

DERİ ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ MERKEZİ SİSTEM İLE ARITILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Recep İLERİ, Veysel BULUR

Özet- Deri endüstrisi çok kirli atıksu oluşturan sektörlerden biridir. Bu çalışmada; Sakarya İli, Adapazarı Merkez İlçesinde şehir içinde kalmış deri işletmelerinin Organize Sanayi Bölgesine taşınması halinde merkezi arıtma tesisi planlanması gerekmektedir. Arıtma tesisi üniteleri, boyutları, kullanılan kimyasal maddeler, atıksu miktarları ve atıksu karakteristikleri irdelenmiştir. Aktif çamur havalandırma havuzu hacmine tesir eden parametrelerin etkisi, simülasyon çalışmaları yapılarak belirlenmiştir. Ayrıca, Merkezi arıtma tesisi için KOI, AKM ve Debi parametrelerine bağlı olarak, yatırım maliyeti ve işletme maliyeti hesapları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deri endüstrisi, Atıksu, Merkezi Arıtma Tesisi, Maliyet.

Abstract- Leather Industry is one of the industries which are produced the great amount of wastewater. In this study; leather industries located Sakarya city, Adapazarı towncenter, in a case transferred to Third Organized Industrial Estate, centralized treatment plant should be planed. Units of treatment plant, dimensions, chemical materials used, wastewater amounts and examined. Effect of parameters on volume of activated sludge aeration basin has been determined by simulation studies. In addition, according to COD, SS and flowrate parameters for centralized treatment plant were been estimated, investment and management cost.

Keywords: Leather Industry, Wastewater, Centralized Treatment Plant, Cost.

I. GİRİŞ

Deri, insanoglunun kullandığı ilk elbise türü olarak bilinmektedir. Günümüzde ise cazibesi, sağlamlığı ile pahalı giyecekler arasında yer almaktadır. Ayakkabı gibi temel giyecekler insanoglu için vazgeçilmezdir. Birçok alanda kullanılan deriden insanoglunun uzaklaşması oldukça zor görünmektedir.

Bugün gelişen teknolojiler kullanılarak, modern şartlarda deri imalatı yapılmaktadır. İşlenmesinde zamandan tasarruf, sağlamlık ve ekonomik olması için değişik kimyasal maddeler kullanılmaktadır.

Kimyasal maddelerin bir kısmı atıksuya bir kısmı ise deri bünyesinde kalmaktadır. Atıksuya karışan kimyasal maddeler alıcı ortamda toksik etki yaparak doğal canlı hayatı yok etmektedir. Yer altı sularına karışarak çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Deri endüstrisi, en çok kirlilik oluşturan sektörlerden biridir. Atıksular arıtıma tabi tutulmadan alıcı ortama verilmemelidir [1].

Bu çalışmada; Sakarya İli, Merkez Serdivan Beldesi, Çark Sanayii, Yeni Tabakhaneler, Çark Deresi kenarında bulunan deri işletmelerinde anket çalışması yapılmıştır. Deri işletmelerinin hiçbirinde arıtma tesisi bulunmamaktadır. Atıksular arıtılmadan Çark Deresine deşarj edilmektedir [5].

I.1. Hammaddesi ve Deri Çeşitleri

Hammadde, ham deridir. Deriler, küçükbaş ve büyükbaş hayvan derileri olarak gruplandırılabilir. Küçükbaş hayvanlar koyun, kuzu, keçi ve oğlak, büyükbaş hayvanlar ise sığır ve camızdır. Bunların yanı sıra az miktarda olmak üzere at, katır ve deve derileri ile av ve kürk hayvanlarının derileri de işlenmektedir. Son zamanlarda kürk hayvancılığı yetiştiriciliği de yaygınlaşmaktadır.

Ülkemizde dini bayramlardan Kurban Bayramında kesilen hayvanlardan çıkan deriler, mezbahalardan ve ithalat yolu ile deri temin edilmektedir.

Ham deriler işlenme tarzlarına ve kullanım alanlarına göre çeşitlilik arz etmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır [1].

- Harçlı Kösele
- Vidala
- Vaketa
- Rugan
- Güderi
- Kromlu Kösele
- Kürk-Süet
- Yarma
- Muton-dore
- Sahtiyan
- Semikrom Kösele
- Napa
- Nubuk
- Glase

1.2. Deri Endüstrisinin Durumu

Deri endüstrisi, bölgelerimizden Ege, Marmara, Akdeniz, ve İç Anadolu bölgelerinde faaliyet göstermektedir. Diğer bölgelerde de faaliyette olan deri işletmeleri bulunmaktadır.

Deri endüstrilerinde işlenmesi bakımından çeşitlilik arzeder. 374'ü Vidala, 66'sı Kösele, 285'i elbiselik deri, 43'ü kürk-süet, 56'sı fason deri, 29'u finisaj ve 62'si diğer deri türleri işlemektedirler. İlimizde bulunan deri işletmelerinde ise Vidala yani ayakkabılık deri imalatı yapılmaktadır [2].

1.3. Sakarya'da Deri İşleme Tesisleri

Sakarya İli, Merkez İlçesi, Çark Sanayi, Yeni Tabakhaneler Mevkii, Çark Deresi kenarında 18 adet deri işleme tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerde büyükbaş hayvan derileri işlenmektedir. Az sayıda koyun derileri (post) de işlenebilmektedir. Büyükbaş hayvanlardan sığır cinsine ait hayvan derileri, çoğunlukla ayakkabı yüzlüğünde kullanılan "Vidala deri" çeşidi işlenmektedir.

Proses işlemlerinden sepilemede deri şişmektedir ve şişen deri belirli bir kalınlıkta yanılarak iç ve dış yüz olmak üzere iki tür deri ortaya çıkmaktadır. Yanılan deri iç yüzeyi "Yarma deri" olarak adlandırılır ve iş eldiveni vs. yapılmak üzere ilgili kuruluşlar tarafından alınmaktadır [3].

1.4. Proses Akım Şeması

Ham derinin işlenmesindeki amaç; deriye sudan etkilenmeyen, mikroorganizmaların tesiriyle çürüyüp kokmayan ve kullanma amacına göre estetik ve istenen çeşitli özelliklerin kazandırılmasını sağlamasıdır. Deri işlendikten sonra yumuşak, esnek, elastik, sağlam ve kullanım yerlerine göre çeşitli renk, kalınlık ve değişik evsaflarda deri elde edilmektedir.

Deri endüstrilerinde uygulanan işlemler, derinin kullanılacağı yere ve hayvan derisinin türüne göre farklı işlemler gerektirir.

II. DERİ İŞLEME AŞAMALARI VE PROSESLERİ

Deri endüstrisinde ham deri, çeşitli prosesler ve kimyasal işlemler sonucunda kullanıma elverişli hale getirilmektedir. Bu proseslerin hepsinde kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Derinin kullanıma elverişli hale getirilmesi dört aşamada çeşitli işlemler sonucu gerçekleştirilir [3].

- A) Kireçleme İşlemleri,
 - a) Islatma/Yıkama İşlemi
 - b) Kireçleme İşlemi
 - c) Kavaleta İşlemi
 - d) Kireç Giderme İşlemi
- B) Tabaklama İşlemleri,
 - a) Sama İşlemi
 - b) Piklaj (Salamura) İşlemi
 - c) I.Sepileme (Kromlama) İşlemi
 - d) Sıkma İşlemi
 - e) Yarma İşlemi
 - f) Tıraşlama İşlemi
 - g) Retanaj (II.Sepileme) İşlemi
- C) Boyama ve Yağlama İşlemleri,
 - a) Boyama İşlemi
 - b) Yağlama İşlemi
 - c) Sıkma, Açma ve Kurutma İşlemleri
- D) Bitirme (son) İşlemleri,
 - a) Tavlama ve Zımparalama İşlemi
 - b) Finisaj (Cilalama) ve Ölçme İşlemi

III. Proseslerde Kullanılan Su Miktarları

Deri endüstrisinde kullanılan suların hepsi atıksuya dönüşmektedir. Su tüketimi her prosesde farklı olmaktadır. 1 kg. deri için 80-100 l su kullanılmaktadır.

Sakarya İli, Merkez İlçesi, Çark Sanayii, Yeni Tabakhaneler'de faaliyet gösteren GÜNEŞ DERİCİLİK TESİSİ bu çalışma için örnek seçilmiş olup, büyükbaş hayvan derilerinden sığır cinsi derileri işlemektedir. Tesis deri üretiminde kullanılan ekipmanları itibariyle teknolojik olarak son sistem değildir. Ancak yarı otomatik makinalar yardımıyla deri imalatı yapmaya devam etmektedir [3].

