

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİYOÇAMURLARIN SU MUHTEVASININ  
DÜŞÜRÜLMESİ İÇİN EN UYGUN POLİELEKTROLİT  
TÜRÜNÜN VE DOZAJININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çev.Müh. Deniz GÜNAY**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Fatih KARADAĞLI**

**Haziran 2007**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİYOÇAMURLARIN SU MUHTEVASININ  
DÜŞÜRÜLMESİ İÇİN EN UYGUN POLİELEKTROLİT  
TÜRÜNÜN VE DOZAJININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çev.Müh. Deniz GÜNAY**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 13 / 06 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr. Fatih KARADAĞLI**  
**Jüri Başkanı**

**Prof. Dr. Recep İLERİ**  
**Üye**

**Yrd. Doç Dr. Mustafa ÖZDEMİR**  
**Üye**

## TEŞEKKÜR

Bu çalıŐmayı titizlikle yöneten, çalışma süresince her türlü yardım ve teŐfiđi yapan, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim Sakarya niversitesi evre Mühendisliği đretim yelerinden Sn. Yrd. Doç. Dr. Fatih KARADAğLI'ya ve Karaman Kentsel Atıksu Arıtma Tesisinde tez çalıŐmam sresinde her türlü yardımı sunan ve çalıŐmama imkan sağlayan tüm arıtma personeline, lisans öğrenimim de dahil olmak üzere her zaman destek olan Sn. Yrd. Doç Dr. Mustafa ÖZDEMİR'e ve Sn. ArŐ. Gör. Hüseyin PEHLİVAN'a, bir buçuk yılı aŐkın zamandır birlikte çalıŐtım Delta Su Arıtma Sistemleri Müh. İnŐ. Ltd. Şti.'ndeki iŐ arkadaşlarıma ve her zaman bana destek olan aileme iten teŐekkürlerimi sunarım.

Deniz GÜNAY

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xviii

## BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	4
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	4
1.2. Literatür Çalışması .....	5

## BÖLÜM 2 .

BİYOÇAMURUN FLOKÜLASYON, KOAGÜLASYON VE SUSUZLAŞMASINDAKİ ETKEN POLİELEKTROLİT VE BİYOKATI OLUŞUMU .....	10
2.1. Biyokati Tanımı.....	10
2.2. Biyokatinin Oluşum Mekanizmaları .....	14
2.2.1. Çamur kaynakları.....	14
2.2.2. Çamur stabilizasyon yöntemleri .....	17
2.2.2.1. Kireçleme.....	18
2.2.2.2. Isıl işlem.....	18
2.2.2.3. Anaerobik çürütme .....	18
2.2.2.4. Aerobik çürütme .....	19
2.2.2.5. Kompostlama .....	20

2.2.3. Biyokattının Susuzlaştırılması .....	20
2.2.3.1. Doğal su alma yöntemleri .....	21
2.2.3.2. Mekanik su alma yöntemleri.....	23
2.2.3.3. Statik su alma yöntemleri .....	23
2.2.3.4. Dinamik metotlar.....	28
2.3. Susuzlaştırma Performansın Sağlanması İçin Kullanılan Polimer Polielektrolit.....	32
2.3.1. Polielektrolit tanımı .....	32
2.3.2. Polielektrolit kullanımıyla meydana gelen oluşumlar	33
2.3.2.1. Koagülasyon .....	33
2.3.2.2. Flokülasyon .....	33
2.3.2.3. Çamur susuzlaştırma .....	34

### BÖLÜM 3.

KARAMAN ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN EN UYGUN VE TÜR VE DOZAJDAKİ POLİELEKTROLİTİN SAPTANMASI ÜZERİNE DENEYSEL ÇALIŞMA .....	35
3.1. Atık Su Arıtma Çamurundan Örnek Alınması, Su-Kuru Madde Tayini.....	35
3.1.1. Örnekleme.....	35
3.1.2. Çamurdaki su ve kuru madde miktarı tayini.....	36
3.1.2.1.Etöv kullanılarak su ve kuru madde miktarının tayini.....	37
3.1.2.2.Kızılötesi lamba kullanılarak su ve katı madde miktarının tayini.....	37
3.2. Optimum Polielektrolit Tür ve Dozajının Belirlenmesi .....	38
3.2.1. Materyal ve metodlar.....	38
3.2.2. Uygulama.....	39
3.3.3.1. 18.01.2007 tarihli laboratuvar çalışması .....	39
3.2.2.2. 09.03.2007 tarihli laboratuvar çalışması .....	41
3.2.2.3. 10.03.2007 tarihli laboratuvar çalışması .....	50
3.2.2.4. 11.03.2007 tarihli laboratuvar çalışması .....	59
3.2.2.5. 02.04.2007 tarihli laboratuvar çalışması.....	75

