirlik deneylerinin değerlendirilmesi sonucunda; 15 mg Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dozajından sonra pH değerinin çok düştüğü görülmüş ve diğerleri göz önüne alınmamıştır. Bu çalışma ile, KOİ giderim veriminin % 31 ile % 42 arasında değiştiği, AKM ve bulanıklık giderim verimlerinin ise sırasıyla % 84 - % 90 ve % 69 - % 75 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.4 Fizikokimyasal Arıtılabilirlik Çalışmaları Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Fizikokimyasal arıtılabilirlik çalışmalarının sonuçları değerlendirildiğinde, alum ile yapılan çalışmalarda en uygun dozun 500-750 mg/l aralığında alum ve anyonik polielektrolit kullanılarak elde edilen çalışmanın olduğu gözlenmiştir. Bu deneysel

çalışmada KOİ giderim veriminin % 57 olduğu ve başlangıçtaki KOİ konsantrasyonunun 660-787 mg/l'den 357-359 mg/l'ye düştüğü tespit edilmiştir.

Demir (III) klorür ve Demir (III) sülfat ile yapılan deneysel çalışmalarda atıksuyun arıtıldıktan sonraki renginin değiştiği ve bitiş pH değerinin çok düştüğü görülmüştür. Arıtma verimi açısından alum ile yapılan çalışmalarda KOİ gideriminin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Literatürde (Anonim, 1991) belirtildiği gibi jar testlerinden, genelde gerçek tesiste kullanılacak olan miktardan daha fazla dozaj gereksinimi elde edilir. Gerçek tesis işletmeye alındığında işletme şartları, atıksuyun karakteri (bütün fabrikaların ortak atıksu kanalına bağlanacağı kabul edilirse) ve ayrıca işletme bütçesi de göz önüne alındığında elde edilen optimum değer baz alınarak, seçilen koagülant dozajında değişmeler olabilecektir.

Sonuç olarak; fizikokimyasal arıtmadan çıkan atıksu biyolojik arıtmaya gireceğinden, pilot tesiste kullanılacak olan koagülantın tipi ve miktarı, biyolojik arıtmaya girecek olan atıksuyun Karbon-Azot-Fosfor oranı (C:N:P) da göz önüne alınarak seçilmesi gerekmektedir.

#### 4.1.2 Laboratuvar Ölçekli Biyolojik Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları

Çalışmanın bu kısmı TUBİTAK- MAM ESÇAE (Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ölçekli biyolojik arıtılabilirlik çalışmaları iki bölüm halinde incelenmiştir. İlk aşamada atıksuyun biyolojik yöntemler ile arıtılabilirliğine yönelik olarak karakterizasyonunun belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Bu amaçla atıksuların organik madde içeriğinin indirekt olarak önemli göstergesi olan KOİ parametresinin ayırımı süreci gerçekleştirilmiştir. Atıksular ve özellikle DOSAB'nden kaynaklananlar gibi kompleks nitelikteki atıksu için KOİ'nin en önemli bileşeni biyolojik olarak oksidasyona uğratılmayan kalıcı KOİ'dir. Bu parametre atıksuyun başlangıçta bünyesinde bulunmakta ve aynı zamanda da biyolojik arıtma sürecinde mikroorganizma faaliyetinin sonucu olarak üretilmektedir. Çalışma sırasında ayrıca yavaş ve hızlı okside olabilir

KOİ bileşenleri ile bunların çözünebilir ve partikül durumundaki formları da belirlenmiştir. Bu çalışmaların tümü ham atıksu ve fizikokimyasal arıtmadan geçen atıksu için gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ölçekli atıksu arıtılabilirlik çalışmalarının diğer aşamasını ise atıksu arıtma sisteminin modelinin kurularak bu modelin DOSAB'sinden kaynaklanan atıksu ile beslenmesi ve sistemin çalıştırılması oluşturmuştur.

#### 4.1.2.1 Atıksuyun Stokiyometrik - Kinetik Katsayıları ve KOİ Fraksiyonları

Aerobik koşullar altında atıksuyun (ham ve fizikokimyasal arıtma sürecinden geçmiş) kolaylıkla ayrışabilir fraksiyonunun belirlenmesi amacıyla kesikli reaktörler kullanılmıştır (Ekama ve diğ., 1986). Bu reaktörlere daha önce aklimatizasyon işlemi uygulanmış aktif çamur DOSAB'nden kaynaklanan atıksu ile beslenmiş ve hava verilerek tam karışım sağlanmıştır. Reaktörlerde oksijen tüketim hızları (OTH) zamana karşı izlenmiştir. Bu amaçla başka bir hücreye alınan karışımın oksijen değişimi sürekli olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Zamana karşı ölçülen OTH değerlerinin grafik haline getirilmesi ile elde edilen eğrilerin altında kalan alanlardan atıksudaki hızlı olarak ayrışan substrat miktarı (konsantrasyonu)  $S_{so}$  belirlenmiştir. Aynı zamanda her OTH değerine karşılık gelen süzölmüş KOİ konsantrasyonları da belirlenmiştir. Elde edilen OTH değerlerinden ve süzölmüş KOİ konsantrasyonlarından yararlanılarak heterotrofik biyokütle dönüşüm oranları  $Y_H$  (g hücre KOİ/g KOİ) ve mikroorganizmaların maksimum spesifik çoğalma hızları  $\mu_H$  (1/gün) bulunmuştur (Anonim, 1999 d). Bu çalışmalar ham atıksu ve fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksu üzerinde uygulanmış olup hesaplanan kinetik katsayılar Çizelge 4.15.'de özetlenmiştir. Çizelge 4.15.incelendiğinde fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksuyun ham atıksuya oranla maksimum spesifik büyüme hızının %12, biyokütle dönüşüm oranının ise %7 daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum fizikokimyasal arıtmadan geçen atıksuyun diğerine oranla biyolojik arıtma sürecine daha uyumlu olduğunun göstergesidir.

**Çizelge 4.15. Ham ve Fizikokimyasal arıtmadan geçmiş Atıksuyun Kinetik Katsayıları**

Deney Seti	F/M g KOI/g UAKMgün	$b_h$ endojen ölüm hızı gün <sup>-1</sup>	$\mu_H$ max. spesifik çoğalma hızı , gün <sup>-1</sup>	$Y_H$ g hücreKOI/ g KOI
Ham atıksu	0.62	0.20	6.85	0.40
Fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksu	0.62	0.20	7.80	0.43

Atıksulardaki KOİ'nı oluşturan bileşenler atıksuyun arıtılabilirliğine önemli ölçüde etki etmektedir. Özellikle DOSAB'nde olduğu gibi kompleks nitelikteki endüstriyel atıksularda kalıcı olarak nitelendirilen çözünmüş formdaki KOİ konsantrasyonunun yüksekliği hiçbir değişikliğe uğramadan arıtma sistemi çıkışında da bulunacağından limitlerin sağlanmasını olumsuz olarak etkileyebilir. Bu amaçla ham ve fizikokimyasal arıtma prosesinden geçmiş atıksuyun kalıcı (inert) KOİ konsantrasyonları çözünmüş ve partiküler haldeki bileşenleri ayırımını da verecek şekilde belirlenmiştir. Bu çalışmada atıksu, çözünmüş haldeki atıksu ve yaklaşık olarak aynı konsantrasyondaki glikoz çözeltilerini içeren kesikli reaktörler kullanılmıştır. Çalışmada yine daha önce aklimatize edilmiş aktif çamur kullanılmış, glikoz çözeltisi içeren reaktörlere atıksuyun içerdiği konsantrasyonda besin elementi (azot ve fosfor) ilavesi yapılmıştır. Reaktörlerdeki KOİ değişimi zamana karşı yaklaşık 1 ay süre ile izlenmiştir. Deneydeki temel yaklaşım reaktörlerin hidrolik kalış süresi sonsuza ulaştığında glikoz çözeltisi içeren reaktördeki kalan KOİ'nin atıksuyun başlangıçta içerdiği çözünmüş kalıcı KOİ ile mikroorganizma faaliyeti sürecinde üretilen çözünmüş kalıcı KOİ'nin toplamına eşit olması kabulüdür (Anonim, 1999 d).

Kolay ayrılan substrat ve kalıcı KOİ ölçümlerinden sonra yine her iki atıksu için kütle dengeleri kurularak KOİ'nin yavaş ayrılan bölümleri ( $X_S$ ) hesaplanmıştır. KOİ fraksiyonu çalışmalarının sonuçları ham ve fizikokimyasal atıksu için Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. incelendiğinde her iki atıksuyun içerdiği kalıcı çözünmüş haldeki KOİ konsantrasyonunun beklenildiği üzere yaklaşık olarak eşit olduğu görülmektedir. Ancak

kalıcı KOİ'nin partikül haldeki bölümü ise uygulanan kimyasal arıtma prosesi ile önemli ölçüde giderilmektedir.

**Çizelge 4.16.DOSAB'sinden kaynaklanan Ham ve Fizikokimyasal arıtmadan geçmiş Atıksuyun KOİ Fraksiyonları**

PARAMETRE	Ham atıksu, mg/l	Fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksu, mg/l
Toplam KOİ, $C_{TO}$	980	480
Çözünmüş kısım, $C_{SO}$	710	390
$C_{TO}$ göre %	72.5	81.2
Partikül kısım, $X_{SO}$	270	90
$C_{TO}$ göre %	27.5	18.8
Kalıcı KOİ	215	65
Çözünmüş kısım, $S_I$	40	37
$C_{TO}$ göre %	4	8
Partikül kısım, $X_I$	175	28
$C_{TO}$ göre %	18	6
Biyolojik çözünebilir KOİ	765	415
Çözünmüş kısım, $S_S$	230	90
$C_{TO}$ göre %	23	19
Partikül kısım, $X_S$	535	325
$C_{TO}$ göre %	55	67

#### 4.1.2.2 Biyolojik Arıtma Sistemi Modeli

Laboratuvar ölçekli biyolojik arıtma sistemi modeli karbon giderimi ve nitrifikasyon proseslerinin gerçekleştirildiği bir aerobik reaktör, denitrifikasyon prosesinin yapıldığı bir anoksik reaktör, aktif çamurun çökeltilerek ayrılmasını sağlayan bir çökeltme tankı gerekli pompa, boru, vana bağlantıları ve sisteme oksijen temin eden havalandırma sisteminden oluşmaktadır. Tanklar pleksiglas malzemedan imal edilmiştir. Arıtma sistemi, pilot tesisten haftada iki kez getirilen fizikokimyasal arıtma işleminden geçmiş atıksu ile beslenmektedir.

Sistem pilot tesisin prensiplerine uygun olarak tasarlanmış ve işletilmiştir. Ancak, laboratuvar ölçekli bir modelde atıksuyun transferindeki güçlükler ve geniş yer gereksinimi dikkate alındığında sistemin oksidasyon hendeği yerine ayrı oksik ve anoksik hacimlerden oluşan üniteler şeklinde tasarlanıp imal edilmesi daha uygun bir yaklaşım olarak görülmüştür. Bu sayede aradaki mesafenin göreceli olarak kısa olması



nedeniyle oksik hacimde oksijenin mikroorganizmalar tarafından tam olarak kullanılmadan anoksik hacme geçmesi ve oradaki koşulları olumsuz yönde etkilemesi önlenmiş olmaktadır.