Güneş Dericilik Tesisinden alınan bilgilere göre; 1000 kg tuzlu ham derinin işlenebilmesi için proseslerde kullanılan su miktarlarının genel proses aşamalarında su sarfiyatı yüzdesi ve miktarları toplamı Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Genel toplam su sarfiyat yüzdeleri ve miktarları

Su Kullanımı Prosesleri	Su Kullanımı (%)	Su Miktarı (l/1000 kg)
Islatma/Yıkama	600	6000
Kireçlemede	500	5000
Kavaleta	100	1000
Kireç Giderme	900	9000
Piklaj	270	2700
II.Sepileme	500	5000
Boyama ve Yağlama	210	2100
Fabrika Yıkama ve Kullanım	200	2000
Genel Toplam	3280	32800

1 ton (1000 kg) ham derinin istenilen amaçla kullanılır hale getirilebilmesi için bir deri işletmesinde yaklaşık olarak 32.8 (yaklaşık 40) katı su harcanmaktadır. Sakarya'da bulunan işletmelerde 1 kg ham derinin

kullanılır hale getirilebilmesi için 40 l su kullanıldığı tespit edilmiştir.

III. KULLANILAN KİMYASAL MADDELER

Günümüzde kimyasal maddeler artık laboratuvar koşullarında üretilmekten çıkarak, ticari amaçlar için gizli formüllerle şekillenerek elde edilmektedir. Deri endüstrisinde imalatı yapılacak 1000 kg ham deri için kullanılacak kimyasal maddeler ve kullanım miktarları Tablo 2.'de verilmiştir [1,3].

Tablo 2. Deri endüstrisinde kullanılan kimyasal maddeler ve miktarları

Kimyasal Adı ve Ticari Adı	Kimyasal Formülü	Kullanım Miktarı (kg)	Kullanıldığı Prosesler	Deri ile Temas Süresi
Sodyum Sülfür, (Zımık)	Na ₂ S	25	Kireçleme	24 st
	"	5	"	"
Kalsiyum Hidroksit, (Kireç)	Ca(OH) ₂	25	"	20-25 dk
	"	25	"	"
Amonyum Sülfat, (Gübre)	(NH ₄) ₂ SO ₄	15	Sama	20 dk
Triopon	Bazosym T 100	8	"	"
Sodyum Klorür, (Tuz)	NaCl	105-110	Piklaj (salamura)	10 dk
Formik Asit	HCOOH	5	"	15 dk
Sülfürik Asit	H ₂ SO ₄	12-15	"	2-2.5 st
Krom Sülfat	Cr ₂ (SO ₄) ₃	25	Sepileme	1 st
	"	37.5	"	4-5 st
Sodyum Bikarbonat	NaHCO ₃	5-6	"	1 st
	"	5-6	"	1 st
Krom Sülfat	Cr ₂ (SO ₄) ₃	12.5	"	2 st
Sodyum Bikarbonat (Soda)	NaHCO ₃	4	"	1 st
Dolap Boyası	"	4	Boyama	20 dk
Dolgu Maddeleri	Mimoza(toz)	8	Dolgu(toz)	20 dk
	Relugan RE	8	Dolgu(sıvı)	20 dk
	Valeks	4-8	Dolgu(toz)	20 dk
Yağlama	Bitkisel/ Hayvansal	24	Yağlama	1 st

IV. DEŞARJ EDİLECEK ALICI ORTAM STANDARTLARI

IV.1. Su Kirliliği Kontrolü Çalışmalarında Yasal Dayanaklar

09.08.1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'na istinaden çıkartılan, 04.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" (SKKY)'nin 37 maddesi gereğince; Deri endüstrilerinin, Deşarj İzni alması gereken endüstrilerden olup, Tablo 12 'ye dahil olmaktadır. Sektör olarak; Deri, deri mamulleri ve benzeri endüstrilerinin atıksularının alıcı ortama deşarj standartları belirlenerek kirlilik oluşturan parametreler aşağıya çıkarılmıştır [6];

- 1) Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BOI₅, (mg/l),
- 2) Kimyasal Oksijen İhtiyacı, KOI, (mg/l),
- 3) Askıda Katı Madde, AKM, (mg/l),
- 4) Yağ ve Gres, (mg/l),
- 5) Sülfür, S⁻², (mg/l),
- 6) Krom, Cr⁺⁶, (mg/l),
- 7) Toplam Krom, (mg/l),
- 8) Balık Biyodenyi, ZSF, (adet),
- 9) pH

Bu parametrelerin kontrolü amacıyla 2 saatlik ve 24 saatlik kompozit numune alınmak suretiyle analizler yapılır. 24 saatlik kompozit numune veya günlük çalışma saati toplamı boyunca alınan kompozit numune 3 yıl geçerli olan "Deşarj İzni" işlemlerinde uygulanmakta olup, periyodik kontroller için 2 saatlik kompozit numune alınarak analizler yapılmaktadır.

IV.2. Alıcı Ortam Standartları

Deri endüstrisi için SKKY-Tablo 12: Deri, deri mamulleri ve benzeri endüstrilerinin atıksularının alıcı ortama deşarj standartları" adlı tabloda 2 saatlik ve 24 saatlik kompozit numune kontrollerinde karşılaştırılmasına esas alınacak standart parametre değerleri Tablo 3.'de gösterilmiştir.

Tablo 3. SKKY-Tablo 12: Deri ve deri mamulleri ve benzeri endüstrilerinin atıksularının alıcı ortama deşarj standartları

Parametre	Kompozit Numune (2 saat)	Kompozit Numune (24 saat)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BOI ₅ , mg/l	150	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, KOI, mg/l	300	200
Askıda Katı Madde, AKM, mg/l	125	-
Yağ ve Gres,	30	20
Sülfür, S ⁻² , mg/l	2	1
Krom, Cr ⁺⁶ , mg/l	0.5	0.3
Toplam Krom, mg/l	3	2
Balık Biyodenyi ZSF, adet	4	4
PH	6-9	6-9

Deri Endüstrisi atıksu analizleri ve SKKY'de standart değerlerle karşılaştırılması Tablo 4.'de verilmiştir.

Tablo 4. Proseslerden çıkan atıksuların analizinin SKKY-Tablo 12 ile karşılaştırılması

Parametreler	S.K.K.Y. Tablo 12. Kompozit Numune 2 saatlik	S.K.K.Y. Tablo 12. Kompozit Numune 24 saatlik	Karışık Anlık Numune
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BOI ₅ , (mg/l)	150	100	482
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, KOI, (mg/l)	300	200	1795
Askıda Katı Madde, AKM, (mg/l)	125	-	3840
Yağ ve Gres, (mg/l)	30	20	8846
Sülfür, S ²⁻ , (mg/l)	2	1	1140
Krom, Cr ⁺⁶ , (mg/l)	0.5	0.3	2.82
Toplam Krom (mg/l)	3	2	4.18
Balık Biyodenyi ZSF	4	4	-
PH	6-9	6-9	9.15

IV.3. Atıksuların Kirlilik Yükleri ve Eşdeğer Nüfus Oranları

Endüstriyel atıksuları, debi ve BOI kirlilik yükü olarak ifade etmek yerine, atıksu debilerinin ve kirlilik yüklerinin, kaç kişinin oluşturduğu kirliliğe eşdeğer olduğunu belirtmek daha anlamlı olabilir.

- Toplam oluşan BOI₅ kirlilik yükü;

$$\text{BOI}_5 \text{ atıksuda} = 2521.83 \text{ kg BOI}_5/\text{gün}$$

Bir insanın tek başına oluşturduğu BOI₅ kirlilik yükü 54 gr/kişi.gün ve harcadığı debi 100 l/kişi.gün olarak kabul edilirse;

$$\text{Eşdeğer Nüfus} = 2521.83 \div 0.054 = 46700 \text{ kişi}$$

$$\text{Hidrolik eşdeğer Nüfus} = 872 \div 0.1 = 8720 \text{ kişi}$$

V. ARITIM ÜNİTELERİ

Deri endüstrisinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım ünitelerinin yapılması halinde olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Arıtım Üniteleri;

- Izgaralar(Kaba ve İnce)
- Kum Tutucu
- Sülfür Giderme Ünitesi
- Dengeleme Havuzu
- Floklaştırma (yumaklaştırma)
- Ön Çökeltim Havuzu
- Aktif Karbonlu Aktif Çamur Havuzu
- Son Çökeltim Havuzu
- Çamur Yoğunlaştırıcı

Önerilen arıtma tesisi akım şeması Şekil 1.'de gösterilmiştir.

VI. KİRLİLİK YÜKLERİNİN GİDERİLMESİ

Atıksu içerisindeki kimyasal maddeleri arıtmak üzere Demir 3 Klorür (Ferri Klorür) kullanılacaktır. Atıksu içinde yeterli miktarda kireç bulunduğu için kullanılmayacaktır.

VI.1. Sülfür ve Krom için Reaksiyonlar

Kimyasal adı	Değerlikli hali	Kirleticinin değeri
Sodyum Sülfür	Na ₂ ⁺¹ S ⁻²	-2 değerlikli
Na=23 gr/mol	Sx=32 gr/mol	

Arıtım yöntemi olarak hem verimli hem de ekonomik olan katalizör olarak FeCl₃ ve yüzey havalandırıcı kullanılacaktır. Yüzey havalandırıcı kullanılarak yapılan havalandırmada 1 l.'ye 200 mg FeCl₃ verildiği zaman %98.3 arıtma verimi sağlanmıştır [4].