3.2.2.6. 22.05.2007 tarihli laboratuvar çalışması .....	80
BÖLÜM 4.	
ANALİZLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	85
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	91

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

lt	: Litre
mg	: Miligram
Kg	: Kilogram
Gr	: Gram
m <sup>3</sup>	: Metreküp
Q	: Atıksu Debisi (m <sup>3</sup> /gün)
BOI <sub>5</sub>	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı (mg/lt)
KOI	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı (mg/lt)
AKM	: Askıda Katı Madde
KMM	: Kuru Madde Muhtevası % (kg/lt)
S	: Çamur Keki Debisi
H <sub>1</sub>	: Havalandırma 1
H <sub>2</sub>	: Havalandırma 2
Si	: Su İçeriği
KM	: Katı Madde
EPA	: Çevre Koruma Teşkilatı
Atü	: Basınç Birimi
SVI	: Çamur Hacim İndeksi
ÖÇ	: Ön Çökeltim
AÇ	: Aktif Çamur
DF	: Damlatmalı Filtre
Cd	: Kadmiyum
Cu	: Bakır
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Zn	: Çinko

Cr	: Krom
Hg	: Civa
Mo	: Molibden
Se	: Selenyum
As	: Arsenik
F	: Flويد
Mn	: Mangan
Fe	: Demir
Co	: Kobalt
Br	: Brom
Ag	: Gümüş
Sb	: Antimon
Bi	: Bizmut
U	: Uranyum
Ge	: Germenyum
Ba	: Baryum
Sn	: Kalay



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Biyočamur Bertarafının Şematize Edilişİ.....	13
Şekil 2.2.	Birincil Arıtım Sisteminin Akım Şeması.....	15
Şekil 2.3.	Aktif Çamur Sisteminin Kullanıldığı İkincil Arıtım.....	16
Şekil 2.4.	Damlatmalı Filtre Sisteminin Kullanıldığı İkincil Arıtım.....	17
Şekil 2.5.	Anaerobik Çürütme Tankları.....	19
Şekil 2.6.	Kurutma yatakları.....	22
Şekil 2.7.	Bir Vakum Filtre Sisteminin Çalışması.....	24
Şekil 2.8.	Yönlendirici Silindirli Vakum Filtre Sisteminin Çalışması.....	24
Şekil 2.9.	Plakalı Filtre Presin Yandan Görünüşü .....	25
Şekil 2.10.	Körüklü Filtre.....	28
Şekil 2.11.	Santrifüj Ayırıcı .....	29
Şekil 2.12.	Elekli Ayırıcı .....	30
Şekil 2.13.	Termik Kurutma Tesisi.....	31
Şekil 2.14.	Çamurun Çöple Birlikte Kompostlaşması.....	31
Şekil 3.1.	Filtrede Süzölen Zetag 7201 I ve Zetag Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyočamur Miktar-Süre İlişkisi (18/ 01/2007 ).....	40
Şekil 3.2.	Filtreden Süzölen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyočamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	42
Şekil 3.3.	Filtreden Süzölen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyočamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	42
Şekil 3.4.	Filtreden Süzölen Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolitli Biyočamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	43

Şekil 3.5.	Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	44
Şekil 3.6.	Filtreden Süzülen Zetag 7210I Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	44
Şekil 3.7.	Filtreden Süzülen Zetag 7265 Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	45
Şekil 3.8.	Filtreden Süzülen Zetag 7262 Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 ).....	46
Şekil 3.9.	Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 ).....	46
Şekil 3.10.	Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 ).....	47
Şekil 3.11.	Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 )	48
Şekil 3.12.	Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı ve Polielektrolit İlavesiz Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 ).....	49
Şekil 3.13.	Filtreden Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu,Su Ayrışması, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	51
Şekil 3.14.	Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	51
Şekil 3.15.	Filtreden Süzülen Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	52
Şekil 3.16.	Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	53