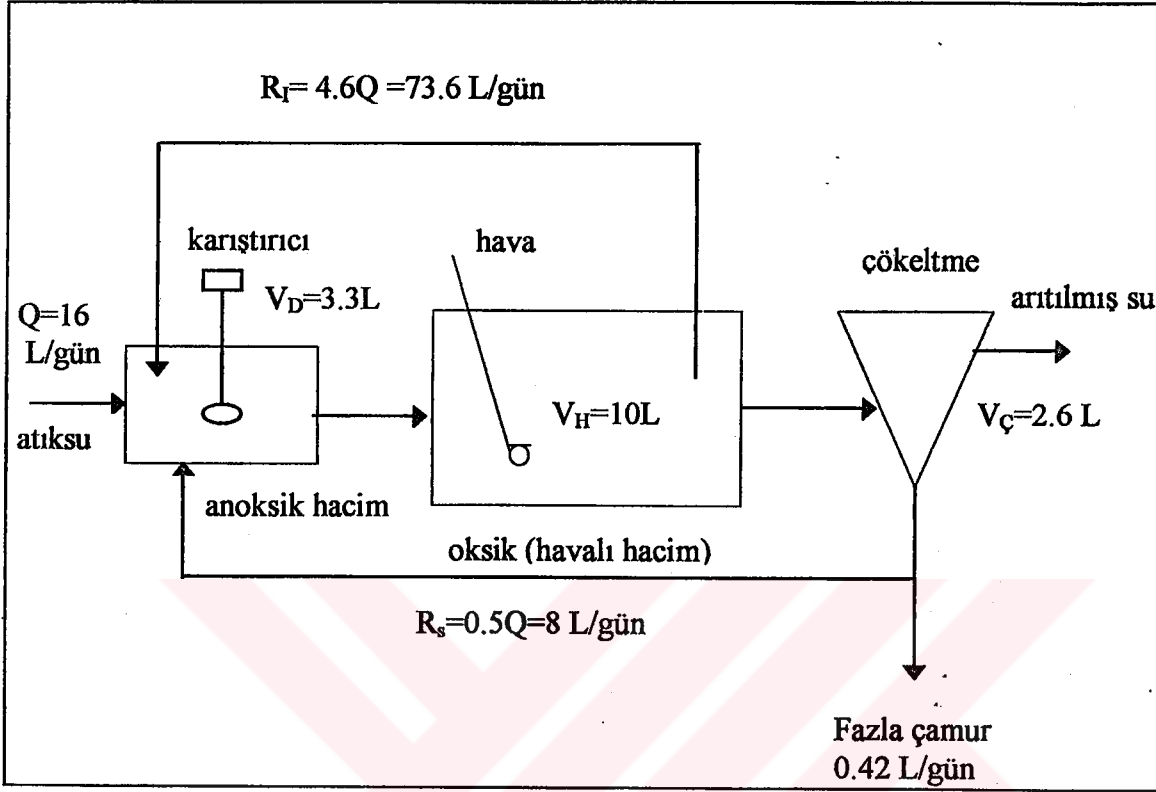
İlk yaklaşım olarak DOSAB ortak kanalında 6 gün süreyle yapılan kompozit örnekleme ve analiz çalışmaları sonucunda elde edilen atıksu kirletici parametreleri kullanılarak tasarım yapılmıştır. Bu yaklaşımda  $V_D/V$  (denitrifikasyon hacmi/toplam reaktör hacmi) oranı 0.11 olarak bulunmuş ve tüm ünitelerin hacimleri ile pompa debileri (besleme, nitrifikasyondan denitrifikasyon ünitesine geri dönüş, çökeltme tankında sisteme dönüş ve fazla çamur uzaklaştırma) bu çerçevede boyutlandırılmıştır. Her iki modelin (Laboratuvar ve Pilot ölçekli) işletilmesi sonucunda ortaya çıkan fizikokimyasal olarak arıtılmış atıksu kirletici parametrelerinin uzun dönemde kesinlik kazanmasından itibaren laboratuvar ölçekli modelde gerekli modifikasyon yapılmıştır. Bu çerçevede  $V_D/V$  oranı 0.25 olarak yeniden hesaplanmış arıtma üniteleri hacimleri ile pompa debileri yeni duruma göre değiştirilmiştir. Laboratuvar modeli tasarım sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Laboratuvar ölçekli modelin şematik gösterimi ile işletilmesi ile ilgili koşullar ise Şekil 4.1'de verilmektedir.

Modelde ilk aşamada Bursa Organize Sanayi Bölgesi (OSB) atıksu arıtma sisteminden getirilen aktif çamur oksik arıtma ünitesi için aşu çamuru olarak kullanılmıştır. Denitrifikasyon ünitesi için ise sentetik evsel nitelikli atıksuyun denitrifikasyonu için kullanılan çamur aşu çamuru olarak kullanılmıştır. Başlangıçta besleme pompası yarı debide çalıştırılarak çamurun DOSAB atıksuyuna aklimatizasyonu sağlanmıştır. Bu durum aklimatizasyon döneminde oksik ve anoksik ünite için yapılan Askıda Katı Madde (AKM) ve Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM) analizleri ile yine oksik bölge çamuru için yapılan oksijen kullanma hızı ölçümleri ile kontrol edilmiştir.

**Çizelge 4.17. Laboratuvar Ölçekli Model Tasarım Sonuçları**

Q l/gün	giriş KOİ, $C_T$ , mg/l	t. HRT, $\theta_H$ , saat	oksik HRT, $\theta_H$ , saat	anoksik HRT, $\theta_H$ , saat	$V_D/V_H$	fazla çamur, kg/gün	fazla çamur, l/gün
16	685	20.02	15.02	5.00	0.25	$4.23 \times 10^{-3}$	0.423

HRT: Hidrolik bekletme süresi



Şekil 4.1. Laboratuvar Ölçekli Biyolojik Atıksu Arıtma Sistemi Modeli ve İşletme Koşulları

#### 4.1.2.3 Biyolojik Arıtma Sistemi Model Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Laboratuvar ölçekli model çalışmasının kararlı denge durumunda alınan sonuçlar Çizelge 4.18.'de gösterilmektedir. Ayrıca, modelde kullanılan aktif çamur konsantrasyonları ile çamurun çökme ile ilgili özellikleri Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Sistemde %75-85 arasında KOİ giderimi sağlanmaktadır. Aynı şekilde, Çizelge 4.18. incelendiğinde besin elementleri açısından da yüksek oranda giderim verimleri elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen Karışık Endüstriyel Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartlarının ilgili parametreleri ile karşılaştırıldığında ise bu standartların sağlandığı belirlenmiştir. Söz konusu yönetmelikte azot parametresi için alıcı ortama deşarj standardında herhangi bir kısıtlama bulunmamaktadır. Ancak, AT ülkelerinde toplam azot için verilen alıcı ortama deşarj standardı 10 mg/l' dir. Ülkemizde de aynı standardın ileride uygulanması söz konusu olabileceğinden arıtma sistemi tasarımı sırasında 10 mg/l değerinin altında

konusu olabileceğinden arıtma sistemi tasarımı sırasında 10 mg/l değerinin altında toplam azot çıkış konsantrasyonu hedeflenmiş ve bu hedefe laboratuvar ölçekli model kullanılarak yapılan arıtılabilirlik çalışması sırasında ulaşılmıştır.

**Çizelge 4.18.Laboratuvar Ölçekli Model Çalışması Atıksu ve Arıtılmış Atıksu Kirletici Parametreleri (Fizikokimyasal Arıtma Prosesi Sonrası)**

KOİ giriş, mg/l	KOİ çıkış, mg/l	NH <sub>4</sub> -N giriş, mg/l	TKN giriş, mg/l	NH <sub>4</sub> -N çıkış, mg/l	TKN çıkış, mg/l	NO <sub>3</sub> -N çıkış, mg/l	T. P giriş, mg/l	T. P çıkış, mg/l
620	83	34.7	49.4	1.6	2.7	1.96	0.55	0.30
489	94	8.0	16.1	2.8	3.1	0.77	0.30	0.30
455	88	6.1	13.1	1.6	2.8	0.61	0.55	0.30
400	75	12	16.2	0.55	0.67	0.79	-	-
387	59	12.3	17.4	1.30	1.65	0.75	-	-
415	74	-	-	-	-	-	-	-
437	67	-	-	-	-	-	-	-
375	59	-	-	-	-	-	-	-
340	83	19.6	25.9	1.10	3.70	0.69	1.53	Eser
426	63	13.4	17.36	0.42	3.92	1.12	0.95	Eser
438	65	28.0	36.9	0.50	3.90	1.02	-	-
550	75	27.7	36.4	0.56	1.80	0.95	-	-

**Çizelge 4.19.Laboratuvar Ölçekli Model Çalışması Çamur Özellikleri**

Oksik bölüm AKM, mg/l	Oksik bölüm AUKM, mg/l	Anoksik bölüm AKM, mg/l	Anoksik bölüm AUKM, mg/l	SVI, ml/g
2600-2900	2230-2490	5960-5430	4840-4470	110-120

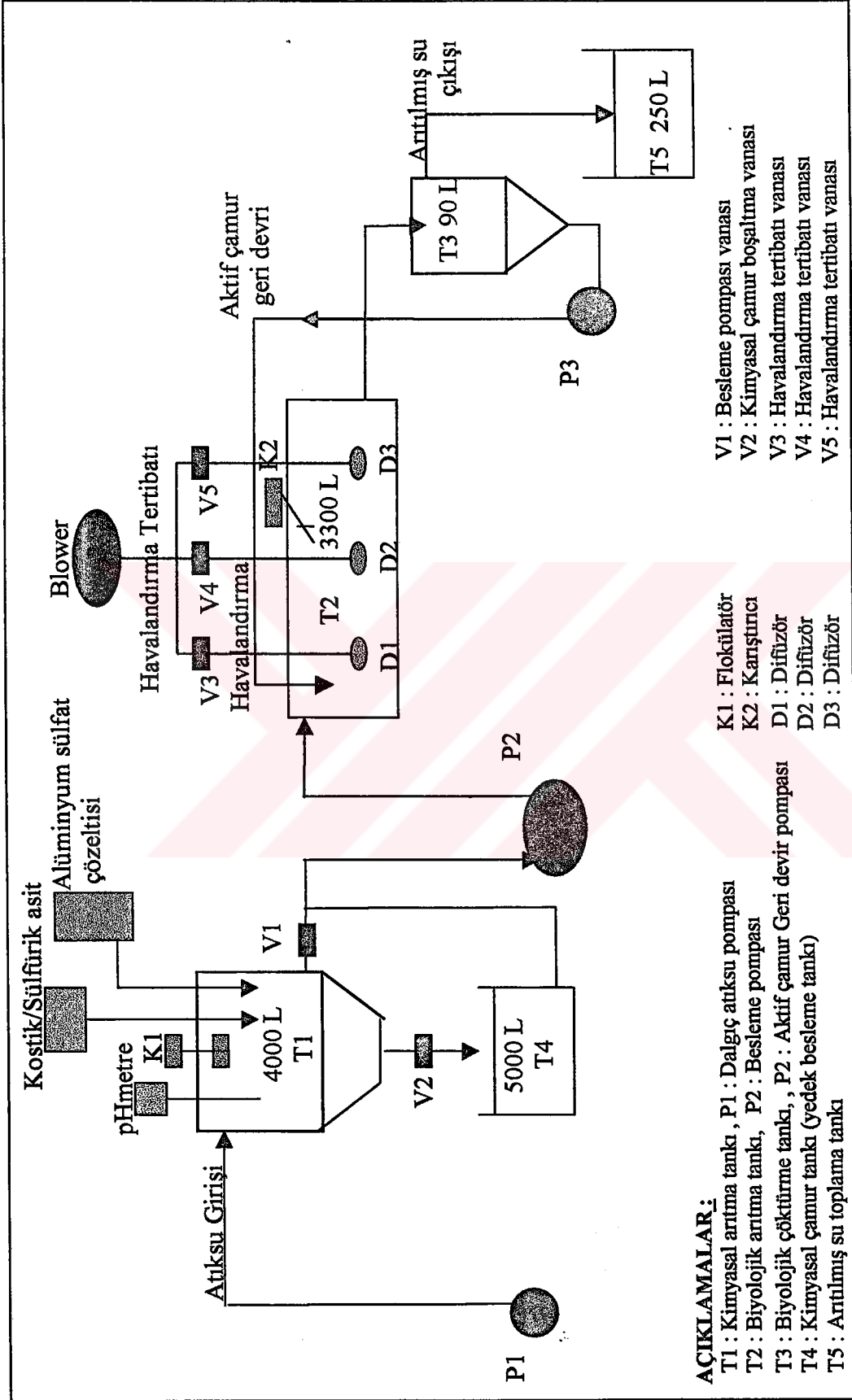
AKM : Askıda Katı Madde, mg/L  
SVI : Çamur Hacim İndeksi, mL/g