Atıksularda bulunan S²⁻ 1140 mg/l olup, % 98.3 arıtma ile 19.38 mg/l kalmaktadır ve dengeleme havuzuna verildiği takdirde kalan kısım (19.38 mg S²⁻/l) hızlı karıştırma sonucu FeCl₃ ile yapılan temasta giderilmeye devam edecektir. Hızlı karıştırma FeCl₃ kullanıldığı için tekrar %98.3 sülfür giderme verimi ile 0.33 mg/l (19.38 x (100-98.3)/100= 0.33 mg/l) sülfür atıksuda bulunacağı hesaplanmıştır. FeCl₃, Na₂S, Ca(OH)₂, H₂O ve O₂ kimyasal oksidayona uğramaktadır..

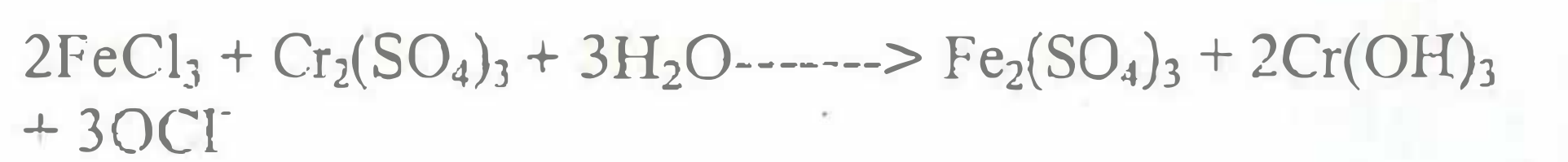
Kimyasal adı	Değerlikli hali	Kirleticinin değeri
Krom Sülfat	Cr ₂ ⁺³ (SO ₄) ₃ ⁻²	+3 değerlikli
Cr=52	SO ₄ =96	



Yukarıdaki denklemde; atıksu içinde bulunan krom sülfat zaten çökelebilen bir bileşiktir. Ama kireçle reaksiyon göstererek krom hidroksit olarak da çökelmektedir ve suda çözünmez.



Yukarıdaki denklemde; ilave edilen demir 3 klorürle atıksu içindeki kireç reaksiyona girerek dozajlama maddesi olarak demir hidroksit olarak çökelen bileşik oluşturur. Bu arada kalsiyum klorür tuzu oluşarak atıksuyun tuzlanmasını sağlamaktadır ve bu tuz çökerek çamurda kalmaktadır.



Yukarıdaki denklemde demir 3 klorürle atıksu içindeki krom sülfat ve su reaksiyona girerek dozajlama maddesi

olarak demir sülfat ve çökelen krom hidroksit oluşmaktadır.

VI.2. Deşarj Edilen Atıksuyun Standart Değerlerle Karşılaştırılması

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Tablo 12'de bulunan deri endüstrisine ait endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları ile yapılacak arıtma tesisi ile atıksular arıtılarak çıkan parametre değerlerinin karşılaştırılması Tablo 5.'de verilmiştir.

Tablo 5. Önerilen atıksu arıtma tesisi çıkışı atıksularının SKKY-Tablo 12 ile karşılaştırılması

Parametreler	SKKY-Tablo 12 Kompozit Numune		Atıksu Deşarj Tahmini değerleri
	2 saatlik	24 saatlik	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BOI ₅ , (mg/l)	150	100	16
Kimyasal Oksijen İhtiyacı, KC ⁺ , (mg/l)	300	200	103
Askıda Katı Madde, AKM, (mg/l)	125	-	54
Yağ ve Gres, (mg/l)	30	20	15
Sülfür, S ²⁻ , (mg/l)	2	1	0.33
Krom, Cr ⁺⁶ , (mg/l)	0.5	0.3	<0.3
Toplam Krom (mg/l)	3	2	<2
Balık Biyodenyi ZSF	4	4	-
PH	6-9	6-9	8

VII. BİYOKİNETİK KATSAYILARLA BİYOREAKTÖR HACMİ SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

VII.1. Tam Karıştırmalı Geri Döngülü Biyoreaktör Bağıntısı

$$V = \frac{Y * \theta_c * E * Q * S_0}{X * (1 + k_d * \theta_c)}$$

bağıntısı kullanılmıştır.

- V : Havuz hacmi (m³)
Q : Giriş debisi (m³/gün)
S₀ : Giriş BOI₅ konsantrasyonu (mg/l)
X : Biyokütle konsantrasyonu (mg/l)
k_d : Ölüm hız sabiti (gün⁻¹)
Y : Verim sabiti (kg MLSS/kg BOI₅)
θ_c : Çamur yaşı (gün)
E : BOI₅ giderme yüzdesi (%)

VII.2. Simülasyon Çalışmasında Kullanılan Parametre Değerleri

Atıksu analizi ve boyutlandırma sonucunda çıkan değerler alınmıştır.

$$Q : 872 \text{ m}^3/\text{gün} \quad S_0 : 178.34 \text{ mg BOI}_5/\text{l}$$
$$X : 198.72 \text{ mg/l} \quad \theta_c : 6.7 \text{ gün}$$
$$E : 90 \%$$

Biyokinetik katsayılar [12];

$$k_{dmin}:0.06 \text{ gün}^{-1} \quad Y_{min} : 0.30 \text{ kg MLSS/kg BOI}_5$$
$$k_{dort} : 0.186 \text{ gün}^{-1} \quad Y_{ort} : 0.64 \text{ kg MLSS/kg BOI}_5$$
$$k_{dmax} : 0.40 \text{ gün}^{-1} \quad Y_{max} : 0.80 \text{ kg MLSS/kg BOI}_5$$

VII.3. Biyoreaktör Hacmi ile Giriş Kirlilik Yükü Arasındaki İlişki

Biyokinetik katsayı olarak verim sabiti (Y) ve ölüm hız sabiti (k_d)'nin min, ort ve max değerleri kullanılmıştır. Y sabit tutularak k_d'ye ait min, ort ve max değerler simüle edilmiştir ve Şekil 2.'de verilmiştir. Havuz hacminin, arıtma verimi (E %), çamur yaşı θ_c (gün) ve biyokütle konsantrasyonu X (mg/l) arasındaki ilişkiler ise Şekil 3., Şekil 4. ve Şekil 5.'de verilmiştir.

VII.4. Simülasyon Çalışmasının Değerlendirilmesi

Şekil 2.'de görülebileceği gibi biyoreaktör hacmi ile giriş kirlilik yükü arasındaki bağıntı doğru orantılı olup, lineer artış göstermektedir. Kirlilik yükünün artması halinde biyoreaktör hacmi de artmaktadır.

Şekil 3.'de Y ve k_d'nin ortalama değerleri kullanılarak arıtma verimi (E) ile biyoreaktör hacmi (V) arasında; doğru orantılı olduğu görülmektedir ve lineer bir artış izlemektedir. Verimin (E) artırılması halinde havuz hacmi (V) de artmaktadır.

Şekil 4.'de Y ve k_d değerlerinin ortalama değerleri kullanılarak çamur yaşı (θ_c) ve biyoreaktör havuz hacmi (V) arasında; çamur yaşının 1.7 – 10.7 gün arasında nonlineer ve 10.7 – 20.7 gün arasında lineer olduğu görülmektedir. Çamurun yaşının 10.7 gün üzerinde olması halinde havuz hacminde küçük hacimlerde büyüme olduğu ancak 1.7 – 10.7 gün arasında olması halinde ise havuz hacminin aşırı büyük yapılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Şekil 5.'de ise Y ve k_d değerlerinin ortalama değerleri kullanılarak biyokütle konsantrasyonu (X) ve biyoreaktör havuz hacmi (V) arasında; bağıntıda X ile V ters orantılı olması nedeniyle, biyokütle konsantrasyonu 100.72 – 292.72 mg/l arasında nonlineer ve 292.72 – 404.72 mg/l arasında lineer bir azalma bulunmaktadır. Biyokütle konsantrasyonunun artması halinde havuz hacminin azaldığı görülmektedir. Biyokütleyi artırmanın havuz hacmi üzerinde fazla bir tesiri olmadığı görülmektedir.

VIII. İLK YATIRIM VE İŞLETME MALİYETİNİN BELİRLENMESİ

Endüstri atıksularının deşarj edilmesiyle, alıcı ortamın yararlı kullanımına engel olmaması için her bir endüstri kuruluşunun arıtma tesisi yapması, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde çok büyük yatırımlar gerektirmektedir. Her bir endüstrinin, daha planlama safhasındayken belirli bir bölgede inşa edilmesi ve atıksu karakterlerine bağlı olarak bölgedeki tüm endüstriler için merkezi bir arıtmanın seçilmesi en uygun çözümdür.. Ülkemizde, çevre sorunlarına yol açmayacak veya minimize edebilecek sanayileşmenin gerçekleştirilmesi ve yatırımların yönlendirilmesi amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) modeli uygulanmaktadır. O.S.B.'lerde en uygun arıtma tesisinin seçilmesi ve hem ilk yatırım maliyeti hemde işletme maliyetlerine bölgedeki endüstri kuruluşlarının katılım paylarının hesaplanması son derece önemli ve gereklidir.