Şekil 3.17.	Filtreden Süzülen Zetag 7210I Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	54
Şekil 3.18.	Filtreden Süzülen Zetag 7265 Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	54
Şekil3.19.	Filtreden Süzülen Zetag 7262 Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 ).....	55
Şekil 3.20.	Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 ).....	55
Şekil 3.21.	Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 ).....	56
Şekil 3.22.	Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 )	57
Şekil 3.23.	Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Polielektrolit İlavesiz Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 ).....	58
Şekil 3.24.	Filtreden Süzülen Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri( 11/ 03/2007 ).....	60
Şekil 3.25.	Filtreden Süzülen Zetag 7208 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	60
Şekil 3.26.	Filtreden Süzülen Zetag 7266 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	61
Şekil 3.27.	Filtreden Süzülen Zetag 7264 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	62

Şekil 3.28.	Filtreden Süzülen Zetag 7263 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	63
Şekil 3.29.	Filtreden Süzülen Zetag 7270 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	64
Şekil 3.30.	Filtreden Süzülen Zetag 7265 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	64
Şekil 3.31.	Filtreden Süzülen Zetag 7262 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	65
Şekil 3.32.	Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	66
Şekil 3.33.	Filtreden Süzülen Penfloc 65205 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	66
Şekil 3.34.	Filtreden Süzülen Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	67
Şekil 3.35.	Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	68
Şekil 3.36.	Filtreden Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 ).....	68
Şekil 3.37.	Filtrede Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7208 Katyonik Polielektrolit Karışımli Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	69
Şekil 3.38.	Filtrede Süzülen Zetag 7266 ve Zetag 7264 Katyonik Polielektrolit Karışımli Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	70

Şekil 3.39. Filtrede Süzülen Zetag 7263 ve Zetag 7269 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	70
Şekil 3.40. Filtrede Süzülen Süzülen Zetag 7270 ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	71
Şekil 3.41. Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	72
Şekil 3.42. Filtrede Süzülen Penfloc 65205 ve Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	72
Şekil 3.43. Filtrede Süzülen Penfloc 65405 ve Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	73
Şekil 3.44. Filtrede Polielektrolitsiz Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 ).....	74
Şekil 3.45. Filtreden Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 ).....	76
Şekil 3.46. Filtreden Süzülen 6396 ST GB LOT 2234 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 ).....	76
Şekil 3.47. Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 ).....	77
Şekil 3.48. Filtreden Süzülen Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayırışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 ).....	78
Şekil 3.49. Filtrede Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 ve 6396 ST GB LOT2234 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 02/ 04/2007 ).....	78

Şekil 3.50. Filtrede Süzülen Penfloc 65105 ve Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 02/ 04/2007 ).....	79
Şekil 3.51. Filtreden Süzülen Zetag 7210I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Topaklaşma ve Su Ayrışması Dereceleri ( 22/ 05/2007 ).....	81
Şekil 3.52. Filtreden Süzülen Zetag 7201 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Topaklaşma ve Su Ayrışması Dereceleri ( 22/ 05/2007 ).....	81
Şekil 3.53. Filtrede Süzülen Zetag 7201 ve 7210I Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 22/ 05/2007 )	82

## TABLolar LİSTESİ

Tablo2.1.	Ülkemizde Bazı Atıksu Arıtma Tesislerine Ait Biyokatıların Ortalama Potansiyel Toksik Element Kapsamları (Ppm – Kuru Madde).....	11
Tablo2.2.	Biyokatıların Potansiyel Toksik Element Kapsamları (Ppm) .....	11
Tablo2.3.	Belt Filtre İçin Susuzlaştırma Çamur Verileri .....	26
Tablo3.1.	Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 18/ 01/2007 ).....	39
Tablo3.2.	Biyoçamurun 18/01/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	40
Tablo3.3.	Filtrede Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 ).....	46
Tablo3.4.	Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 ).....	47
Tablo3.5.	Filtrede Süzülen Penfloc Zetag 7210I ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo .....	47
Tablo3.6.	Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı ve Polielektrolit İlavesiz Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 ).....	48
Tablo3.7.	Biyoçamurun 09/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	49
Tablo3.8.	Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 ).....	55