AUKM : Askıda Uçucu Katı Madde, mg/L

## 4.2 Pilot Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları

### 4.2.1. Kimyasal ve Biyolojik Atıksu Arıtma Sistemi Modeli

Pilot ölçekli model kesikli çalışan kimyasal arıtma ünitesi, besleme tankı, sürekli akım prensibine göre çalışan biyolojik arıtma ünitesi ve çökeltme tankından oluşmaktadır. Sisteme gerekli oksijeni sağlayacak bir adet blower, kimyasal arıtma ünitesinde koagülasyonu sağlayacak bir karıştırıcı, biyolojik arıtma ünitesinde sirkülasyonu sağlayacak bir adet karıştırıcı, çökeltme tankı çamur geri dönüş pompası, zaman ayarlı biyolojik arıtma tankı besleme pompası ve DOSAB atıksu kanalından sisteme atıksuyun alınmasını sağlayan bir adet dalgıç pompa yer almaktadır. Pilot tesisin şematik gösterimi Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Pilot Ölçekli Kimyasal ve Biyolojik Arıtma Üniteleri Akım Şeması

Gerçek sistem tasarımında esas alınacak olan Pilot ölçekli modelde yapılan çalışmalar iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada; kimyasal arıtma ünitesinin işletme kriterleri ve giderim verimleri belirlenmiş, ikinci aşamada ise; farklı debiler ve hidrolik bekleme sürelerinde biyolojik arıtma ünitesinin (oksidasyon havuzu) işletme kriterleri ve giderim verimleri test edilmiştir. Pilot tesis çalışmaları süresince her gün, başlangıçta günde bir kere, debi arttıkça günde iki kere olmak üzere manual olarak kimyasal arıtma işlemi yapılmıştır. Bir dalgıç pompa vasıtasıyla, DOSAB ortak atıksu kanalından kimyasal arıtma ünitesine aktarılan atıksu kimyasal olarak arıtıldıktan sonra besleme tankına alınmış ve buradan oksidasyon havuzundan oluşan biyolojik arıtma ünitesinin 24 saat süresince sabit bir debi ile beslenmesi sağlanmıştır. Oksidasyon havuzuna gelen atıksuyun havuz içerisindeki bekleme süresi giriş debisinde yapılan değişiklikler ile ayarlanmıştır. Oksidasyon havuzundan çöktürme tankına geçen biyolojik olarak arıtılmış atıksu tanktan savaklanarak tekrar DOSAB ortak atıksu kanalına verilmiştir. Çöktürme tankı tabanında biriken aktif çamurun tamamı, oksidasyon havuzu içerisindeki aktif çamurun ortam şartları iyileştirilene kadar geri devir pompası vasıtasıyla biyolojik arıtma ünitesine geri devrettirilmiş, aktif çamur istenilen koşullara geldiğinde ise oluşan fazla çamur DOSAB ortak atıksu kanalına deşarj edilmiştir.

Pilot ölçekte yapılan kimyasal arıtılabilirlik çalışmaları esnasında; laboratuvar ölçekte yapılan deneysel çalışmaların sonuçları baz alınarak alum koagülantı kullanılmıştır. Gerçek sistem tasarımına esas olacak bu çalışmada kimyasal arıtma işlemi; harcanan alum, sülfürik asit ve kostik miktarları, KOİ, AKM ve ağır metal giderimleri dikkate alınarak test edilmiştir. Oksidasyon havuzunda gerçekleştirilen biyolojik arıtılabilirlik çalışmaları esnasında ise; farklı atıksu giriş debileri ve buna paralel olarak farklı bekleme sürelerinde, biyolojik ortam şartları (karbonizasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon koşulları), KOİ, AKM, Azot ve Fosfor giderim verimliliği, aktif çamur yaşı, geri devri ve özellikleri test edilmiştir.

#### **4.2.2 Kimyasal Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları**

Kimyasal arıtma işlemi kesikli olarak yürütülmüştür. Koagülant maddenin seçimi hususunda laboratuvar ölçekte yapılan deneysel çalışmaların sonuçları esas alınarak

alum koagülantı kullanılmıştır. Kimyasal arıtma işlemi öncesi ve sonrası yapılan atıksu analiz sonuçlarından AKM giderim veriminin yüksek olduğu görülmüş, tesisin işletme maliyeti açısından % 100 AKM giderimi istenilmemesi nedeni ile de anyonik polielektrolit flokülantının kullanılmasına gerek duyulmamıştır. Pilot Tesis için gerekli olan işletme atıksuyu, DOSAB ortak atıksu kanalından direkt anlık olarak alınmıştır. Atıksu karakteri günlere göre değişim göstermekle beraber, yapılan analizler ile, arıtma verimini olumsuz yönde etkileyebilecek konsantrasyonda herhangi bir kirlilik ihtiva etmediği tespit edilmiştir. Atıksu karakterinde görülen söz konusu salınımlar nedeni ile öncelikle, laboratuvar ölçekte denenen alum dozajları pilot tesis için de 200-660 mg/L arasındaki konsantrasyonlarda test edilmiştir. İşletme maliyetinin düşürülmesi maksadı ile yapılan bu kimyasal arıtılabilirlik çalışması neticesinde 300 mg/L alum dozajının uygun olduğu tespit edilmiştir. Alum ile koagülasyon işlemi yine işletme maliyeti göz önüne alınarak mümkün olduğunca asit ve/veya kostik ilavesi gerektirmeyecek şekilde ham atıksu pH = 9.0 - 9.6 aralığında test edilmiştir. Koagülasyon işlemi sonrasında alum dozajının etkisi ile atıksuyun pH değerinin 6.9-7.5 aralığında kaldığı gözlenmiştir. Bu aralık biyolojik arıtma ortam şartları (pH = 6-8) için uygun bulunduğundan herhangi bir nötralizasyon (asit ve/veya kostik dozajı) işlemine gerek kalmamıştır. Yaklaşık olarak 15 dakika süren koagülasyon işleminden sonra atıksu çöktürme fazına alınmıştır. 30 dakikalık bir bekleme süresi sonrasında, atıksu içerisindeki partiküller ve asılı haldeki maddelerin serbest çökeltme prensibine göre çökeldiği görülmüştür. Kimyasal arıtma ünitesi içerisinde çökelen çamur DOSAB ortak atıksu kanalına deşarj edilmiş, üstte kalan duru faz ise biyolojik arıtma ünitesine verilmek üzere besleme tankına aktarılmıştır. Kimyasal arıtma işlemi işletme kriterlerinin ve giderim verimlerinin tespit edilebilmesi için ham atıksuda ve kimyasal olarak arıtılmış atıksuda günlük pH, KOİ, AKM, Toplam Azot, Fosfor ve Ağır Metal analizleri yapılmıştır. Analiz neticelerinden kimyasal arıtma ünitesinin işletme kriterleri ve performansı hususunda elde edilen veriler Çizelge 4.20'de özetlenmiştir. Yapılan analizlerde ham atıksuyun KOİ konsantrasyonunun 600-1200 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiş, kimyasal arıtma işlemi sonrasında bu değer 350-900 mg/L değerlerine düşmüştür. Ham atıksuyun AKM konsantrasyonu ise 80-300 mg/L değerlerinde olup, kimyasal arıtma işlemi sonrasında 30-140 mg/L değerlerine düşmüştür.

Çizelge 4.20 Pilot Ölçekli Kimyasal Arıtma Ünitesi İşletme Performansı

Numune sayısı	Alum Miktarı	Giriş pH	Çıkış PH	Giriş AKM	Çıkış AKM	Giriş KOI	Çıkış KOI	Giriş BOI	Çıkış BOI	Giriş Top. N	Çıkış Top. N	Giriş P	Çıkış P
1	330	9,07	6,80	121,0	52,0	974,0	703,0	-	-	79,4	72,0	-	-
2	200	9,56	8,83	148,0	53,0	814,0	581,0	-	-	54,5	45,4	-	-
4	660	9,43	6,71	300,0	65,0	842,0	546,0	-	-	59,0	50,1	-	-
5	330	9,39	7,45	165,0	62,5	936,0	669,0	-	-	76,9	56,2	-	-
6	200	9,12	7,82	105,0	61,5	1028,0	800,0	-	-	86,1	63,4	-	-
7	330	9,12	7,13	95,0	44,8	901,0	678,0	-	-	72,4	65,8	-	-
8	300	9,67	7,84	101,0	47,2	832,0	671,0	-	-	39,8	33,9	-	-
9	500	9,24	6,87	108,0	30,0	1013,0	655,0	-	-	62,7	56,7	-	-
10	300	9,28	7,58	159,0	67,0	1115,0	741,0	-	-	56,9	48,8	-	-
11	300	9,48	7,40	135,0	67,0	1038,0	747,0	-	-	-	-	-	-
12	300	9,07	7,60	195,0	81,0	862,0	716,0	-	-	-	-	-	-
13	300	9,18	7,06	182,0	59,0	670,0	377,0	-	-	-	-	-	-
14	300	9,34	7,33	157,0	77,0	1010,0	628,0	-	-	-	-	-	-
15	300	9,36	7,41	299,0	68,0	1140,0	692,0	-	-	-	-	-	-
16	300	9,37	7,37	82,0	34,0	914,0	632,0	-	-	-	-	-	-
17	300	9,81	7,71	158,0	39,0	1054,0	659,0	340	200	63,4	42,3	18,0	5,2
18	300	9,15	7,08	127,0	35,0	1085,0	763,0	-	-	-	-	-	-
19	300	9,69	6,98	153,0	86,0	1035,0	732,0	-	-	51,6	43,6	7,4	3,4
20	300	9,11	7,05	279,0	55,0	895,0	350,0	-	-	-	-	-	-
21	300	9,63	6,99	89,0	40,8	627,0	488,0	-	-	-	-	-	-
22	300	8,61	6,93	142,0	42,0	1212,0	875,0	-	-	-	-	-	-
23	300	9,39	6,91	199,0	72,0	1177,0	915,0	-	-	-	-	-	-
24	300	9,23	6,93	192,0	42,0	1081,0	890,0	500	320	53,7	42,1	6	3
25	300	9,50	7,02	86,0	32,0	768,0	538,0	-	-	-	-	-	-
26	300	9,67	6,95	129,0	32,0	921,0	626,0	-	-	71,4	52,1	9	4
27	300	9,60	6,91	160,0	91,0	967,0	695,0	-	-	-	-	-	-
28	300	9,20	6,92	134,0	59,0	1038,0	729,0	-	-	-	-	-	-
29	300	8,98	6,92	238,0	58,0	697,0	371,0	-	-	-	-	-	-
30	300	9,59	7,00	77,0	44,0	783,0	511,0	-	-	-	-	-	-
31	300	9,59	7,00	122,0	46,0	784,0	472,0	240	180	33,6	25,8	8	3
32	300	9,46	7,00	282,0	47,0	787,0	520,0	-	-	42,3	24,9	6	2
33	300	9,26	7,02	206,0	44,0	730,0	436,0	-	-	40	25	6	3
34	300	9,53	7,00	122,0	74,0	696,0	461,0	-	-	14	11	6	3
35	300	9,30	7,00	356,0	72,0	973,0	387,0	-	-	15	12	15	11
36	300	9,53	7,01	250,0	55,0	703,0	350,0	-	-	27	15	7	4
37	300	9,63	6,99	208,0	69,0	831,0	574,0	340	250	30	25	7	3
38	300	9,23	7,00	204,0	51,0	722,0	399,0	-	-	26	23	5	2
39	300	9,15	7,00	220,0	55,0	548,0	350,0	200	110	31,0	26,0	6,9	5,4
40	300	9,21	7,20	196,0	62,0	1132,0	813,0	-	-	37	37	14	7
41	300	9,26	7,52	155,0	133,0	782,0	507,0	-	-	16,5	10,5	7,7	6,4
42	300	8,52	7,49	150,0	32,5	834,0	355,0	-	-	14	10	8	5
43	300	8,98	7,59	270,0	52,0	1122,0	672,0	-	-	24	15	2	2
44	300	9,57	7,49	144,0	44,0	856,0	630,0	-	-	57	49	6	3

300 mg/L alum dozajında elde edilen % 20-70 KOİ giderim verimi ve % 40-80 AKM giderim veriminin, biyolojik arıtmaya tabi tutulacak atıksu için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Ham atıksuyun toplam azot konsantrasyonu 15-85 mg/L arasında değişim göstermiştir. Toplam azot için kimyasal arıtma işlemi sonrası giderim oranı % 15-35 arasında gerçekleşmiştir. Ham atıksuyun fosfor konsantrasyonu ise 2.5-18.5mg/L arasında değişmekte ve bu değerler, fiziko-kimyasal arıtma sonucunda %15-70 arasında değişen bir verimle 1.0-14 mg/L değerlerine düşmektedir.