Bu nedenle İlimiz, Ferizli İlçesi hudutlarında planlanan ve yasal işlemlerin yapıldığı aşamada bulunan III.O.S.B.'de deri endüstri kuruluşlarının çalışmaları sürmektedir. Böyle bir organize sonucu sanayi bölgesinde yer alınması halinde oluşacak kirlilik profiline (KOI, AKM ve Debi) bağlı olarak inşa edilecek arıtma tesisinin maliyet boyutlarının belirlenmesi, arıtma tesisi ilk yatırım ve işletme maliyetlerine bölgedeki tüm deri endüstri kuruluşlarının katılım paylarının nasıl olması gerektiği tahmini bedeli incelenmiştir.

VIII.1. Maliyet Tahmini

VIII.1.1 İlk yatırım maliyetinin hesaplanması;

O.S.B.'de merkezi arıtma tesisi yapılacaktır. Merkezi arıtma fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım bölümlerinden oluşmaktadır.

$$Q_T=872 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Q_T : Günlük deşarj edilecek debi

$$\text{Milk}=2343 * Q^{0.7052} [10]$$

Milk: İlk yatırım maliyeti(\$)

$$\text{Milk}=2343 * 872^{0.7052}=277603 \$$$

VIII.1.2. İşletme maliyetinin hesaplanması;

Arıtma tesisi kurulması ile birlikte yılın 350 günü çalışacaktır. Arıtma tesisinde elektrik giderimi, kimyasal

madde ilavesi, personel istihdamı, amortisman giderleri v.b. konularda harcama yapılarak, işletme maliyeti oluşmaktadır.

Her bir işletme kendi kirlilik yükleri ve debileri bakımından katılım payı ödemek zorundadırlar.

$$Q_T=872 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Q_T : Günlük deşarj edilecek debi

$$\text{Mişl}=89.097 * Q^{0.9895} [10]$$

Mişl: İlk yatırım maliyeti(\$/yıl)

$$\text{Mişl}=89.097 * 872^{0.9895}=72361 \$ /\text{yıl}$$

VIII.2. Maliyetlere Katılım Payları

- Arıtma tesisine giren KOI ve AKM parametrelerinin değerleri,

$$\text{KOI}=1795 \text{ mg/l}$$

$$\text{AKM}=3840 \text{ mg/l}$$

- Arıtmaya giren günlük toplam KOI ve AKM yükü miktarı,

$$\text{KOI}_T=1795 * 10^{-3} * 872 = 1565.24 \text{ kg /KOI gün}$$

$$\text{AKM}_T=3840 * 10^{-3} * 872 = 3348.48 \text{ kg /AKM gün}$$

Maliyet yaklaşımında KOI, AKM ve debi parametreleri esas alınarak hesaplar yapılmıştır.

Tablo 6.'da arıtmada yer alan proseslerin maliyete olan etkisinin ilk yatırım ve işletme maliyetleri, Tablo 7.'de KOI, AKM ve debinin ilk yatırım maliyetine etkime yüzdeleri ve Tablo 8.'de ise KOI, AKM ve debinin işletme maliyetine olan etkime yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 6. Proseslerin her birinde maliyet yüzdeleri, işletme ve ilk yatırım maliyetleri

Prosesler	Maliyet Yüzde ri (%)	Her bir prosese ait İşletme Maliyetleri (\$/yıl) İŞM	Her bir prosese ait İlk Yatırım Mali. (\$/yıl) İYM
Pıhtılaştırma- Yumaklaştırma	70	50653	194322
Ön çökeltim	0.5	362	1388
Aktif karbonlu aktif çamur	27	19537	74953
Son çökeltim	0.5	362	1388
Çamur yoğunlaştırıcı	0.5	362	1388
Belt filtre	1.5	1085	4164
Toplam Maliyet	100	72361	277603

Not: Sülfür giderim prosesi sonradan eklendiği için hesaplamalara konulmamıştır. Izgara ve dengeleme havuzu maliyeti ise düşük olması nedeniyle dahil edilmemiştir.

Tablo 7. Proseslerin her birinde oluşan ilk yatırım maliyetleri ve etkiye yüzdeleri

Prosesler	Toplam İlk Yat. Maliyet (\$/yıl) İYM	Parametre Değerleri (Maliyet=Katsayı * İlk Yatırım Maliyeti)					
		KOI		AKM		DEBİ	
		Kats	\$/yıl (İYM1)	Kats	\$/yıl (İYM2)	Kats	\$/yıl (İYM3)
Pihtılaştırma- Yumaklaştırma	194322	-	-	0.10	19432	0.90	174890
Ön çökeltim	1388	-	-	0.15	208	0.85	1180
Aktif karbonlu aktif çamur	74953	0.50	37477	-	-	0.50	37477
Son çökeltim	1388	-	-	0.15	208	0.85	1180
Çamur yoğunlaştırıcı	1388	0.50	694	0.50	694	-	-
Belt filtre	4164	0.70	2915	0.30	1249	-	-
Toplam	277603		41086		21791		214727
Toplam etkiye yüzdesi			(İYM1/İYM) 0.15		(İYM2/İYM) 0.08		(İYM3/İYM) 0.77

Tablo 8. Proseslerin her birinde oluşan işletme maliyetleri ve etkiye yüzdeleri

Prosesler	Toplam İşletme Maliyet (\$/yıl) İŞM	Parametre Değerleri (Maliyet=Katsayı * İşletme Maliyeti)					
		KOI		AKM		DEBİ	
		Kats	\$/yıl (İŞM1)	Kats	\$/yıl (İŞM2)	Kats	\$/yıl (İŞM3)
Pihtılaştırma- Yumaklaştırma	50653	0.25	12663	0.25	12663	0.50	25327
Ön çökeltim	362	0.20	72	0.20	72	0.60	217
Aktif karbonlu aktif çamur	19537	0.70	13676	0.10	1954	0.20	3907
Son çökeltim	362	0.25	91	0.25	91	0.50	181
Çamur yoğunlaştırıcı	362	0.70	254	0.30	109	-	-
Belt filtre	1085	0.70	760	0.30	326	-	-
Toplam	72361		27516		15215		29632
Toplam etkiye yüzdesi			(İŞM1/İŞM) 0.38		(İŞM2/İŞM) 0.21		(İŞM3/İŞM) 0.41

VIII.2.1. Birim kirlilik yüküne düşen ilk yatırım maliyeti;

- Birim KOI maliyeti=26.25 \$/kg KOI
- Birim AKM maliyeti=6.51 \$/kg AKM
- 1 m³ DEBİ maliyeti=246.25 \$/kg KOI

Her bir işletmenin KOI, AKM ve DEBİ parametreleri için ödenmesi gereken ilk yatırım maliyetleri;

- 1 ton ham deri için 40 m³ su harcanmaktadır. Buna göre günlük oluşan KOI, AKM ve Debi miktarı,
KOI_{iş} = 1795 * 10⁻³ * 40 = 71.80 kg /KOI gün
AKM_{iş} = 3840 * 10⁻³ * 40 = 153.6 kg /AKM gün
Q_{iş} = 40 m³/gün

- Günlük KOI, AKM ve DEBİ parametrelerine bağlı olarak arıtma tesisi yapımında ödenmesi gereken ilk yatırım maliyeti;

$$\begin{aligned} \text{KOI} &= 71.80 * 26,25 = 1.884.75 \$ \\ \text{AKM} &= 153.6 * 6,51 = 999.94 \$ \\ \text{DEBİ} &= 40 * 246.25 = 9850 \$ \\ \text{TOPLAM} &= 1884.75 + 999.94 + 9850 = \underline{12735 \$} \end{aligned}$$

VIII.2.2. Birim kirlilik yüküne düşen işletme maliyeti;

- Birim KOI maliyeti=0.05 \$/kg KOI
- Birim AKM maliyeti= 0.012 \$/kg AKM
- 1 m³ DEBİ maliyeti= 0.093 \$/kg debi

Her bir işletmenin KOI, AKM ve DEBİ parametreleri için ödenmesi gereken işletme maliyetleri;

- 1 ton ham deri için 40 m³ su harcanmaktadır;
- Buna göre günlük oluşan KOI, AKM ve Debi miktarı,
KOI_{iş} = 1795 * 10⁻³ * 40 = 71.80 kg /KOI gün
AKM_{iş} = 3840 * 10⁻³ * 40 = 153.6 kg /AKM gün
Q_{iş} = 40 m³/gün

- Günlük KOI, AKM ve DEBİ parametrelerine bağlı olarak arıtma tesisinin işletilmesi için ödenmesi gereken işletme maliyeti;

$$\begin{aligned} \text{KOI} &= 71,80 * 0.05 = 3.59 \$/\text{gün} \\ \text{AKM} &= 153,6 * 0.012 = 1.84 \$/\text{gün} \\ \text{DEBİ} &= 40 * 0.093 = 3.72 \$/\text{gün} \\ \text{TOPLAM} &= 3.59 + 1.84 + 3.72 = \underline{9.15 \$/\text{gün}} \end{aligned}$$

VIII.2.3. İlk yatırım ve İşletme maliyetine katılım payı hesapları;