Tablo3.9.	Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 ).....	56
Tablo3.10.	Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 ).....	56
Tablo3.11.	Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 ).....	57
Tablo3.12.	Biyoçamurun 10/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	58
Tablo3.13.	Filtrede Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7208 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007 ).....	69
Tablo3.14.	Filtrede Süzülen Zetag 7266 ve Zetag 7264 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007 ).....	69
Tablo3.15.	Filtrede Süzülen Zetag 7263 ve Zetag 7269 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 ).....	70
Tablo3.16	Filtrede Süzülen Süzülen Zetag 7270 ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007) .....	71
Tablo3.17.	Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 ) .....	71
Tablo3.18.	Filtrede Süzülen Penfloc 65205 ve Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 ) .....	72
Tablo3.19.	Filtrede Süzülen Penfloc 65405 ve Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 ) .....	73



Tablo3.20.	Filtrede Süzülen Polielektrolitsiz Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007).....	73
Tablo3.21.	Biyoçamurun 11/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	74
Tablo3.22.	Filtrede Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 ve 6396 ST GB LOT2234 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 02/ 04/2007 ).....	78
Tablo3.23.	Filtrede Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 02/ 04/2007 ).....	79
Tablo 3.24	Laboratuar Sonuçları Biyoçamurun 02/04/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	79
Tablo3.25.	Filtrede Süzülen Zetag 7201 ve 7210 I Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo (22/ 05/2007 ).....	82
Tablo3.26.	Laboratuar Sonuçları Biyoçamurun 22/05/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri.....	82
Tablo3.27.	Zetag 7210 I MSDS ( Malzeme Güvenlik Bilgi Formu ) .....	83
Tablo3.28.	Zetag 7201 MSDS ( Malzeme Güvenlik Bilgi Formu ).....	84

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Biyokatı, Polielektrolit, Optimum Dozaj

Atıksu arıtma tesislerinde biyokatı oluşumu ve minimize edilme yöntemleri önem arz eden hususlardır. Biyoçamur susuzlaştırması ile biyokatı miktarını azaltmayı hedefleyen polielektrolit kullanımı ülkemizde ve dünya çapında uygulanan bir yöntemdir. Çalışma Sakarya İli Karaman Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'nde biyoçamur su muhtevası düşürülmesinde en uygun polielektrolitin türü ve dozajının saptanmasına dayalıdır. Konuyla ilgili atıksu çamurunda polielektrolit ile flok oluşumu ve çökeltme, optimum dozaj kullanımı, farklı polielektrolitlerle çalışmalar ve verimleri, atıksu karakterizasyonundaki değişimin polielektrolit verimine etkisi çalışmalarının yapılmıştır. 17 adet katyonik polielektrolit 10 ml -15 ml ( % 2 sulu çözelti ) doz aralığında 150 ml lik biyoçamurlara verilmiş ve optimum polielektrolit ile en uygun doz aralığı belirlenmiştir. Buna göre en uygun polielektrolit 7201 kodlu numune olup, 12.5 ml dozajında kullanılmaktadır. Atıksu karakterizasyonu ile polielektrolit veriminin değişkenliğe uğraması sebebiyle, farklı tesislerde farklı biyokatı oluşum verimleri elde etmek mümkündür.

# **DETERMINATION OF DEWATERING TO BIOSLUDGE WITH OPTIMAL DOSAGE AND KING POLYELECTROLYTE**

## **SUMMARY**

Key Words: Biosludge, Polyelectrolyte, Optimum Dosage

Dewatering and sludge minimizations are important issues for municipal waste water treatment plants. This study evaluated dewatering process of municipal waste water treatment plant in the city of Sakarya, Turkey. Various cationic polyelectrolytes are tested for their dewatering capacity of the municipal sludge. The optimum polyelectrolyte type and its optimal dosage are through experimental studies 7201 of code number and 12.5 cc (% 2 watery solution) with 150 cc biosludge , respectively. The optimum dewatering and sludge thickening agents will very depending on the characteristics of municipal sludge.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde giderek önem kazanan doğal çevrenin korunması; atıkların büyük ölçüde çevre ile uyumlu hale getirilerek bilinçli bir şekilde bertarafı, minimize edilmesi veya arazide kullanılması ile mümkündür. Çünkü atıkların yeni kirliliklere yol açmadan değerlendirilmesi ekosistemin sürdürülebilirliğinin ön koşuludur.