Biyolojik arıtmaya giren atıksuyun özellikleri dikkate alındığında ise (Çizelge 4.21.); minerilizasyon işleminin gerçekleşebilmesi için gerekli olan KOİ:N:P (100-200:5:1 olmalı) oranında fosfor konsantrasyonunun düşük kaldığı, nitrifikasyon işleminin gerçekleşebilmesi için gerekli olan KOİ/N (KOİ:N >10 olmalı) oranının 10 değerinden büyük olduğu ve atıksuyun toksisitesinin bir ölçütü olan KOİ/BOİ (KOİ/BOİ=2-3 olmalı) oranının 2 ile 3 değeri arasında kaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan, fosfor ilavesi de yapıldığı takdirde, biyolojik arıtma işlemine girecek olan atıksuyun aktif çamur sistemi için gerekli ortam şartlarını sağladığı görülmektedir.

**Çizelge 4.21. Biyolojik Arıtmaya giren Atıksuyun Özellikleri (Kimyasal Arıtma Çıkışı)**

NUMUNE Sayısı	ÇIKIŞ pH	KOİ:N:P	KOİ:N	KOİ:BOİ
1	6,93	297 : 14 : 1	21	3
2	6,95	169 : 14 : 1	12	-
3	7,00	157 : 9 : 1	18	3
4	7,00	217 : 10 : 1	21	-
5	7,02	161 : 9 : 1	18	-
6	7,00	144 : 4 : 1	41	-
7	7,00	36 : 1 : 1	32	-
8	7,01	88 : 4 : 1	23	-
9	6,99	213 : 9 : 1	23	2
10	7,00	266 : 15 : 1	18	-
11	7,00	65 : 5 : 1	13	3
12	7,20	120 : 6 : 1	22	-
13	7,52	79 : 2 : 1	48	-
14	7,49	68 : 2 : 1	36	-
15	7,59	336 : 8 : 1	44	-
16	7,49	242 : 19 : 1	13	-



Pilot ölçekli kimyasal arıtma çalışmalarından elde edilen bir diğer sonuç ise tüketilen kimyasal madde yani alum, sülfürik asit, kostik miktarları ve açığa çıkan kimyasal çamur miktarıdır. Pilot tesiste kullanılan alum miktarı  $455 \text{ g/m}^3$  atıksu yani  $1,82 \text{ kg/gün'dür}$ . Atıksuyun giriş pH'ına bağlı olarak tüketilen  $\text{H}_2\text{SO}_4$  miktarı ortalama olarak  $40\text{-}120 \text{ ml/m}^3$  atıksu yani  $0,2\text{-}0,5 \text{ L/gün}$ , NaOH miktarı  $100\text{-}165 \text{ ml/m}^3$  atıksu yani  $0,4\text{-}0,65 \text{ L/gün'dür}$ . Üretilen kimyasal çamur miktarı ise  $4 \text{ kg çamur/gün}$  yani  $1 \text{ kg/m}^3$  atıksudur. Kimyasal atıksu arıtma çalışmaları kapsamında ayrıca arıtma işlemi öncesi ve sonrasında atıksuyun içerdiği ağır metal konsantrasyonları da izlenmiştir. Bu çalışmanın amacı kimyasal arıtma işleminin ağır metal giderim verimliliğinin test edilmesi ve kimyasal olarak arıtılmış atıksuda olabilecek ağır metal konsantrasyonlarının biyolojik ortam şartlarına inhibe edici miktarda olup olmadığının tespitidir. DOSAB'indeki Metal Sanayii dikkate alınarak, ham atıksu ve kimyasal olarak arıtılmış atıksu içerisinde toplam krom, kurşun, kadmiyum ve çinko konsantrasyonları izlenmiştir (Çizelge 4.22.)

**Çizelge 4.22. Ham Atıksu ve Kimyasal Arıtma İşlemi Sonrasında Ağır Metal**

**Konsantrasyonları**

Numune No	Top. Cr (mg/l)		Zn (mg/l)		Cd (mg/l)		Pb (mg/l)	
	Ham Atıksu	Kimyasal Arıt. su	Ham Atıksu	Kimyasal Arıt. su	Ham Atıksu	Kimyasal Arıt. su	Ham Atıksu	Kimyasal Arıt. su
1	0,14	< 0,10	1,61	0,61	0,10	< 0,10	0,20	0,20
2	0,22	< 0,10	0,54	0,10	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
3	0,25	< 0,10	0,79	0,46	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
6	0,10	< 0,10	0,50	0,30	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
7	0,13	< 0,10	0,85	0,62	0,10	< 0,10	0,11	< 0,10
8	0,10	< 0,10	0,99	0,84	0,10	< 0,10	0,52	0,24
9	0,10	< 0,10	0,34	0,27	0,10	< 0,10	0,37	0,22
10	0,30	< 0,10	1,25	0,37	0,10	< 0,10	0,22	0,20
11	0,14	< 0,10	1,61	0,61	0,10	< 0,10	0,20	0,20
12	0,22	< 0,10	0,54	0,10	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
13	0,25	< 0,10	0,79	0,46	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
14	0,10	< 0,10	0,50	0,30	0,10	< 0,10	0,10	< 0,10
15	0,13	< 0,10	0,85	0,62	0,10	< 0,10	0,11	< 0,10
16	0,10	< 0,10	0,99	0,84	0,10	< 0,10	0,52	0,24
17	0,10	< 0,10	0,34	0,27	0,10	< 0,10	0,37	0,22
18	0,30	< 0,10	1,25	0,37	0,10	< 0,10	0,22	< 0,10

### 4.2.3 Biyolojik Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları

Oksidasyon havuzunu içeren biyolojik arıtma ünitesi sürekli akım prensibine göre çalıştırılmış, şok yüklemelerden kaçınmak amacı ile sabit debide besleme gerçekleştirilmiştir. Arıtma sisteminin devreye alınması sırasında aynı prensibe göre atıksu arıtma işlevini gerçekleştiren Bursa Pilot O.S.B'si Atıksu Arıtma Sisteminden getirilen aktif çamur kullanılmıştır. Biyolojik atıksu arıtma ünitesinin devreye alınması sırasında mekanik ekipman ve elektrik açısından bazı sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu durum tesise OSB atıksu arıtma tesisinden aşı çamuru olarak getirilen aktif çamurun iki kez bozulmasına yol açmıştır. İşletmeye alma çalışmaları sırasında önce biyolojik arıtma ünitesi öngörülenden daha düşük debi ile beslenmiş ve bu debi zamanla göreceli olarak arttırılarak aktif çamurun aklimatizasyonu sağlanmıştır.

Biyolojik arıtılabilirlik çalışmalarının farklı atıksu giriş debileri ve buna paralel olarak farklı bekleme sürelerinde gerçekleştirilmesinin amacı, biyolojik ortam şartlarının (minerilizasyon, nitrifikasyon ve denitrifikasyon koşulları), KOİ, AKM, Azot ve Fosfor giderim verimliliğinin, aktif çamur yaşı, geri devir miktarı ve özelliklerinin test edilerek işletme maliyeti açısından en ekonomik ve verimli arıtmayı gerçekleştiren şartların tespit edilmesidir.

Sistemin çalıştırılmasında kullanılan çalışma programı aşağıdaki gibidir:

- *Birinci aşama;* Biyolojik arıtma besleme debisi 140 L/sa,  
Hidrolik bekleme süresi 24 sa.
- *İkinci aşama;* Biyolojik arıtma besleme debisi 180 L/sa,  
Hidrolik bekleme süresi 18 sa.
- *Üçüncü aşama;* Biyolojik arıtma besleme debisi 220 L/sa,  
Hidrolik bekleme süresi 15 sa.

Sistem bir süre tasarım debisi ile çalıştırılarak çıkış suyu karakterizasyonu ve aktif çamur ile ilgili özellikler izlenmiştir. Biyolojik arıtma ünitesinde atıksuyun içerdiği fosfor konsantrasyonunun düşük olduğu zamanlarda KOİ:N:P oranına bağlı olarak mikroorganizmalar için gerekli besini sağlamak amacıyla kimyasal arıtılmış atıksuya fosforik asit dozlaması yapılmıştır. Bu işlem 12 ml fosforik asit/gün atıksu mertebesinde uygulanmıştır. Bu koşullar çerçevesinde alıcı ortam deşarj standartlarının sağlandığının belirlenmesini takiben çalışmanın diğer aşamalarına geçilmiştir. İkinci ve üçüncü

aşamalarda ise sisteme verilen hidrolik yük artırılmıştır. Hidrolik yükün artmasıyla organik yükleme artmış, sistemdeki hidrolik kalış süresi düşmüş bir başka yorumla sistem performansının zorlanması yoluna gidilmiştir. Tüm çalışmaların sonuçlarını özetleyen biyolojik arıtma sisteminin işletme özellikleri ile biyolojik arıtmadan geçen atıksuyun karakterizasyonu Çizelge 4.23'de verilmektedir.

Pilot tesis çalışmalarının sıcak yaz günlerinde olması nedeni ile oksidasyon havuzundaki aktif çamurun sıcaklığı 27-32 °C değerlerine yükselmiş, bu da zaman zaman özellikle gündüz saatlerinde havuzdaki oksijen konsantrasyonlarının limitlerin altına inmesine neden olmuştur. Biyolojik arıtma ünitesinin bir parçası olan çöktürme tankının ortalama besleme debisine göre tasarlanması nedeni ile çalışma debileri değiştiği katı madde yükleme hızı da değiştiğinden zaman zaman çıkıştaki AKM konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Bu durum gerçek sistem tasarımında ortalama değerler üzerinden hesaplamalar yapılacağından göz ardı edilebilir. Aktif çamur şartlarının oluşturulması ve mikroorganizma aktivitesinin artmasına kadar geçen süre içerisinde fazla çamur oluşumu görülmemiş ve çökelen çamur sürekli oksidasyon havuzuna geri devrettirilmiştir. Aktif çamur şartlarının oluşması ile fazla çamur açığa çıkmış ve çamur geri devir hattından gerekli görülen günlerde 90 L çamur DOSAB ortak atıksu kanalına deşarj edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, biyolojik olarak arıtılmış atıksuyun KOİ konsantrasyonunun 65-100 mg/l arasında, AKM konsantrasyonunun ise 25-75 mg/l arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. İşletme şartlarına bağlı olarak arıtma çıkış suyunun niteliğinin (renk, bulanıklık) değiştiği görüldüğünde süzüntü KOİ deneyi yapılmış ve sorunun AKM kaçaklarından olduğu, biyolojik sistem arıtma veriminin değişmediği görülmüştür.