- Rilk yatırım=4.03 Rişletme=4.17
- R: Birim KOI giderme maliyetinin, birim AKM giderme maliyetine bölümüdür.
- K1ilk yatırım=0.05 K1işletme=0.05
- K1: Kirletici kaynağı temsil eden KOI parametresinin günlük yük cinsinden değerinin(kg/gün), atıksu arıtma tesisine giriş KOI parametresinin günlük yük cinsinden(kg/gün) değerine bölümüdür.
- K2ilk yatırım=0.05 K2işletme=0.05
- K2: Kirletici kaynağı temsil eden günlük debinin (m³/gün), atıksu arıtma tesisi girişinde ölçülen günlük debiye (m³/gün) bölümüdür.
- a ilk yatırım = 0.23 a işletme=0.59
- a: Toplam KOI etkiye yüzdesi+Toplam AKM etkiye yüzdesi

b ilkyatırım = 0.77 bişletme=0.41
b: Toplam debi etkime yüzdesi
I ilkyatırım =0.05 İşletme=0.05
I: Her bir işletmenin, ortalama işletmeye katılım katsayısı
- İşletmenin ödeyeceği ilk yatırım maliyeti= I * Toplam işletme maliyeti
İlk Yatırım Maliyeti=0.05 * 277603 \$= 13880 \$
- İşletme maliyeti= I * Toplam işletme maliyeti

Arıtma tesisinin 1 yıl (365 gün) çalıştığı dikkate alınacak olursa;
İşletme Maliyeti=0.05 * 72361 = 3618 \$/yıl = 9.91 \$/gün
Günde 1 ton ham deri işleyen ve 40 m³ atıksuyu bulunan bir işletmenin arıtma tesisinin merkezi olarak yapılması halinde ilk yatırım ve işletme maliyeti olarak katılım payları Tablo 9.'da verilmiştir.

Tablo 9. Deri işletmelerinin her birinin ilk yatırım ve işletme maliyetine katılım payları

1 ton ham deri işleyen ve 40 m ³ /gün atıksuyu bulunan	Maliyete Giren Parametrelerin \$ Dağılımları				Ryatırım=4.03 ayatırım=0.23 byatırım=0.77 Rişletme=4.17 aişletme=0.59 bişletme=0.41			
	KOI	AKM	DEBİ	Toplam	K1	K2	I	Maliyet
İlk yatırım maliyeti (Yatırım Maliyeti (\$)=Kirlilik yükü*Birim Maliyet)	1884	1000	9850	12734	0.05	0.05	0.05	12734 \$
İşletme Maliyeti (İşletme Maliyeti (\$/gün)=Kirlilik yükü*Birim Maliyet)	3.59	1.84	3.72	9.15	0.05	0.05	0.05	9.91 \$/gün

O.S.B.'de bulunması düşünülen deri endüstrisi kuruluşlarından, günde 1 ton (1000 kg) ham deri işleyen ve 40 m³ atıksu deşarj eden deri işletmesine ait kirlitici parametrelerinin (KOI ve AKM) ve debi parametresi dikkate alınarak ilk yatırım ve işletme maliyeti etkime yüzdeleri Tablo 10.'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Kirlitici parametrelerin ilk yatırım ve işletme maliyeti etkime yüzdeleri

Kirlitici Parametre	Toplam İşletme Maliyetine Etkime Yüzdesi	Toplam İlk Yatırım Maliyetine Etkime Yüzdesi
KOI	0.38	0.15
AKM	0.21	0.08
DEBİ	0.41	0.77

Deri endüstrisinde yapılan 1 ton (1000 kg) ham deri imalatında 40 m³ atıksu oluşmaktadır. 1 m³ atıksuyun arıtılabilmesi için yaklaşık olarak ilk yatırım ve işletme maliyeti yönünden masrafı Tablo 11.'de verilmiştir.

Tablo 11. Bir m³ atıksuyun ilk yatırım ve işletme maliyeti

Debi (m ³)	İlk Yatırım Maliyeti (\$)	İşletme Maliyeti (\$/gün)	Toplam (\$)
40	13880	9.91	13889.91 (ilk yatırım dahil)
1	347	0.25	347.25 (ilk yatırım dahil)
40	-	9.91	9.91 (ilk yatırım hariç)
1	-	0.25	0.25 (ilk yatırım hariç)

IX.SONUÇ

Bu çalışmada; deri endüstrisinin ilimizdeki durumu ve deşarj edilen atıksuların çevreye zarar vermeden, merkezi bir arıtma ile nasıl bir arıtma olacağı çalışması yapılmıştır.

Deri endüstrisinde kullanılan su miktarları araştırılmıştır ve 1 kg ham derinin işlenmesi için 40 ton su kullanıldığı tesbit edilmiştir.

Aynı zamanda kullanılan kimyasal maddeler ve miktarları ile çevreye vermiş oldukları tahribatlar incelenmiştir.

Deri endüstrisi atıksularının merkezi arıtmaya verilecek analiz değerleri ve arıtma sonucunda atıksu deşarjının 2872 sayılı Çevre Kanunu'na bağlı olarak çıkartılan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği-Tablo 12. standart değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

Endüstrinin en büyük çevre problemi olan sülfür parametresinin yüksek oluşu nedeniyle sülfürlü atıksuların ayrı arıtılması gerekmektedir. Çalışmada sülfürün 1140 mg/l iken 200 mg/l FeCl₃ katalizörü ile hava oksidasyonu uygulanması halinde %98.3 verim elde edilerek 19.38 mg/l 'ye inmiştir. Hızlı karıştırmada kullanılan demir klörür ile sülfür seviyesi 0.33 mg/l'ye inmiştir.

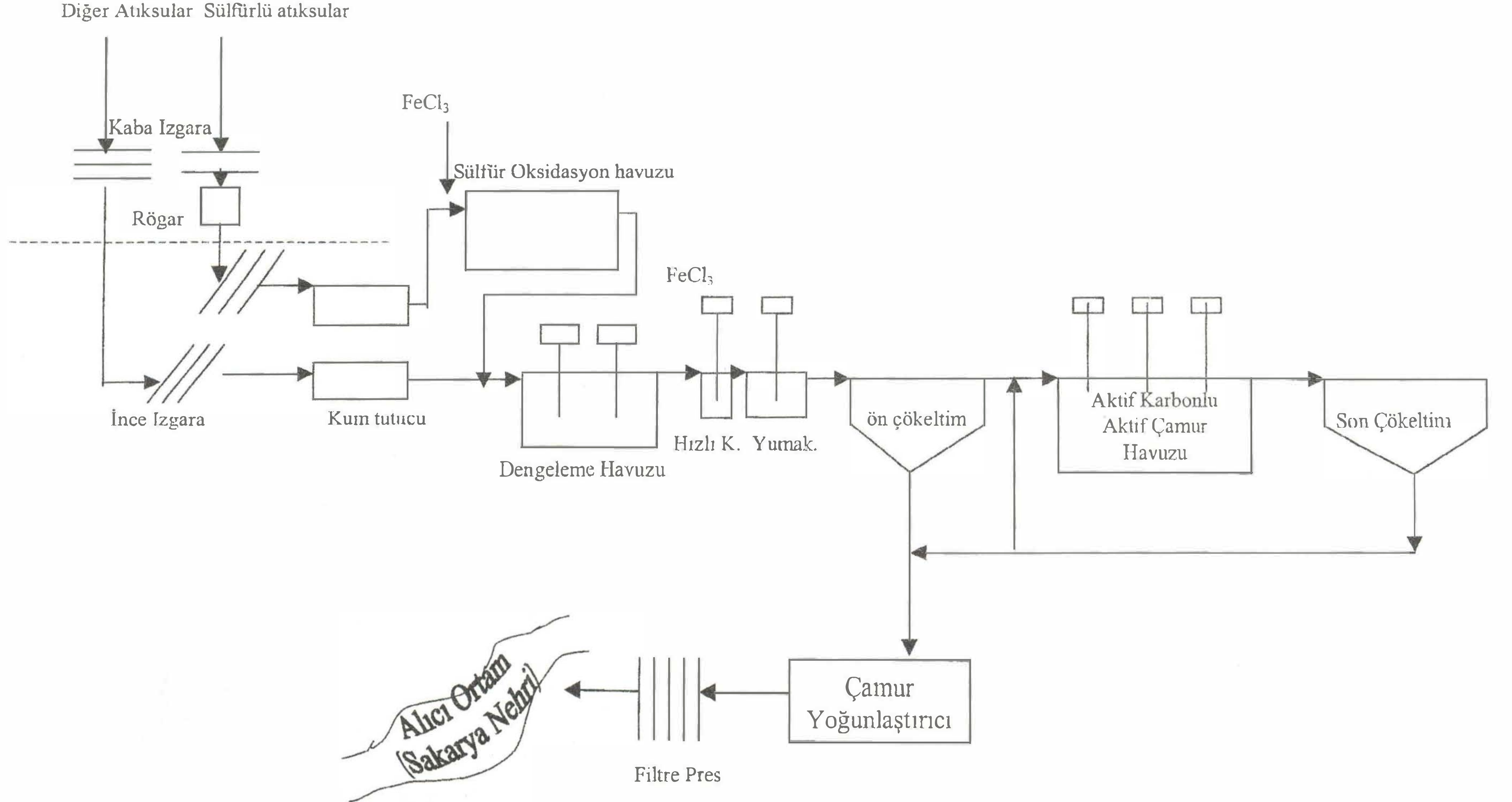
Dikromattaki +6 değerlikli krom düşük konsantasyonlarda bile biyolojik proseslere toksik etki yapar. Kroma tanınan tolerans, çökme özelliğinde olan +3 değerlikli olmasıdır ve artık çamur içinde kalmaktadır. +3 değerlikli krom; çözeltilinin pH'sını 8-10'a yükseltmek ve oluşan krom hidroksiti çöktürmek sureti ile uzaklaştırılabilir [1].