Bilindiği gibi atık su arıtma çamuru, atık su arıtımı sonucu sıvı ya da yarı katı halde, kokulu ve uygulanan arıtma işlemlerine bağlı olarak % 0.025 ila % 12 arasında katı içeren atıklardır. Atık su arıtma teknolojisinde çamur arıtımı büyük ve artan öneme sahip bir durumdur. Çamurun büyük kısmı sudan oluştuğundan, işlenme, taşınma, depolanma ve uzaklaştırılmasında çeşitli problemlerle karşı karşıya kalınmaktadır.

Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra, çamurun işlenmesi ve bertarafı konusu atık su arıtımı ile uğraşan mühendislerin karşılaştığı en kompleks problemlerden biridir. Çamur problemi komplekstir, çünkü;

- Arıtılmamış atık su içinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu karakterini veren maddeleri içerir.
- Biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamur, ham atık su içerisindeki organik maddelerin bileşimi halinde, fakat başka bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğilimindedir. Çamurun sadece küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı da sudur, bu nedenle büyük hacimler işgal eder.

Arıtma tipine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri farklılık gösterir. Bunlar;

- Çökebilen katı maddelerin oluşturduğu ön çökeltim çamurları,
- Kimyasal arıtma ve koagülasyon sonucu oluşan kimyasal çamurlar,

- Biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan biyolojik çamur:
- İçme suyu arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurlar.

Ülkemizde atık su arıtma tesislerinin sayılarının her geçen gün artması, biyokatıların nasıl milimize edileceği ve değerlendirme koşulları konusunu yoğun olarak gündeme getirmektedir. Biyokatıların kullanımı konusunda mevcut uygulama genellikle, çöp depolama alanlarına atık olarak dökülmesi veya tesis yakınındaki çiftçiler tarafından gübre olarak bilinçsiz biçimde tarımsal üretimde kullanılması şeklindedir. Bu ve bunun gibi sorunlar dikkate alındığında, atık su arıtma tesislerinde biyokatı oluşumu ve milimize edilme yöntemleri daha fazla önem arz etmektedir.

Atık suların arıtım işlemlerinden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların alıcı ortamlara verilebilmeleri için stabilize edilmeleri gerekmektedir. Ham çamurun stabilize edildikten sonra aldığı isim biyokatıdır. Biyokatı tanımı arıtma çamuru ve işlenmiş arıtma çamuru ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Biyokatıların ne şekilde bertaraf edilecekleri, biyokatı susuzlaştırma yöntemleri ve ne şekilde değerlendirilecekleri konusu ülkelerin gündemlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Biyokatılar bünyelerinde dirençli organik bileşikler ve bitki gelişimi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini içerirler. Azot ve fosfor içerikleri biyokatıların gübre değerini ortaya koymakta, organik madde içerikleri de bu materyalin toprak ıslah etme açısından ayrı bir önem taşıdığını göstermektedir.

Bu yararlı özellikleri yanı sıra biyokatılar, çevreye zararlı olabilecek potansiyel toksik elementleri, patojen mikroorganizmaları ve parazitik organizmaların yumurtalarını içerebilmektedirler. Yüksek miktarda potansiyel toksik element içerebilen biyokatıların gübre olarak tarım arazilerinde kullanımı kısıtlanmaktadır. Ayrıca patojenleri giderilmemiş biyokatıların kullanımı, halk sağlığı açısından olası riskleri kontrol altında tutmak için sıkı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Diğer taraftan biyokatı kullanılarak yetiştirilen ürünleri tüketen insanların psikolojik tepkileri ile de karşılaşılmaktadır. Amerika'da biyokatı kullanılarak üretilmiş gıda ürünlerine karşı halkın olumsuz tutumunu uzun bir dönem sürmüş ancak Çevre Koruma Teşkilatı (EPA) tarafından 1981 ve 1993 yıllarında çıkarılan yönetmeliklerle

ve biyokatıların faydalı kullanım yollarını gösteren kampanyalar sonucunda, üretici ve tüketicilerin biyokatı kullanımını çevresel ve sosyal ilkeler açısından kabul etmeleri sağlanmıştır[1] .

Biyoçamur susuzlaştırması ile biyokatı miktarını azaltmayı hedefleyen polielektrolit kullanımı ülkemizde ve dünya çapında uygulanan bir yöntemdir.