Pilot ölçekli biyolojik arıtılabilirlik çalışmalarının ilk aşamasında nitrifikasyon ve denitrifikasyon şartları henüz sağlanmadığından çıkış suyundaki azot konsantrasyonlarının yüksek olduğu fakat söz konusu şartların oluşturulması ile azot arıtımının, AT ülkelerinde toplam azot için verilen alıcı ortama deşarj standardı olan 10 mg/l 'nin altına düşürüldüğü görülmüştür (Çizelge 4.23)

Çizelge 4.23.Pilot Ölçekli Biyolojik Arıtma Ünitesi İşletme Performansı

Debi m <sup>3</sup> /gün	HRT saat	Numune No	Oksidasyon Havuzu (Aktif Çamur)						Biyolojik Arıtma Çıkışı							
			AKM mg/L	UAKM mg/L	SVI mL/g	Oksijen Aerobik mg/L	Oksijen Anoksik mg/L	pH	T °C	KOI mg/L	Süz. KOI mg/L	AKM mg/L	NH <sub>4</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L	Top.P mg/L	
3,36	24	1	-	-	-	3,30	3,40	8,0	28,2	68,4	-	39,6	-	-	-	
		2	-	-	-	3,80	3,70	8,1	28,4	86,3	-	50,4	-	-	-	
		3	4000	2894	81	3,70	3,70	7,9	28,7	109,0	-	42,4	1,2	26,3	1,4	
		5	4055	2745	80	1,13	0,93	7,8	29,4	96,5	-	47,6	0,9	14,0	1,8	
		6	-	-	-	1,21	0,98	7,6	31,0	-	-	-	-	-	-	-
		7	-	-	-	0,62	0,28	7,9	32,1	-	-	-	-	-	-	-
		8	3075	2200	101	0,58	0,50	8,0	30,6	98,9	-	83,0	0,2	1,8	3,7	
4,32	18	9	-	-	-	0,89	1,09	8,0	28,8	-	-	-	-	-	-	
		10	2225	1660	135	0,93	0,59	8,0	27,1	85,5	-	44,0	3,7	-	1,8	
		11	2455	-	114	0,63	0,69	8,0	28,2	114,0	60,7	55,0	-	-	-	
		12	2970	-	91	0,43	0,40	8,1	28,3	179,0	-	56,0	3,9	0,4	3,6	
		13	-	-	-	0,54	0,39	8,0	28,2	-	-	-	-	-	-	-
5,28	15	14	-	-	-	0,53	0,45	8,0	26,8	-	-	-	-	-	-	
		15	2890	2155	97	0,46	0,51	7,8	26,5	104,0	-	36,0	4,1	0,1	3,2	
		16	2530	-	128	3,26	3,49	7,9	25,7	63,1	49,7	15,0	-	-	-	
		17	2435	-	144	2,23	2,23	8,0	26,0	93,2	85,8	20,8	0,1	<0,1	1,0	
		18	2980	-	114	0,36	0,37	7,9	27,2	419	-	73	-	-	-	
		19	2590	-	116	0,54	0,34	8,0	28,4	549	133	65,3	12,8	0,21	-	

\*HRT: Hidrolik bekleme süresi

Pilot ölçekli biyolojik arıtma çalışmalarından elde edilen bir diğer sonuç ise tüketilen kimyasal madde yani fosforik asit miktarı ve açığa çıkan biyolojik çamur miktarıdır. Bunlar sırasıyla ortalama olarak 10-15 ml fosforik asit/gün, yani 3-4 ml fosforik asit/m<sup>3</sup> kimyasal arıtılmış atıksu ve 90L/gün biyolojik çamurdur.



## 5.SONUÇ

Bursa ilinde son yıllarda nüfusun hızla artışı ve endüstrileşme çabaları sonucunda çevre kirliliği önemli bir sorun olmaya başlamıştır. Özellikle plansız bir şekilde kurulmuş olan endüstriyel tesislerin ve çarpık kentleşmenin Bursa şehrinin doğal güzelliğinin bozulmasında etkisi büyüktür. Kalıcı yatırımları hedefleyen günümüz sanayicilerinin gelecek nesilleri de düşünerek uygun önlemleri alma ihtiyacı içerisinde olmaları gerekir. Bunların başında, plansız bir şekilde kurulmuş olan endüstriyel tesislerin zaman içerisinde birleşerek organizeleşmeleri ve teknik altyapılarını tamamlama çabaları yer almaktadır. Demirtaş Organize Sanayi Bölgesi (DOSAB) bu konuda uygun olma özelliğine sahiptir. Çalışmada ilk aşamada genel olarak OSB'lerden kaynaklanan atıksuların miktar ve karakterizasyon çalışmaları ile DOSAB örneğinde atıksu miktar ve karakterizasyon çalışmaları titiz bir şekilde ele alınmıştır.

OSB'leri için Atıksu miktarı ve karakterizasyonu çalışmaları kapsamında evsel ve endüstriyel olarak ikiye ayrılan OSB atıksuları için endüstrilerde evsel amaçlı kullanımlar sonucu oluşan atıksu miktarının farklı kaynaklardaki değerleri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 5.1. Endüstrilerde Evsel Amaçlı Kullanımlar Sonucu Oluşan Atıksu Miktarları İçin Farklı Kaynaklarda Verilen Değerler**

REFERANS	L/Kişi-Gün
Water Supply and Sewerage Mc GrawHill, 1988, p 12	160
Water Resources Engineering, Mc GrawHill, 1992, p 499	40-300 (Tipik değer 150 L/kişi-gün)
Pcinciples of Water Quality Control Pergamon Press, 1992, p 98	130-150
Wastewater Engineering Metcalf&Eddy, Inc., 1990, p 16	40-100
Anonim, 1993 c.	50

Çizelge 5.1.'den görüleceği üzere atıksu miktarları farklı kaynaklarda çok geniş bir aralığı kapsamaktadır. Çalışma kapsamında DOSAB'sindeki kuruluşlardan kaynaklanan evsel amaçlı kullanımlar sonucu oluşan atıksu miktarları daha önce Türkiye'de bu amaçla yapılan çalışmalardan da faydalanılarak Bölüm 3.5.2.1.'de belirtildiği üzere üretim esnasında Kuru İşlemler yapan işletmelerde personelden kaynaklanan birim atıksu debisi (q) kişi başına 20 – 40 litre/gün, üretim esnasında Yaş İşlemler yapan işletmelerde personelden kaynaklanan birim atıksu debisi (q) kişi başına 40 – 60 litre/gün aralıklarına kabul edilmiş, anket formunda beyan edilen evsel atıksu miktarları ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucu, DOSAB'sinden kaynaklanan evsel amaçlı atıksu miktarının limit (uygun) değerler arasında kaldığı tespit edilmiştir.

OSB'lerine kurulacak olan arıtma tesisleri için yapılan atıksu karakterizasyonu çalışmalarında her tesis için ayrı ayrı atıksu karakterizasyonunun çok masraflı olmasına bağlı olarak DOSAB'si için ortak kanalda da ölçümler yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5.2.'de değerlendirilmiştir. Ölçülen endüstriyel atıksu konsantrasyonları ve bölgedeki nüfusa bağlı tahmini evsel atıksu karakterizasyonundan hareketle tahmini karışık atıksu karakterizasyonları bulunmuştur. Çizelge 5.2.'den de görüleceği üzere ortak kanalda ölçülen atıksu karakterizasyonu, tahmini karışık atıksu karakterizasyonları için verilen aralıkların içinde kalmaktadır. DOSAB'nde yer alan endüstriyel tesislerin endüstriyel ve evsel nitelikli atıksularının büyük bir kısmı açık kanal vasıtası ile, bir kısmı da özel kanallar ile Nilüfer çayına deşarj edilmektedir.

Çizelge 5.2. DOSAB’inde Hesaplanan Atıksu Karakteristikleri

PARAMETRE	Tahmini Evsel Atıksu (mg/l)		Ölçülen Endüstriyel Atıksu (mg/l)		Tahmini Karışık Atıksu (mg/l)		Ortak Kanal Atıksu (mg/l)	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Debi(m <sup>3</sup> /g)	1200		35824		37024			
BOİ <sub>5</sub>	200	400	75	1200	80	1170	183	410
KOİ	500	1000	200	2400	210	2355	720	900
AKM	220	350	125	900	128	882	136	300
TKN	20	30	4	65	4,5	64	30.2	59.9
Toplam P	4	10	0,6	2,5	0,7	2,7	4.5	10.53
Yağ ve Gres	50	100	10	275	11	269	-	-
Sülfür	-	-	0,5	44	0,48	42,6	0.27	0.85
Fenol	-	-	0,06	3,7	0,058	3,58	0.047	0.144
Yüzey Aktif Madde	4	6	0,8	3,6	0,9	3,67	4.22	6.64
T.Krom (Cr)	-	-	<0,1	3,1	<0,1	3	0.05	0.20
Bakır (Cu)	-	-	<0,1	0,26	<0,1	0,25	0.01	0.38
Çinko (Zn)	-	-	<0,1	3,7	<0,1	3,58	0.36	0.5
Kurşun (Pb)	-	-	<0,1	0,29	<0,1	0,28	0.04	0.04

Çalışma konusuna ışık tutmak ve gerekli değerlendirmeleri yapmak amacıyla Ülkemiz genelinde değişik yörelerde kurulan veya inşa aşamasındaki bazı OSB’lerin atıksu karakteristikleri ise Çizelge 5.3.’de verilmiştir. Çizelge 5.3’ün oluşturulmasında atıksu karakterizasyonu belirlenmiş, arıtma tesisi mevcut veya inşa aşamasında olan, endüstriyel dağılım açısından Demirtaş OSB’ye benzer özellikler gösteren 7 adet OSB gözönüne alınmıştır. Çizelgeden de görüleceği üzere OSB’lerinde yer alan endüstri türüne bağlı olarak atıksu özellikleri değişim göstermektedir. DOSAB atıksuları Çizelge 5.3.’de verilen kirletici parametreler açısından Bursa Pilot OSB atıksularına benzerlik göstermektedir.



**Çizelge 5.3. Türkiye'nin Değişik Yörelerindeki OSB Atıksu Karakteristikleri**

OSB	PARAMETRE(mg/l)				
	KOI	BOI <sub>5</sub>	AKM	TKN	Top-P
Adana (Tekstil ağırlıklı)	2878	2300	690	45	-
Eskişehir (Karışık)	2200	1800	916	3	1
Isparta S.Demirel (Karışık)	1850	950	1160	10	5
Kayseri (Karışık)	1200	600	500	-	2
Çerkezköy (%75 Tekstil ağırlıklı)	1100	590	560	-	-
Bursa Pilot (Tekstil ağırlıklı)	840-1000	350-415	160-575	50-67	8-9
Bursa Demirtaş (Tekstil ağırlıklı)	720-900	183-410	136-300	30.2-59,9	4,5-10,5
İnegöl (%50 Tekstil ağırlıklı, %50 evsel)	630	280	-	40	10

Bu bilgiler ışığında,

DOSAB Atıksu Arıtma Tesisinin tasarımına esas olacak Atıksu Debisi ;

% 100 kapasitede 2002 yılı Atıksu Debisi	: 64.000	m <sup>3</sup> /gün
DOSAB'nin boş alanlarından gelebilecek atıksu debisi	: 42.000	m <sup>3</sup> /gün
<b>TOPLAM</b> .....	<b>: 106.000</b>	<b>m<sup>3</sup>/gün</b>

olarak hesap edilmiştir.