Tam karışımli geri döngülü biyoreaktör havuzu hacrine tesir eden biyokinetik katsayıların etkisi incelenmiştir. Sakarya İli, Ferizli İlçesi hudutlarında kurulan III.O.S.Bölgesinin ihtisas sanayi olarak çok kirli olan işletmelerin özellikle deri endüstrisinin taşınması halinde merkezi bir atıksu arıtma tesisi planlandığında işletmenin oluşturduğu debi, KOİ ve AKM parametrelerine bağlı olarak ilk yatırım payı ve işletmeye katılım payları hesap edilmiştir.

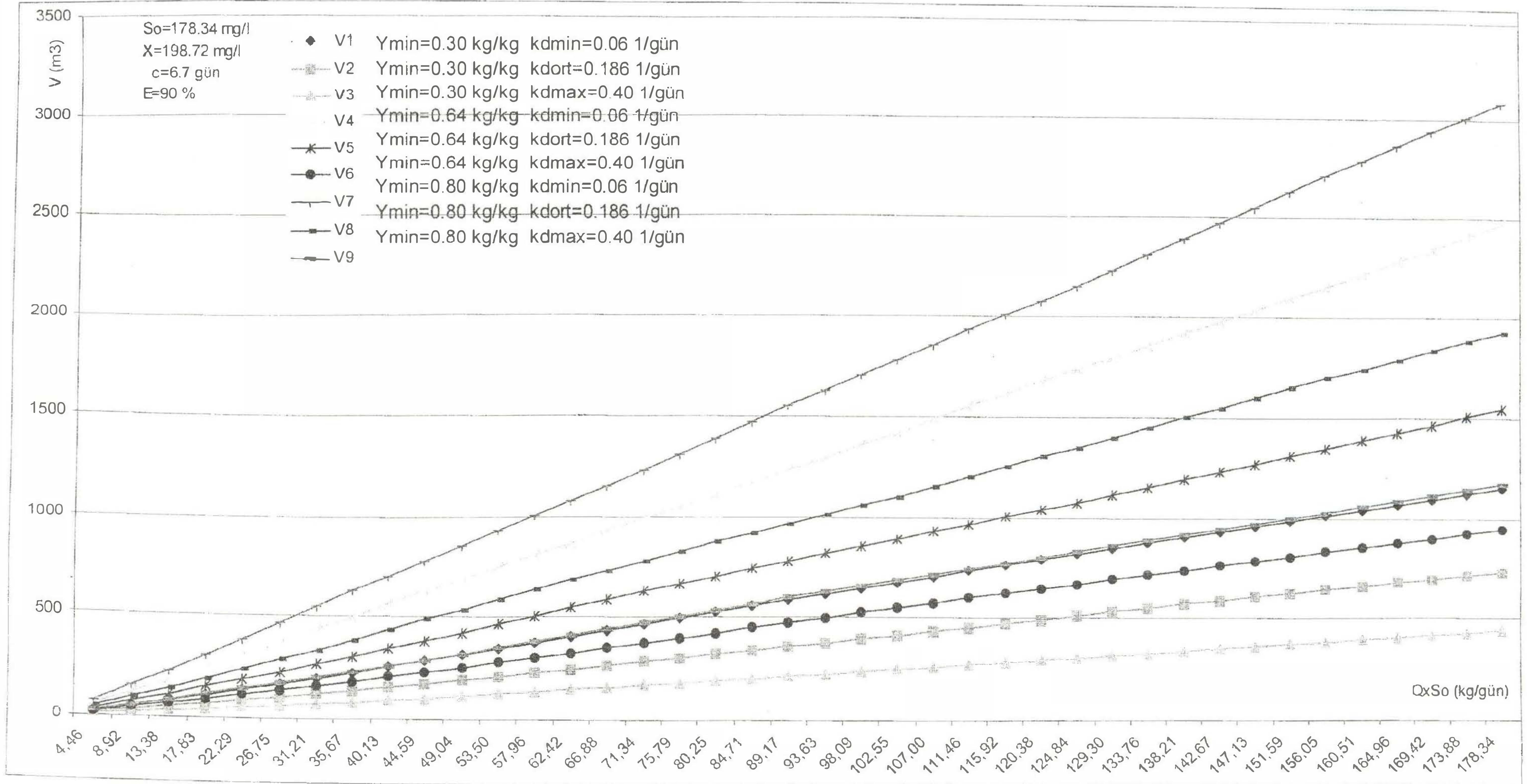
Ortalama olarak deri endüstrisinin atıksu karakterizasyonu aynı özelliği gösterdiği görülmüştür. Ve debiye orantılı olarak 1 m³ atıksu için ilk yatırım maliyetinin 347 \$ ve işletme maliyetinin 0.25 \$ olduğu tesbit edilmiştir.

KAYNAKLAR

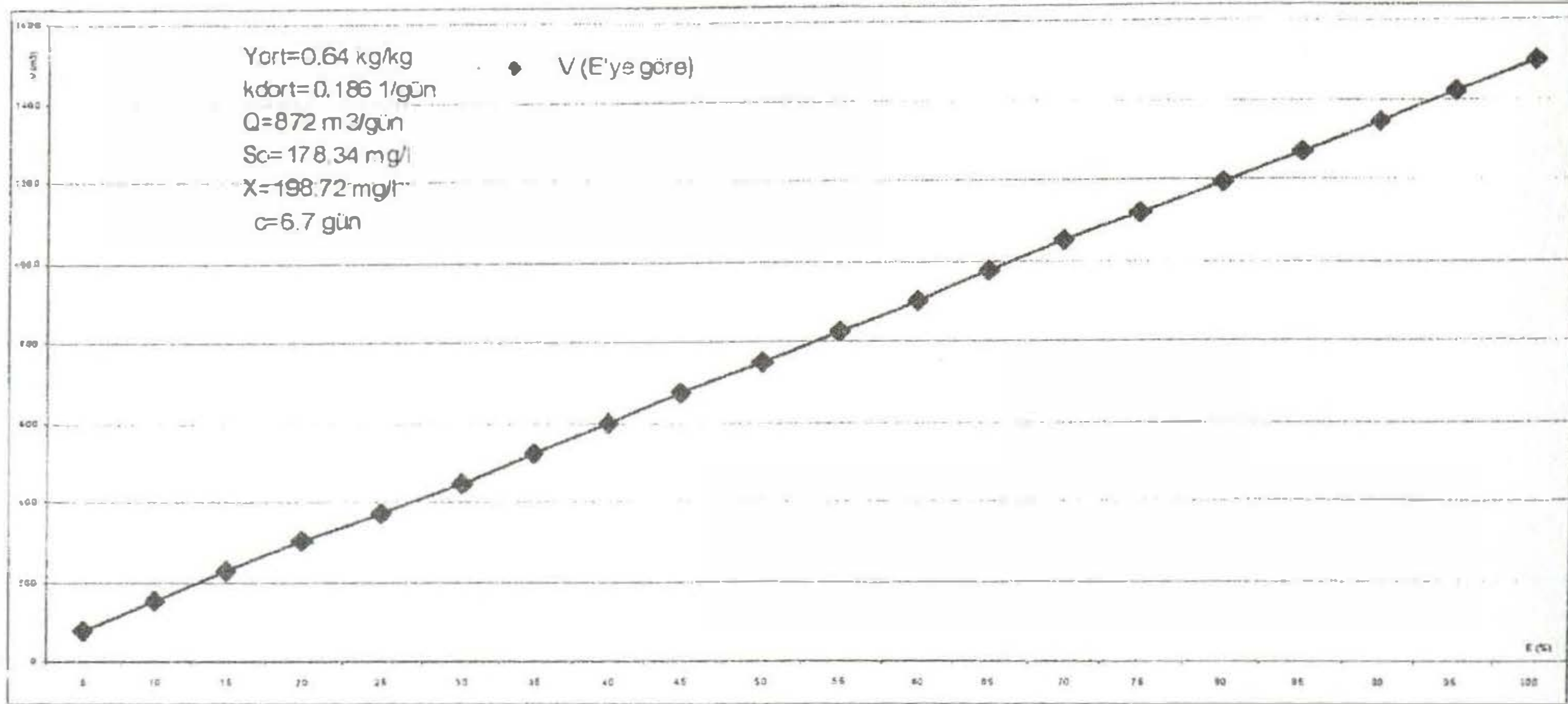
- [1] ŞENGÜL, F., "Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması", Deri Sanayi Atıksularının Özellikleri ve Arıtımı, İzmir, 1989
- [2] ÇED ve Planlama Genel Müd., "Çevreyi Öncelikle Etkileyen Bazı Sanayiler ve Temel Sektör Faaliyetleri", Ankara, 1996
- [3] Güneş Dericilik Tesisi, "Ahmet GÜNEŞ'ten alınan Bilgiler", Sakarya, 1999
- [4] ŞENGÖRÜR, B., "Deri Endüstrisi Atık Sularındaki Sülfürün Giderilmesi Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1984
- [5] Norm Çevre Mühendisliği ve Tic.Ltd.Şti, "Biga Deri Sanayii Toplu İşyeri Kooperatifi", Biga, 1995
- [6] Çevre Bakanlığı Mevzuatı, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği", Ankara, 1995
- [7] Çevre Bakanlığı, "Sakarya Valiliği İl Çevre Müdürlüğü Verileri", Sakarya, 1999
- [8] EROĞLU, V., "Atıksu Tasfiyesi Ders Notları"
- [9] EROĞLU, V., "Su Tasfiyesi", İTÜ İnş.Fak.Matbaası, İstanbul, 1995
- [10] SARIKAYA, H.Z., MERİÇ, S., YILMAZ, E. ve TORÖZ, İ., "O.S.B.'nde Arıtma Tesisi Maliyet Tahmini ve Katılım Paylarının Belirlenmesi", İTÜ 5.Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu'96, 25-27 Eylül, İstanbul, 1996
- [11] PINARLI, V., AKAL, S.K. ve BAŞKAYA, H.S., "Feasibility Studies and Conceptual Design Of Common Effluent Treatment System For Tanneries in Bursa Leather Organized Industrial Estate", Fourth International Synposium On Waste Management Problems in Agro-Industries İstanbul-Turkey 23-25 September", Bursa, 1998
- [12] İLERİ, R., "Çevre Biyoteknolojisi", Değişim Yayınları, Sayfa:208-209, Adapazarı, 2000