Polielektrolit; polimerler yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. İçerdikleri adsorplanabilen gruplardan dolayı partikül veya yüklü floklar arasında köprü oluştururlar. Polielektrolitler pH'dan etkilenmeksizin koloidin etkin yükünü azaltarak koagülasyonu sağlarlar. İçme suyu arıtımında ve atık suda çamur susuzlaştırmada kullanılabilen en yaygın flokülasyon yardımcısıdır. Avantajları; daha büyük, dayanıklı ve kolay çökelir flok oluşturmaları, çamur debisinde ve koagülant madde dozunda azalma sağlamaları şeklinde özetlenebilir. Polielektrolitler ile oluşturulmuş floklar filtre yatağındaki yüksek kayma gerilmelerine karşı koyabilirler[2].

Üç tip polielektrolit bulunmaktadır:

- Katyonik polielektrolitler, negatif kolloid veya flokları adsorblar.
- Anyonik polielektrolitler, kolloid parçacıklarda anyonik gruplarla yer değiştirerek koloid ve polimer arasında hidrojen bağına izin verir.
- İyonik olmayan (naniyonik) polimerler ise katı yüzeyleri ile polimerdeki polar gruplar arasında hidrojen bağı ile parçacıkları adsorblayarak floklaşmalarını sağlar.

Atık su arıtım tesislerinde çamur susuzlaştırmada kullanılan polielektrolit türü katyonik polielektrolittir.

Sakarya için Adapazarı Büyükşehir Belediyesi tarafından Karaman Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi dizayn edilmiştir. Tesisten günde yaklaşık 70–80 ton biyokatı elde edilmektedir. Filtre preslerden sonra polielektrolit ilavesi ile susuzlaştırma işlemine tabii tutulan atık su çamuru, bu işlemde geçtikten sonra aylık oluşan çamur miktarı 450 tondur. Karaman Kentsel Atık Su Arıtma Tesisi'nden çıkan biyokatılar için döküm sahası bulunmama sorunu mevcuttur. Şu anda çöp döküm sahasına giden

arıtma çamurları düzenli depolanmamaktadır. Oysaki düzenli depolanabilecek arıtma çamurları birçok alanda kullanılabilir. Buna örnek olarak tarım alanlarda kullanım, yeni tesis edilen çim alanlarında kullanım, eğimli arazilerde kullanılmasının yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi, eski maden sahalarında rekreasyon amaçlı kullanım ve ileride çimento hammaddesi olarak kullanım verilebilir. Ülkemizde giderek yaygınlaşan atık su arıtma tesislerinden çıkan ve organik kökenli bir gübre olarak kullanılacak biyokatıların elden çıkarılması gereken bir atık değil de toprağı ıslah eden, üretimi artıran ve erozyonu da önleyebilen bir kaynak olduğu bilincinin yaygınlaştırılması gerekir[3].

### **1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Atık suların arıtım işlemlerinden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların alıcı ortamlara verilebilmeleri için stabilize edilmeleri gerekmektedir. Ham çamurun stabilize edildikten sonra biyokatı oluşmaktadır. Biyokatı tanımı arıtma çamuru ve işlenmiş arıtma çamuru ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Atık su çamurunda polielektrolit ile flok oluşumu ve çökeltme, optimum dozaj kullanımı, farklı polielektrolitlerle çalışmalar ve verimleri, atık su karakterizasyonundaki değişimin polielektrolit verimine etkisi gibi çalışmalar biyokatı oluşumunda önem teşkil eden durumlardır. Biyokatı oluşumunda bütün bu deneysel çalışmaların ayrı ayrı etkisi ve neticesi olduğu düşünüldüğünde; örnek bir tesis için harmanlanmış hali olarak biyoçamurun su muhtevasının düşürülmesinde en polielektrolit türü ve dozajının belirlenmesi çalışması düşünülmüştür. Atık su karakterizasyonu ile polielektrolit veriminin değişkenliğe uğraması sebebiyle, farklı tesislerde farklı biyokatı oluşum verimleri elde etmek mümkündür. Çalışma Sakarya İli Karaman Evsel Atık Su Arıtma Tesisi'nde biyoçamur su muhtevası düşürülmesinde en uygun polielektrolitin türü ve dozajının saptanmasına dayalıdır. Farklı türlerde ve dozajlarda polielektrolitlerle yapılan çalışmada süzülme zamanına bağlı olarak süzülme miktarları, flok oluşumları, flok boyları, bulanıklılık ve polimerin atık su çamurundan suyu bırakma performansı tespit edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, atıkların çevre ile uyumlu hale getirilebilmesi kapsamında; atık su arıtma tesisi biyoçamurunun biyokatı formuna dönüşümü esnasında kullanılan polielektrolitin dozaj ve tür olarak tesise olan uygunluğunu esas alır.