DOSAB Ortak kanalında altı gün boyunca yapılan atıksu karakterizasyon çalışmaları neticesinde; mevcut atıksuyun kirlilik yükünü karakterize eden KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) kirletici parametresinin konsantrasyonundaki değişim Çizelge 3.4. ve Şekil 3.8'den, KOİ konsantrasyonunun ortalama değeri ise Çizelge 3.6. Şekil 3.10'dan görülmektedir. DOSAB Ortak kanalında yapılan karakterizasyon çalışmasından elde edilen ortalama KOİ konsantrasyonu yaklaşık olarak 800 mg/L olarak kabul edilmiştir. Bu durumda; DOSAB Atıksu Arıtma Tesisinin tasarımına esas olacak Atıksu Kirlilik Yüğü aşağıdaki formülasyona göre hesap edilmiştir.

$$\text{Kirlilik Yüğü (kg/gün)} = \frac{\text{Atıksu Debisi (m}^3\text{/gün)} * \text{KOİ konsantrasyonu (mg/L)}}{1000}$$

DOSAB Atıksu Arıtma Tesisinin tasarımına esas olacak Atıksu Kirlilik Yüğü,

$$(106.000 \cdot 800) / 1000 \dots\dots\dots 84.800 \text{ kg/gün}$$

olarak hesap edilmiştir.

Miktarı ve karakterizasyonu belirlenen Bursa DOSAB'si atıksularının arıtılabilirlik çalışmaları kimyasal ve biyolojik arıtılabilirlik çalışmaları kapsamında ele alınmıştır.

Laboratuvar ölçeğinde  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ve  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  kullanılarak gerçekleştirilen Jar Test çalışmaları sonucu kimyasal yönden DOSAB atıksularının arıtılabilirliği incelenmiş ve Jar Test sonuçları Çizelge 5.4.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 5.4. DOSAB İçin Yapılan Jar Testi Sonuçları**

Koagülant Madde	Kullanım Miktarı(mg/l)	Atıksuyun pH	Giderim Verimleri(%)			Çamur (ml/l)
			KOI	AKM	Bulanıklık	
$\text{FeCl}_3$	1500	9,2	56	91	86	140
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	750	9,2	42	90	75	120
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	500	9,2	54	99	98	170

Çizelge 5.4.'de verilen Jar testi sonuçları dikkate alınarak, en iyi koagülant maddenin  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ve  $\text{FeCl}_3$  arasında bir fiyat araştırması yapılmış(7.12.2000) ve alumun birim fiyatının demir (III) klorüre nazaran yaklaşık 5 kat daha az olduğu tespit edilmiştir.

Aluminyum Sülfat, 18 Hidrat .....200.000-TL/kg

Demir (III)klorür, 6 hidrat, leblebi.....1.100.000-TL/kg

Demir (III)klorür, anhidrit, toz.....850.000-TL/kg

Laboratuvar ölçekli biyolojik arıtılabilirlik çalışmaları TUBİTAK- MAM ESÇAE (Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü) bünyesinde oluşturulan ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, ham atıksu ve fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksu üzerinde uygulanmış olup, fizikokimyasal arıtmadan geçmiş atıksuyun ham atıksuya oranla, maksimum spesifik büyüme hızının %12, biyokütle dönüşüm oranının ise %7 daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Bu durum fizikokimyasal arıtmadan geçen atıksuyun diğerine oranla biyolojik arıtma sürecine daha uyumlu olduğunun göstergesidir.

Ayrıca DOSAB'sinde bulunan kompleks nitelikteki endüstriyel atıksularda kalıcı olarak nitelendirilen çözünmüş formdaki KOI konsantrasyonunun yüksekliği hiçbir değişikliğe uğramadan arıtma sistemi çıkışında da bulunacağından limitlerin sağlanmasını olumsuz olarak etkileyebilir düşüncesiyle ham ve fizikokimyasal arıtma prosesinden geçmiş atıksuyun kalıcı (inert) KOI konsantrasyonları çözünmüş ve partiküler haldeki bileşenleri ayırımını da verecek şekilde belirlenmiştir. KOI fraksiyonu çalışmalarının sonuçları 4.1.2.1.'de Çizelge 4.16'da verilmiştir. Ham ve fizikokimyasal arıtma prosesinden geçmiş atıksu için yapılan KOI fraksiyonu belirleme çalışmaları sonucu, her iki atıksuyun içerdiği kalıcı çözünmüş haldeki KOI konsantrasyonunun beklenildiği üzere yaklaşık olarak eşit olduğu görülmüştür. Kalıcı KOI'nin partikül haldeki bölümü ise uygulanabilecek kimyasal arıtma prosesi ile önemli ölçüde giderilmektedir.

Bu bilgiler ışığında, Biyolojik Arıtma Sistemi Modeli çalışması gerçekleştirilmiştir. Model çalışmaları detaylı bir şekilde Bölüm 4.1.2.2.'de sunulmuştur. Çalışma sonucu sistemde %75-85 arasında KOI giderimi sağlanmış, aynı şekilde, Çizelge 4.18.'de verildiği üzere besin elementleri açısından da yüksek oranda giderim verimleri elde edildiği görülmüştür..

Labarotuvuar ölçekli model çalışmasına ilave olarak Pilot Ölçekli Atıksu Arıtılabilirlik Çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. TUBİTAK-TEAL tarafından oluşturulan çalışma neticesinde 300 mg/l alum dozajının uygun olduğu tespit edilmiştir. 300 mg/l alum dozajında elde edilen KOI giderim verimi % 20-70 arasında olup, AKM giderim verimi ise % 40-80 değerleri arasında kaldığı gözlenmiştir. Bu değerler atıksuyun biyolojik arıtmaya tabi tutulmasına yeterli değerlerdir. Pilot ölçekli kimyasal arıtma çalışmalarından elde edilen bir diğer sonuç ise tüketilen kimyasal madde yani

alum, sülfürik asit, kostik miktarları ve açığa çıkan kimyasal çamur miktarıdır. Pilot tesiste kullanılan alum miktarı  $455 \text{ g/m}^3$  atıksu yani  $1,82 \text{ kg/gün'dür}$ . Atıksuyun giriş pH'ına bağlı olarak tüketilen  $\text{H}_2\text{SO}_4$  miktarı ortalama olarak  $40\text{-}120 \text{ ml/m}^3$  atıksu yani  $0,2\text{-}0,5 \text{ L/gün}$ , NaOH miktarı  $100\text{-}165 \text{ ml/m}^3$  atıksu yani  $0,4\text{-}0,65 \text{ L/gün'dür}$ . Üretilen kimyasal çamur miktarı ise  $4 \text{ kg çamur/gün}$  yani  $1 \text{ kg/m}^3$  atıksudur. Kimyasal atıksu arıtma çalışmaları kapsamında ayrıca arıtma işlemi öncesi ve sonrasında atıksuyun içerdiği ağır metal konsantrasyonları da izlenmiştir. Bu çalışmanın amacı kimyasal arıtma işleminin ağır metal giderim verimliliğinin test edilmesi ve kimyasal olarak arıtılmış atıksuda olabilecek ağır metal konsantrasyonlarının biyolojik ortam şartlarına inhibe edici miktarda olup olmadığının tespitidir. DOSAB'sindeki Metal Sanayii dikkate alınarak, ham atıksu ve kimyasal olarak arıtılmış atıksu içerisinde toplam krom, kurşun, kadmiyum ve çinko konsantrasyonları izlenmiştir (Çizelge 4.22.).

Biyolojik Atıksu Arıtılabilirlik çalışmaları oksidasyon havuzunu içeren biyolojik arıtma ünitesi sürekli akım prensibine göre çalıştırılmış, şok yüklemelerden kaçınmak amacı ile sabit debide besleme gerçekleştirilmiştir. Konu ile ilgili detaylı bilgiler Bölüm 4.2.3.'de verilmiştir. Çalışma sonuçları ise Çizelge 4.23.'de özetlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, biyolojik olarak arıtılmış atıksuyun KOİ konsantrasyonunun  $65\text{-}100 \text{ mg/L}$  arasında, AKM konsantrasyonunun ise  $25\text{-}75 \text{ mg/L}$  arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. İşletme şartlarına bağlı olarak arıtma çıkış suyunun niteliğinin (renk, bulanıklık) değiştiği görüldüğünde süzüntü KOİ deneyi yapılmış ve sorunun AKM kaçaklarından olduğu, biyolojik sistem arıtma veriminin değişmediği görülmüştür.

DOSAB'sinden kaynaklanan atıksuların arıtılabilirliğinin belirlenmesi için yapılan Laboratuvar ve Pilot Ölçekli Model Sistemleri ile elde edilmiş sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen Karışık Endüstriyel Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartlarının ilgili parametreleri ile karşılaştırıldığında limit değerlerin sağlandığı belirlenmiştir. Bu durum Çizelge 5.5.'de gösterilmiştir. Çizelge 5.5'in oluşturulması aşamasında Laboratuvar Ölçekli Biyolojik Arıtma Modeli ile Pilot Ölçekli Arıtma Modeli çıkış değerlerinden  $\text{NH}_4\text{-N}$ , TKN ve  $\text{NO}_3\text{-N}$  parametre değerleri SKKY'nde belirtilmediğinden sadece KOİ, AKM ve P değerlerinin yönetmelikle karşılaştırılması yapılmıştır.

**Çizelge 5.5.SKKY Karışık Endüstriyel Atıksuların Alıcı Ortama Deşarj Standartları ile Laboratuvar ve Pilot Ölçekli Model Sistemleri Çıkış Değerlerinin Karşılaştırılması (Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler)**

PARAMETRE	SKKY STANDART DEĞERLERİ		LABORATUVAR ÖLÇEKLİ BİYOLOJİK ARITMA MODELİ ÇIKIŞ DEĞERLERİ	PİLOT ÖLÇEKLİ ARITMA MODELİ ÇIKIŞ DEĞERLERİ HRT :15 Saat
	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE		
	2 saatlik	24 saatlik	Min-maks	Min-maks
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOl) (mg/l)	160	100	59-94	63.1-93.2
Askıda Katı Madde (AKM) (mg/l)	200	100	-	15.0-20.8
Toplam Fosfor (P) (mg/l)	2	1	Eser-0.30	1.0

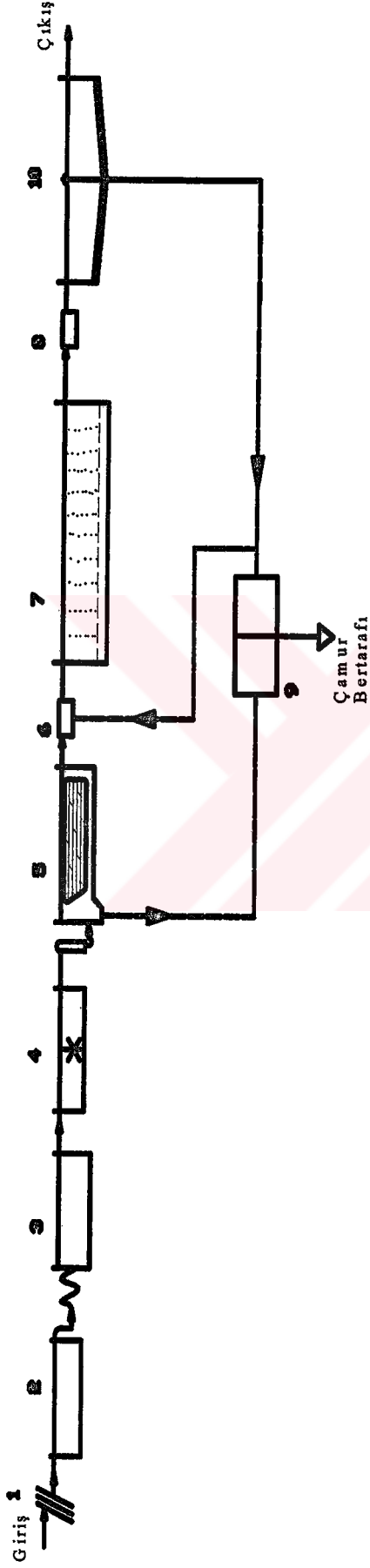
Çalışma sonucunda DOSAB'sinden kaynaklanan atıksuların ivedilikle ortak bir kanalda toplanarak arıtılması, bölge içerisindeki caddelerden gelen yağmur sularının ise ayrı bir yağmur kanalı ile toplanarak Nilüfer Çayına Deşarj edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında DOSAB atıksularının arıtılması aşamasında en uygun olabileceği düşünülen arıtma tesisinin akım şeması Şekil 5.1.'de verilmiştir. Şekil 5.1.'de öneri bazında verilen atıksu arıtma tesisi 8 adet temel üniteden oluşmaktadır. Atıksu içerisinde bulunabilecek katı maddelerin sistemden uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla Izgara ve Kum Tutucu Üniteleri, atıksu debisinde ve karakterizasyonda meydana gelebilecek salınımları karşılamak amacıyla Dengeleme Havuzu, Ön çökeltme Havuzundan önce Jar Test deneyleri ile bağlantılı olarak çökeltme verimini arttırmak amacıyla hızlı-yavaş karıştırma üniteleri, Ön çökeltim havuzundan çıkan üst sıvı fazın biyolojik arıtma ünitesine iletimini sağlayan dağıtım yapısı, biyolojik arıtma ünitesi çıkışında son çökeltim havuzuna atıksuyun iletimini sağlayan dağıtım yapısı ve son çökeltme havuzudur. Son çökeltme havuzunda üst sıvı faz deşarj edilirken çamur kısmı, geri devir hattı yardımıyla biyolojik arıtma ünitesi giriş kısmına ve çamur yoğunlaştırma ünitesine gönderilerek çamur bertarafının sağlanmış olacağı düşünülmektedir.