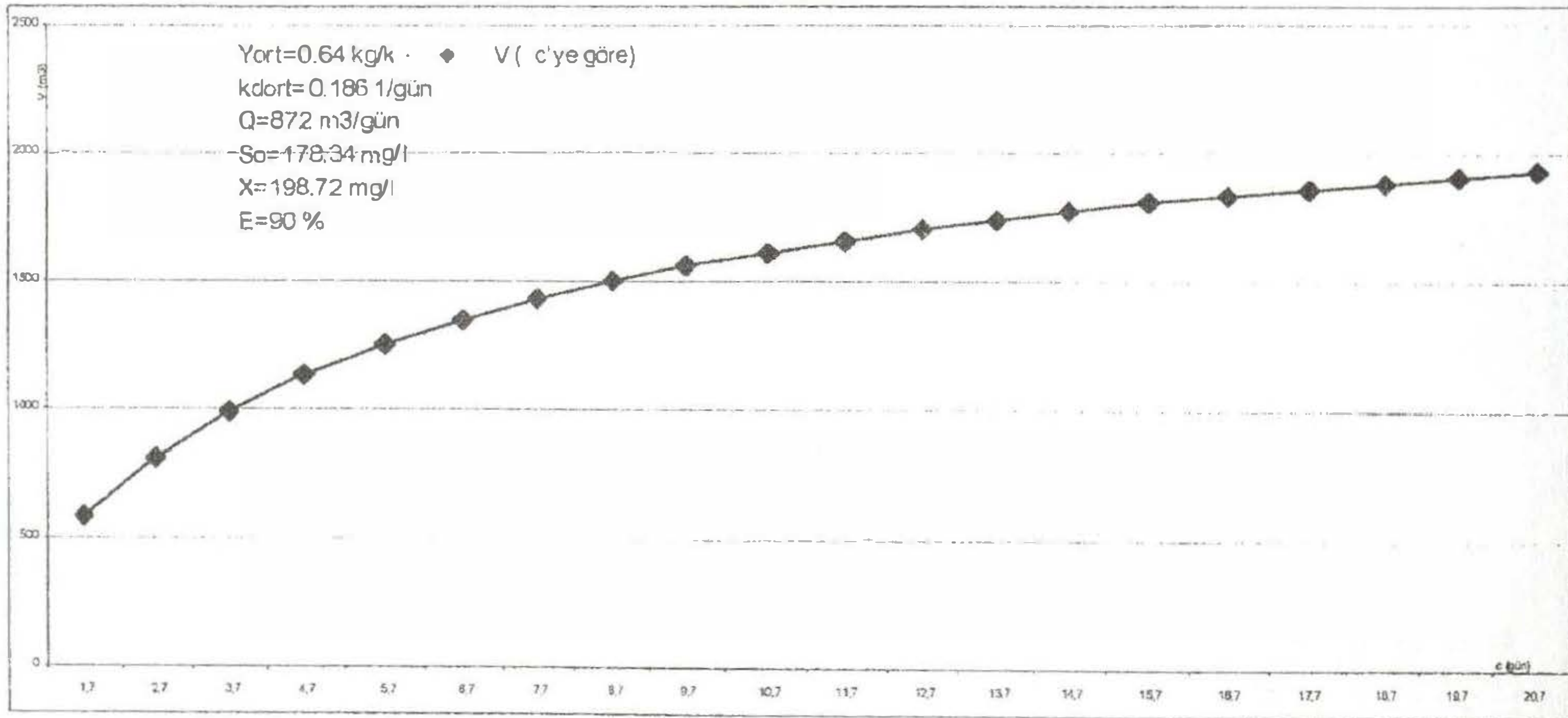
Şekil 1. Önerilen atıksu arıtma tesisi akım şeması



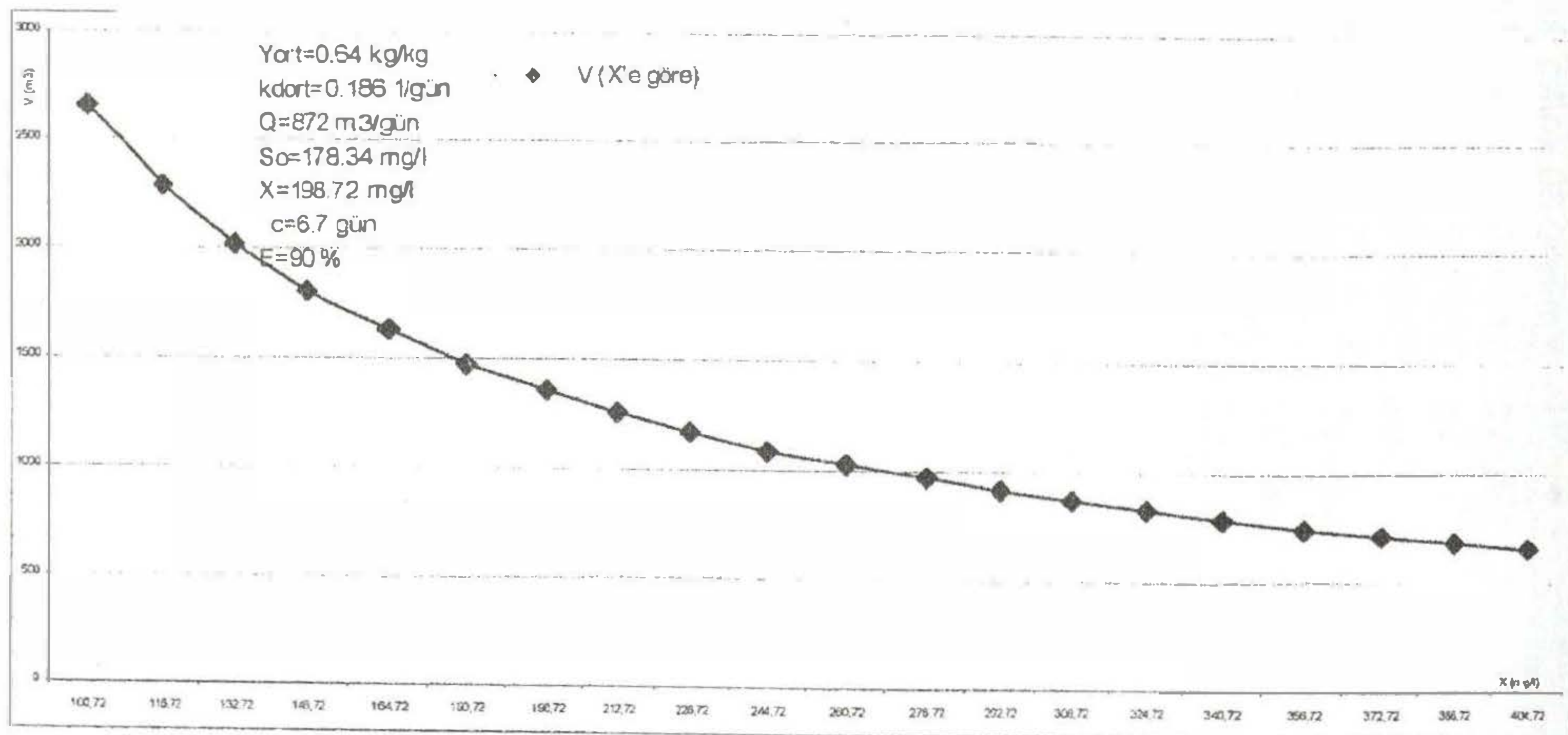
Şekil 2- kd ve Y'ye bağlı olarak, biyoreaktör hacmi(V) ile giriş kirlilik yükü(QxSo) ilişkisi