## 1.2. Literatür Çalışması

İlk defa 1870 yılında Amerika'da başlanmış olan arıtma işlemi günümüzde pek çok ülkede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bugün Türkiye'de de atık suların arıtımı konusu çevre politikalarımıza paralel olarak önem kazanmış ve işletmeye hızla artmıştır. Ülkemizde işletmeye açılan tesislerin çoğunun projelendirilmesinde ve işletilmesinde, dünyada kullanılan gelişmiş çevre teknolojileri başarıyla uygulanmaktadır.

Amerika'da 1993 yılı itibariyle ortaya çıkan 5.4. milyon ton biyokatının %33'ü arazide kullanılmaktadır. Arazide uygulanan biyokatların %67'si tarım alanlarında, %3'ü orman alanlarında, %9'u ıslah edilecek alanlarda, %9'u yeşil alanlarda ve %12'si torbalanarak satılmaktadır[4].

Avrupa'da 1992 yılı itibariyle elde edilen biyokatı miktarı ile ülke bazında bertaraf miktarı ve kullanım oranları incelendiğinde, üretilen biyokatı 7 milyon ton olup, bunun %37'si tarım alanlarında kullanılmaktadır[5].

Daha önce biyokatı oluşum mekanizmasındaki etken polielektrolit kullanımıyla ilgili; gerek endüstriyel atık su arıtma tesislerinde, gerekse evsel atıksu tesislerinde birçok çalışma yapılmış, flokülasyon, koagülasyon, susuzlaştırma verimi irdelenmiştir.

O.S. Amuda, I.A.Amoa ve O.O. Ajayi Human [6] tarafından gerçekleştirilen çalışmada; endüstriyel tesislerden kaynaklanan atık su çamurlarında polielektrolit kullanımıyla koagülasyon-flokülasyon performans optimizasyonu incelenmiştir. Human İçecek Fabrikası atık suyunda farklı polielektrolitlerin kullanılmasıyla yapılan çalışmada; atık suyundaki kirlilik prosesindeki flokülasyon, koagülasyon verimi saptanmış, farklı dozajlarda naniyonik polielektrolitler farklı pH'larda



denenmiştir. Yapılan çalışmada düşük pH'larda ( 3–8 ) koagülasyonda artış ve KOI değerinin 74–75 ve 78 okunduğu görülmüştür. Demirsülfatla nan-iyonik polielektrolit çözeltinin ise atık su çamuruyla kimyasal tepkime vermediği görülmüştür.

Hans Saveyn, Geert Paulvels, Rik Timmerman ve Paul Va Der Meeren [7] tarafından yapılan çalışmada atık su çamuru üzerine poliektrolitin elektro ozmos ile etkisi irdelenmiştir. Bu çalışma esasında elektro ozmos cihazı yardımıyla polielektrolit karakterizasyonunun atık su çamuruna etkisi ve su transfer etkisi üzerinde durulmuştur. Yüksek polielektrolit dozajında çamur floklarının oluştuğu görülmüş, çamur yatağında negatif yüzey miktarı yani sıvı mevcut hale gelmiştir. Çamur kekinin suyu çıkıncaya kadar elektro ozmos gözenekleri arasında flokların sıkıştığı gözlemlenmiştir. Elektro ozmosun negatif yük miktarını artırdığı tespit edilmiştir.