Arıtma tesisi ile ilgili bu çalışmada sadece öneri bazında bilgilendirme yapılmıştır. Arıtma tesisi boyutlandırma kriterleri ve her bir ünitenin gerek sayısı ve

gerekse özellikleri çalışma kapsamı dışında tutulmuş olup, konunun bu doğrultudaki boyutu başka bir tez çalışması kapsamında yer alabilecektir.

Bu çalışma neticesinde verilen bilgilerin bundan sonraki arıtma tesisleri boyutlandırma çalışmalarına ışık tutacağı ve özellikle Organize Sanayi Bölgeleri endüstriyel atıksularının kimyasal ve biyolojik yönden arıtılabilirlik çalışmaları kapsamında katkı yapacağı inancındayız.





1-Izgaralar 2-Kum Tutucu 3-Dengeleme Havuzu 4-Hızlı-Yavaş Karıştırma 5-Ön Çökeltme 6-Dağıtım Yapısı I  
7-Biyolojik Arıtma Ünitesi 8- Dağıtım Yapısı II 9-Çamur Yoğunlaştırma 10- Son Çökeltme

Şekil 5.1.DOSAB İçin Önerilebilecek Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması

**KAYNAKLAR**

AKAY, Z.,1985. Sanayileşme Bağlamında Bursa'nın Kentleşme ve Planlama Sorunları. Kentleşme ve Sanayileşme Etkileşimi .Eskişehir. Türkiye 9. Dünya Şehircilik Günü Kolokiyumu,6-8 Kasım 1985, s.96-105.

ANONİM. 1978. USEPA. Enviromental Pollution Control, Textile Processing Industry.EPA -625/7-78-002, p.7-8.

ANONİM. 1982. USEPA. Development Document for Effluent Limitaions Guidelines and Standards for the Metal Finishing, Point Source Category; Enviromental Protection Agency, EPA -440/1-82/1091-b, p.1-6.

ANONİM. 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 19919 Sayılı, 04.09.1988 tarihli. Resmi Gazete.

ANONİM. 1989. DAKA Raporu,Bursa İli Atıksu Karakterinin Çıkarılması, Bursa Belediyesi, BUSKİ, 51 s.

ANONİM. 1990. BUSKİ Atıksu Deşarj Yönetmeliği Ön Çalışma Taslağı, 10 s.

ANONİM. 1991. WPCF Manual of Practice No.8, 52 p.

ANONİM. 1993 a. Türkiye Odalar Borsalar Birliği. Çevre Kurulu Raporu, s.53-55.

ANONİM. 1993 b. Adana Organize Sanayi Bölgesi Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Etüd, Fizibilite ve Proje Raporu, 40 s.

ANONİM.1993 c. Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK DEBAG-85/G Projesi. İTÜ, ODTÜ, DEÜ. Çevre Mühendisliği Bölümleri Ortak Projesi Nihai Raporu, 115 s.

ANONİM. 1993 d.WHO. Assesment of Sources of Air, Water and Land Pollution-A Guide to Rapid Source Inventory Techniques and Their Use in Formulating Environmental Control Strategies, Part I-Rapid Inventory Techniques in Environmental Pollution. Editör, Economopoulos A.P. Geneva, p.12-15.

ANONİM. 1994. Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK DEBAG-126/G Projesi. İTÜ, ODTÜ, DEÜ. Çevre Mühendisliği Bölümleri Ortak Projesi Sonuç Raporu, 67s.

ANONİM. 1995. Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Etmek İçin Maliyet Analizi Çalışmaları Final Raporu, DEÜ, İzmir, s.10-12.

ANONİM. 1996 a. Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi İhale Dosyası Hazırlama Taslağı. T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Küçük Sanatlar ve Sanayi Bölgeleri ve Siteleri Genel Müdürlüğü, 27 s.



ANONİM. 1996 b. Bursa Ticaret ve Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Şartnamesi, s.1-7.

ANONİM. 1996 c. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Ocak 1996 verileri, 35 s.

ANONİM.1996 d., Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Kirliliğini Minimize Edici Teknolojilerin ve Maliyet Boyutlarının Belirlenmesi, TÜBİTAK YDABÇAG-264/G Projesi. İTÜ, ODTÜ, DEÜ. Çevre Müh. Bölümleri Ortak Projesi Yönetici Özeti, 43 s.

ANONİM. 1997 a. ÇED Yönetmeliği, 23028 Sayılı, 23.06.1997 tarihli. Resmi Gazete

ANONİM. 1997 b. Organize Sanayi Bölgeleri Yer Seçimi Yönetmeliği, 23033 Sayılı, 28.06.1997 tarihli. Resmi Gazete

ANONİM. 1997 c. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı. Ankara. Organize Sanayi Bölgeleri ile ilgili Mevzuat, 22 s.

ANONİM. 1997 d. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı. Ankara. Organize Sanayi Bölgeleri ve Küçük Sanayi Siteleri, 17 s.

ANONİM. 1998 a. Bursa Büyükşehir Belediyesi. Bursa Çevre Durum Raporu. Bursa Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği Yayını, Bursa. 114 s.

ANONİM. 1998 b. BUSKİ. 1998. Mavi Nilüfer Eylem Planı(yayınlanmamış). Bursa Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği Yayını, Bursa. 20 s.

ANONİM. 1998 c. S. Demirel OSB'si Atıksu Arıtma Tesisi Fizibilite Raporu, 85 s.

ANONİM. 1999 a. BUSKİ Atıksu Deşarj Yönetmeliği, 18 s.

ANONİM. 1999 b. Brifing Raporu. Çevre İl Müdürlüğü, s.13-14.

ANONİM. 1999 c. Bursa Haritası. BUSKİ.

ANONİM 1999 d. DOSAB Ön Fizibilite Raporu, 78s.

ÇETİNER, A., D. ORHON., O. TÜNAY., C. GİRİTLİOĞLU., V. EROĞLU., N. ZEREN., H. DÜLGER., P. KORÇA., B. KÖKSÜZ., S. ÖVEZ.1986. Küçükçekmece Atıksu Toplama Alanı İçindeki Endüstri Tesislerinin Konumu ve Kirletici Yüklerinin Belirlenmesi. İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama Araştırma Merkezi, İstanbul,s.16-18.

DÜLGEROĞLU, E.1985. Organize Sanayi Bölgeleri ve Türkiye Uygulaması. Kentleşme ve Sanayileşme Etkileşimi .Eskişehir. Türkiye 9. Dünya Şehircilik Günü Kolokiyumu,6-8 Kasım 1985, s.81-95.

EROĞLU, V., H.Z. SARIKAYA.,M.F. SEVİMLİ.1997. İstanbul'daki Sanayi Atıksuların Denetimi: Değerlendirme ve Gelişmeler. SKKD Cilt 7,(3) :7-16.

- GÖRGÜN, E., D. ORHON., F. GERMİRLİ, M. ÖZBAŞARAN., N. SEÇKİN.1996. Yetersiz Veriye Sahip Endüstriyel Bölgelerde Atıksuların Miktar ve Karakterizasyonunun Saptanmasına Yönelik Bir Yaklaşım-Çorlu Örneği. İTÜ 5. Endüstriyel Kirlenme Profili Sempozyumu. İstanbul, 25-27 Eylül 1996,s.354-364.
- GREENBER, A. E., L. S. CLESCERL, A. D. EATON. 1992.Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16<sup>th</sup> Edition, p.10-137.
- GRIGG, NEIL S.1992. Water Resources Management.. Mc Graw Hill, 540 p.
- FİLİBELİ, A., F. ŞENGÜL, A. MÜEZZİNOĞLU.1996.Control of Pollution in Organized Industrial Districts: A Case Study From Turkey. Water Sci. Tech. Vol.34, No 12, p.127-133.
- KEATING, M.1992. Yeryüzü Zirvesinde Değişimin Gündemi. UNEP Türkiye Komitesi Yayını, s. 8-11.
- KERESTECİOĞLU, M., B. OCAKÇIOĞLU., D. ORHON. 1994. Organize Sanayi Bölgelerinde Ön Arıtma Gereksinimi-Adana Organize Sanayi Bölgesindeki Yaklaşım. İTÜ 4. Endüstriyel Kirlenme Profili Sempozyumu. İstanbul, 26-28 Eylül 1994, s.19-28.
- KOÇER, A., G. KAYA.1999. Organize Sanayi Bölgelerinde ÇED uygulamaları ve Karşılaşılan Zorluklar. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu-III. Gebze/Kocaeli, I.Cilt, s.561-570.
- KÖSEOĞLU, K.1995. Fiziko Kimyasal Arıtma Sistemlerinin Devreye Alınması Problemleri, Giderme Yöntemleri, Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi Semineri,s.2-8.
- LINSLEY, RAY K., J. B. FRONZİNİ., D. F. TCHOBANOGLIOUS 1992. Water Resources Engineering. Mc Graw-Hill. 499 p.
- ORHON, D.,O. TİMUR.1984.İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Su ve Endüstriyel Kirlenme Kontrolü ve Eğitimi Projesi, Endüstriyel Kirlenme Kontrolünde Bilgi Alma Esasları. İTÜ İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s.24-27.
- ÖZER, U. ve Diğerleri.1996. Bursa ve Çevresinde Kirlilik ve Kentleşme Profili. Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Sempozyumu. Bursa, 24-26 Haziran 1996, s.821-843.
- SAMSUNLU, A., L. AKÇA. Organize Sanayi Bölgelerinde Atıksu Arıtımı-Kayseri OSB Örneği. İTÜ 7. Endüstriyel Kirlenme Profili Sempozyumu. İstanbul, 20-22 Eylül 2000, s.203-210.
- SARIKAYA, H.Z., S. MERİÇ., E. YILMAZ., İ. TORÖZ. 1996. Organize Sanayi Bölgelerinde Arıtma Tesisi Maliyet Tahmini ve Katılım Paylarının Belirlenmesi. SKKD Cilt 6, Sayı (3): 43-51.

ŞENGÜL, F. 1991 Ön Arıtmanın Teknik Özellikleri Endüstriyel Atıksuların Ön arıtması -İSO- SKATMK, s.61-105.

ŞENGÜL, F., A. FİLİBELİ., A. MÜEZZİNOĞLU. 1997. Organize Sanayi Bölgelerinde Su Kirlenmesi Kontrolü : Bir Örnek Çalışma. Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu-II. Gebze/Kocaeli, I.Cilt, s.41-51.