Şekil 3. Kdort, Yort sabit, biyoreaktör hacmi (V) ile kirlilik giderme (E) ilişkisi



Şekil 4. Kdort, Yort sabit, biyoreaktör hacmi (V) ile Çamur yaşı (Tc) ilişkisi



Şekil 5. Kdort, Yort sabit, biyoreaktör hacmi (V) ile Biyokütle konsantrasyonu (X) ilişkisi

Q	QxSo	Y _{min} =0.30 kg/kg So=178,34 mg/l X=198.72 mg/l Tc=6.7 gün E=90 %			Y _{ort} =0.64 kg/kg So=178,34 mg/l X=198.72 mg/l Tc=6.7 gün E=90 %			Y _{max} =0.80 kg/kg So=178,34 mg/l X=198.72 mg/l Tc=6.7 gün E=90 %			kd _{ort} =0.186 l/gün Q=178,34 mg/l X=198.72 mg/l Tc=6.7 gün E=90 %		
		kd _{min} =0.06 l/gün	kd _{ort} =0.186 l/gün	kd _{max} =0.40 l/gün	kd _{min} =0.06 l/gün	kd _{ort} =0.186 l/gün	kd _{max} =0.40 l/gün	kd _{min} =0.06 l/gün	kd _{ort} =0.186 l/gün	kd _{max} =0.40 l/gün	Y _{min} =0.30 kg/kg	Y _{ort} =0.64 kg/kg	Y _{max} =0.80 kg/kg
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V(1)	V(2)	V(3)
25	4,46	28,95	18,07	11,03	61,76	38,55	23,53	77,20	48,18	29,41	18,07	38,55	48,18
50	8,92	57,90	36,14	22,06	123,52	77,09	47,06	154,40	96,37	58,82	36,14	77,09	96,37
75	13,38	86,85	54,21	33,09	185,28	115,64	70,59	231,59	144,55	88,23	54,21	115,64	144,55
100	17,83	115,80	72,28	44,12	247,03	154,19	94,11	308,79	192,74	117,64	72,28	154,19	192,74
125	22,29	144,75	90,35	55,15	308,79	192,74	117,64	385,99	240,92	147,05	90,35	192,74	240,92
150	26,75	173,70	108,41	66,17	370,55	231,28	141,17	463,19	289,11	176,46	108,41	231,28	289,11
175	31,21	202,64	126,48	77,20	432,31	269,83	164,70	540,39	337,29	205,88	126,48	269,83	337,29
200	35,67	231,59	144,55	88,23	494,07	308,38	188,23	617,58	385,47	235,29	144,55	308,38	385,47
225	40,13	260,54	162,62	99,26	555,83	346,93	211,76	694,78	433,66	264,70	162,62	346,93	433,66
250	44,59	289,49	180,69	110,29	617,58	385,47	235,29	771,98	481,84	294,11	180,69	385,47	481,84
275	49,04	318,44	198,76	121,32	679,34	424,02	258,81	849,18	530,03	323,52	198,76	424,02	530,03
300	53,50	347,39	216,83	132,35	741,10	462,57	282,34	926,38	578,21	352,93	216,83	462,57	578,21
325	57,96	376,34	234,90	143,38	802,86	501,12	305,87	1003,57	626,40	382,34	234,90	501,12	626,40
350	62,42	405,29	252,97	154,41	864,62	539,66	329,40	1080,77	674,58	411,75	252,97	539,66	674,58
375	66,88	434,24	271,04	165,44	926,38	578,21	352,93	1157,97	722,77	441,16	271,04	578,21	722,77
400	71,34	463,19	289,11	176,46	988,14	616,76	376,46	1235,17	770,95	470,57	289,11	616,76	770,95
425	75,79	492,14	307,18	187,49	1049,89	655,31	399,99	1312,37	819,13	499,98	307,18	655,31	819,13
450	80,25	521,09	325,24	198,52	1111,65	693,85	423,52	1389,57	867,32	529,39	325,24	693,85	867,32
475	84,71	550,04	343,31	209,55	1173,41	732,40	447,04	1466,76	915,50	558,80	343,31	732,40	915,50
500	89,17	578,99	361,38	220,58	1235,17	770,95	470,57	1543,96	963,69	588,22	361,38	770,95	963,69
525	93,63	607,93	379,45	231,61	1296,93	809,50	494,10	1621,16	1011,87	617,63	379,45	809,50	1011,87
550	98,09	636,88	397,52	242,64	1358,69	848,04	517,63	1698,36	1060,06	647,04	397,52	848,04	1060,06
575	102,55	665,83	415,59	253,67	1420,44	886,59	541,16	1775,56	1108,24	676,45	415,59	886,59	1108,24
600	107,00	694,78	433,66	264,70	1482,20	925,14	564,69	1852,75	1156,42	705,86	433,66	925,14	1156,42
625	111,46	723,73	451,73	275,73	1543,96	963,69	588,22	1929,95	1204,61	735,27	451,73	963,69	1204,61
650	115,92	752,68	469,80	286,76	1605,72	1002,23	611,74	2007,15	1252,79	764,68	469,80	1002,23	1252,79
675	120,38	781,63	487,87	297,78	1667,48	1040,78	635,27	2084,35	1300,98	794,09	487,87	1040,78	1300,98
700	124,84	810,58	505,94	308,81	1729,24	1079,33	658,80	2161,55	1349,16	823,50	505,94	1079,33	1349,16
725	129,30	839,53	524,00	319,84	1791,00	1117,88	682,33	2238,74	1397,35	852,91	524,00	1117,88	1397,35
750	133,76	868,48	542,07	330,87	1852,75	1156,42	705,86	2315,94	1445,53	882,32	542,07	1156,42	1445,53
775	138,21	897,43	560,14	341,90	1914,51	1194,97	729,39	2393,14	1493,72	911,73	560,14	1194,97	1493,72
800	142,67	926,38	578,21	352,93	1976,27	1233,52	752,92	2470,34	1541,90	941,15	578,21	1233,52	1541,90
825	147,13	955,33	596,28	363,96	2038,03	1272,07	776,44	2547,54	1590,08	970,56	596,28	1272,07	1590,08
850	151,59	984,28	614,35	374,99	2099,79	1310,61	799,97	2624,73	1638,27	999,97	614,35	1310,61	1638,27
875	156,05	1013,22	632,42	386,02	2161,55	1349,16	823,50	2701,93	1686,45	1029,38	632,42	1349,16	1686,45
900	160,51	1042,17	650,49	397,05	2223,30	1387,71	847,03	2779,13	1734,64	1058,79	650,49	1387,71	1734,64
925	164,96	1071,12	668,56	408,07	2285,06	1426,26	870,56	2856,33	1782,82	1088,20	668,56	1426,26	1782,82
950	169,42	1100,07	686,63	419,10	2346,82	1464,80	894,09	2933,53	1831,01	1117,61	686,63	1464,80	1831,01
975	173,88	1129,02	704,70	430,13	2408,58	1503,35	917,62	3010,72	1879,19	1147,02	704,70	1503,35	1879,19
1000	178,34	1157,97	722,77	441,16	2470,34	1541,90	941,15	3087,92	1927,37	1176,43	722,77	1541,90	1927,37

E %	Yort=0.64 kg/kg kdort=0.186 1/gün Q=872 m3/gün So=178.34 mg/l X=198.72 mg/l Tc=6.7 gün	Tc gün	Yort=0.64 kg/kg kdort=0.186 1/gün Q=872 m3/gün So=178.34 mg/l X=198.72 mg/l E=90 %	X mg/l	Yort=0.64 kg/kg kdort=0.186 1/gün Q=872 m3/gün So=178.34 mg/l E=90 % Tc=6.7 gün
	V (E'ye göre)		V (c'ye göre)		V (X'e göre)
5	74,70	1,7	582,20	100,72	2652,76
10	149,39	2,7	810,18	116,72	2289,12
15	224,09	3,7	987,93	132,72	2013,16
20	298,79	4,7	1130,39	148,72	1796,57
25	373,48	5,7	1247,13	164,72	1622,06
30	448,18	6,7	1344,54	180,72	1478,45
35	522,88	7,7	1427,04	196,72	1358,21
40	597,57	8,7	1497,83	212,72	1256,05
45	672,27	9,7	1559,23	228,72	1168,18
50	746,96	10,7	1612,98	244,72	1091,80
55	821,66	11,7	1660,44	260,72	1024,80
60	896,36	12,7	1702,65	276,72	965,55
65	971,05	13,7	1740,44	292,72	912,77
70	1045,75	14,7	1774,46	308,72	865,46
75	1120,45	15,7	1805,25	324,72	822,82
80	1195,14	16,7	1833,25	340,72	784,18
85	1269,84	17,7	1858,83	356,72	749,01
90	1344,54	18,7	1882,28	372,72	716,86
95	1419,23	19,7	1903,86	388,72	687,35
100	1493,93	20,7	1923,79	404,72	660,18