TALINLI, İ., S. MERİÇ., İ. TORÖZ. Pollution Profile and Wastewater Treatment Alternatives for Industrial Estate. 1995. 3.rd Intl.Conf. Appropriate Waste Mgmt.Technologies for Developing Countries, NEERI, Nagpur. Feb.25-26,1995. Volume II, p.883-892.

TCHOBANOGLU, G., F.L.BURTON. 1990. Wastewater Engineering. Metcalf&Eddy, Inc., p 16-17.

TEBBUTT, T.H.Y. 1992. Principles of Water Quality Control. Pergamon Press. 98 p.

TERENCE, J. Mc GHEE. 1998. Water Supply and Sewerage. Mc Graw Hill, p.12-13.

TORAMAN, Ö.Y. 1999. Türkiye'deki Endüstriyel Atıksu Arıtma Çamurları ve Bertarafı. Arıtım Dünyası Eylül/Ekim 1999 sayı-16, 41-47.

TORÖZ, İ., S. MERİÇ., İ.TALINLI., H.Z. SARIKAYA. 1994. Bursa Organize Sanayi Bölgesinde Kirlenme Profili. İTÜ 4. Endüstriyel Kirlenme Profili Sempozyumu. İstanbul, 26-28 Eylül 1994, s.29-41.

TORÖZ, İ., S. MERİÇ., H.Z. SARIKAYA. 1996. Organize Sanayi Bölgelerinde Çevre Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi. Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Sempozyumu. Bursa, 24-26 Haziran 1996, s. 465-472.

TÜNAY, O., R. ARTAN., D. ORHON. 1984. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Endüstriyel Atıkların Kontrolü ve Kısıtlama Esasları Projesi-Gelişme Raporu. İTÜ Çevre ve Şehircilik Uygulama Araştırma Merkezi. İstanbul, s.12-14.

TÜNAY, O., D. ORHON, A. ÇETİNER., C. GİRİTLİOĞLU., N. ZEREN., H. DÜLGER., F. GERMİRLİ. 1986. Tuzla Atıksu Toplama Alanı İçindeki Endüstri Tesislerinin Konumu ve Kirlenme Yüklerinin Belirlenmesi. İTÜ İnşaat Fakültesi. İstanbul, s.21-23.

TÜNAY, O., D. ORHON, R.TAŞLI. 1988. Büyükçekmece ve Ömerli Havzasındaki Endüstri Tesislerinin Konumu ve Kirlenme Yüklerinin Belirlenmesi. İTÜ İnşaat Fakültesi. İstanbul, s.11-18.

YILMAZ, E. 1996. Organize Sanayi Bölgelerinde Arıtma Tesisi Maliyet Tahmini ve Katılım Paylarının Belirlenmesi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s.

**EKLER**

**EK-1**

**SU KİRLİLİĞİ KONTROL YÖNETMELİĞİ İLGİLİ TABLOLAR**

**TABLO 10: TEKSTİL SANAYİ ATIKSULARININ ALIC ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI**

**Tablo 10.1: Sektör: Tekstil Sanayi (Açık Elyaf, İplik Üretimi ve Terbiye)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	80	60
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	350	240
Amonyum Azotu(NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	-
Serbest Klor	(mg/L)	0.3	-
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Sülfür(S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0.1	-
Sülfid	(mg/L)	1	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	10	-
Balık Biyodenyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

**Tablo 10.2: Sektör: Tekstil Sanayi (Dokunmuş Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	90	70
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	400	300
Toplam Askıda Katı Madde	(mg/L)	140	100
Amonyum Azotu(NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	-
Serbest Klor	(mg/L)	0.3	-
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Sülfür(S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0.1	-
Sülfid	(mg/L)	1	-
Fenol	(mg/L)	1	0,5
Balık Biyodenyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

**Tablo 10.3: Sektör: Tekstil Sanayi (Pamuklu Tekstil ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	90	60
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	250	200
Toplam Askıda Katı Madde	(mg/L)	160	120
Amonyum Azotu(NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	-
Serbest Klor	(mg/L)	0.3	-
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Sülfür(S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0.1	-
Sülfıt	(mg/L)	1	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	10	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

**Tablo 10.5: Sektör: Tekstil Sanayi (Örgü Kumaş Terbiyesi ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	50	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	300	200
Amonyum Azotu(NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	5	-
Serbest Klor	(mg/L)	0.3	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	10	-
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Sülfür(S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0.1	-
Sülfıt	(mg/L)	1	-
Fenol	(mg/L)	1	0.5
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

**Tablo 10.7: Sektör: Tekstil Sanayi (Sentetik Tekstil Terbiyesi ve Benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	100	80
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	400	300
Sülfür(S <sup>-2</sup> )	(mg/L)	0.1	-
Fenol	(mg/L)	1	0.5
Çinko (Zn)	(mg/L)	12	10
Balık Biyodeneyi (ZSF)		3	2
pH		6-9	6-9

**TABLO 15: METAL SANAYİ ATIKSULARININ ALICI ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI****Tablo 15.7:Sektör: Metal Sanayi (Sıcak Galvanizleme Çinko Kaplama) Tesisleri**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	200	-
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	125	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	-
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	400	
Kadmiyum(Cd)	(mg/L)	0.1	
Demir (Fe)	(mg/L)	3	
Florür(F <sup>-</sup> )	(mg/L)	50	-
Çinko (Zn)		5	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10	-
pH		6-9	-

**Tablo 15.12:Sektör: Metal Sanayi (Metal Taşlama ve Zımparalama Tesisleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	800	-
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	125	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	-
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	300	-
Nitrit Azotu (NO <sub>2</sub> -N)	(mg/L)	10	-
Toplam Krom	(mg/L)	1	-
Krom(Cr <sup>+6</sup> )	(mg/L)	0.5	-
Kurşun(Pb)	(mg/L)	1	-
Toplam Siyanür(CN <sup>-</sup> )	(mg/L)	0.2	-
Kadmiyum(Cd)	(mg/L)	0.1	-
Aluminyum(Al)	(mg/L)	3	-
Demir (Fe)	(mg/L)	3	-
Florür(F <sup>-</sup> )	(mg/L)	30	-
Bakır (Cu)	(mg/L)	1	-
Nikel(Ni)	(mg/L)	1	-
Çinko (Zn)	(mg/L)	3	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		30	-
pH		6-9	-

**Tablo 15.14:Sektör: Metal Sanayi (Laklama/Boyama)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	800	-
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	125	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	-
Toplam Krom	(mg/L)	1	-
Krom(Cr <sup>+6</sup> )	(mg/L)	0,5	-
Kurşun(Pb)	(mg/L)	1	-
Kadmiyum(Cd)	(mg/L)	0.5	-
Aluminyum(Al)	(mg/L)	3	-
Demir (Fe)	(mg/L)	3	-
Bakır (Cu)	(mg/L)	2	-
Nikel(Ni)	(mg/L)	1	-
Çinko (Zn)	(mg/L)	3	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10	-
pH		6-9	-



**Tablo 15.15:Sektör: Metal Sanayi (Aluminyum Hariç olmak üzere Demir Dışı Metal Üretimi)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	100	50
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	125	100
Kadmiyum(Cd)*	(mg/L)	0.5	-
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	-
Civa(Hg)*	(mg/L)	-	0.05
Çinko (Zn)*	(mg/L)	5	-
Kurşun(Pb)*	(mg/L)	2	-
Bakır (Cu)*	(mg/L)	2	-
Demir (Fe)*	(mg/L)	10	-
Toplam Krom*	(mg/L)	2	-
Krom(Cr <sup>+6</sup> )*	(mg/L)	0.5	-
Arsenik*	(mg/L)	0.1	-
Nikel(Ni)*	(mg/L)	3	-
Toplam Siyanür(CN)*	(mg/L)	0.1	-
pH		6-9	-

\*Bu parametrelerden hangilerinin atıksuda bulunması bekleniyorsa, onların analizleri yapılmalıdır. Aksi takdirde bunların dışındaki parametreler analizlenerek tabloda verilen değerlere uygunlukları kontrol edilmelidir.

**TABLO 17: SERİ MAKİNA İMALATI, ELEKTRİK MAKİNALARI VE TEÇHİZATI, YEDEK PARÇA SANAYİ ATIKSULARININ ALICI ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	250	100
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	10
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> -N)	(mg/L)	150	100
Krom(Cr <sup>+6</sup> )	(mg/L)	0.5	0.5
Kurşun(Pb)	(mg/L)	2	1
Toplam Siyanür(CN <sup>-</sup> )	(mg/L)	0.5	0.1
pH		6-9	6-9

**TABLO 14:KİMYA SANAYİ ATIKSULARININ ALICI ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI**

**Tablo 14.5:Sektör: Kimya Sanayi (Boya Hammadde ve Yardımcı Madde Üretimi ve benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	200	150
Krom(Cr <sup>+6</sup> )	(mg/L)	0.5	0.3
Kadmiyum(Cd)	(mg/L)	0.15	0.1
Çinko (Zn)	(mg/L)	4	3
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Kurşun(Pb)	(mg/L)	-	1
Demir (Fe)	(mg/L)	30	-
Toplam Siyanür(CN <sup>-</sup> )	(mg/L)	2	1
Balık Biyodeneyi (ZSF)	(mg/L)	6	3
PH		6-9	6-9

**Tablo 14.8:Sektör: Kimya Sanayi (Plastik Maddelerin İşlenmesi ve Plastik Malzeme Üretimi)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı(BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	50	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	250	100
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	65	45
Yağ ve Gres	(mg/L)	25	10
Toplam Fosfor	(mg/L)	2.5	1
Balık Biyodeneyi (ZSF)	(mg/L)	6	3
pH		6-9	6-9

**Tablo 14.11:Sektör: Kimya Sanayi (Kauçuk Üretimi ve benzerleri)**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı(BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	60	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	200	100
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	65	45
pH		6-9	6-9

**TABLO 5 :GIDA SANAYİ ATIKSULARININ ALICI ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI**

**Tablo 5.9:Sektör: Gıda Sanayi (Sebze, Meyve Yıkama ve İşleme Tesisleri )**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı(BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	60	45
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	200	100
pH		6-9	6-9

**Tablo 5.10:Sektör: Gıda Sanayi (Bitki İşleme Tesisleri ve benzerleri )**

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE	KOMPOZİT NUMUNE
		2 saatlik	24 saatlik
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı(BOİ <sub>5</sub> )	(mg/L)	60	50
Askıda Katı Madde(AKM)	(mg/L)	200	150
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9

## TEŞEKKÜR

Öncelikle çalıőmalarım sırasında sağladıkları bilgi, gösterdikleri sabır,özveri ve anlayıőtan dolayı Danıőmanım Sayın Yrd.Doç.Dr.Seval K. Akal SOLMAZ'a,

Çalıőmalarım esnasında literatür tarama ve uygulama çalışmalarında her türlü yardımını esirgemeyen, TÜBİTAK-TEAL Çevre Yüksek Mühendisi Hilal AZAK'a,

Yardımlarından dolayı Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr. Hüseyin S.BAŐKAYA'ya,

Yardımlarından dolayı, Demirtaş Organize Sanayi Bölge Müdürlüğü(DOSAB)'ne ve Çevre Mühendisi Berna YALÇIN'a

Çalıőmalarım sırasında her türlü yardımı esirgemeyen değerli iő arkadaşlarıma,

Her zaman her konuda desteđini ve sevgisini esirgemeyen aileme,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Gökhan Ekrem Üstün

## ÖZGEÇMİŞ

Çevre Mühendisi Gökhan Ekrem Üstün 11.09 1976 tarihinde Ankara'da doğmuştur. İlköğrenimini Kırıkkale Tınaz İlkokulu'nda, ortaöğrenimini Kırıkkale Atatürk Ortaokulu'nda, Kırıkkale Lisesi'nde tamamlamıştır. 1994 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenime başlamış ve 1998 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başlamıştır.

1998 yılı Aralık ayından bu yana Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.