Bing-Hung Chen, Sue-Jean Lee, D.J. Lee [8] tarafından çalışmada katyonik polielektrolit ile floklaşan aktif çamurun akım karakterizasyonu üzerine bir çalışma yapılmıştır. RJ75 akımölçer olan Hoake Rheostress kullanılarak, atık su çamurundaki akım karakterizasyonu gerinme-salınma, küçük genlik-titreşim-kesme dayanıklılığı testleri yapılarak irdelenmiştir. Gerinme-salınma ölçümleri atık su çamurunda katyonik polielektrolitin kompleks makaslama gerilimleri üzerine kayda değer etki gösterdiği tespit edilmiştir. Üstelik bu testler polielektrolit ile koagülasyonun oldukça rijit davranış içinde olduğu göstermiştir. Orijinal çamur modelleri genelde vizikoelastik sıvı davranışında olduğundan, katı kısım polimer ile her zaman değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

C.P. Chu a, D.J. Lee, Bea-Ven Chang, C.H. You , C.S. Liao, J.H. Tay [9] tarafından gerçekleştirilen çalışmada katyonik, anyonik ve nan-iyonik olarak değişik türlerde üç farklı polielektrolit ile anaerobik sistemlerdeki aktif çamurun floklaşması çalışması yapılmıştır. Çalışmada T3052 katyonik, T2000 nan-iyonik, T1052 anyonik olmak üzere üç farklı polielektrolitin aktif çamur floklaştırması irdelenmiştir. Metan oluşumu, flok karakterizasyonu ve proses parametreleri etkileyen unsur olmaktadır. İlk 6 günlük çalışmada dozaj olarak 15 g / kg seçilmiş,T2000 nan-iyonik, T1052 anyonik polielektrolitlerin özümleme oranlarının düşük, bununla birlikte T3052

katyonik polielektroltin çok yüksek flok oluşturma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonraki 40 gün dozaj miktarı değiştirilmiş, toksik etki yaratmayacak seviyede seçilen 136 g/kg, 105 g/kg ve 85 g/kg dozlarda polielektrolit kullanılarak analizler yapılmış ve farklı floklaşmalar görülmüştür. KOI'deki değişim ve adenintrisülfat konsantrasyonunun flok oluşumunda engel oluşturmadıkları tespit edilmiştir. Bu yüzden kütle transfer direnci çözümü getirir.

Chih Chao Wu, D.J. Lee, Chihpin Huang [10] tarafından çamurdaki partikül çökme eğilimini göz önünde bulundurarak optimum polielektrolit dozajını belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada değişik dirençlerdeki çamur filtreleyiciler olan kağıt filtre ve takım havalandırma düzeneği kullanılmıştır. Kaolin ve alum vakumlama zamanı ve SRF dataları karakterize etmektedir. Optimum dozajın belirlenmesinde filtrelemede kullanılan testlerde elde edilen SRF değerleri etkindir. Çalışmanın neticesi olarak çökme yanı sıra optimum dozaj belirlenmesinde filtre geometrisi ve partiküllerin etkileşimi de önem taşırlar.

C. H. Lee and J. C. Lu[11] tarafından yapılan çalışmada kabaran çamurda iki polielektrolitin davranışları incelenmiştir. Genellikle köprülemeye sebep olmak ve yük nötralizasyonunda tek bir polielektrolit kullanılmaktadır. Katyonik ve nan-iyonik iki polielektrolitin ikisinin kullanılması üzeri olan çalışmada süzme zamanı, filtrasyon mukavemeti ve oranların hesabı çamur davranışını ifade eder. Zeta gerilimleri ölçüdür. İnce partikülleri çekim alanına almaya, büyük floklar oluşturmada ve susuzlaştırmada tek polielektrolitten daha iyi sonuç verir. Dozaj artımı da az miktar da olsa susuzlaştırma iyileşmesinde ikili polielektrolit kullanımı için etkilidir. Reaksiyon mekanizmasında ikili polielektrolit kullanımı; çamur partiküllerin floklarının büyümesinde etkili bir çözümdür.

Richard I. Dick[12] tarafından aktif çamurda polielektrolit kullanımıyla floklaşma ve merkezkaç analizi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Chu and Lee(Water Res 35: 2377–2384) yaralı çalışmasından yola çıkarak filtredeki sanrtifüjlenen sıvıdaki zamansal sıvı göçmesi üzerinde durulmuştur. Çamur kekinde filtrasyonla daralma olur, çünkü daralma küçülme çekme payı gücü söz konudur. İkinci varılan yargı ise

santrifüjlemeyle yuvarlanma, çevrilmeyeyle filtre merkezkaçıyla basınç sıvı üzerine farklı etkir.

C. P. CHU, D. J. Lee and Y. Chang [13] tarafından yapılan çalışmada polielektrolit ile yumaklaştırılmış atık aktif çamurun santrifüj susuzlaştırma işleminin deneysel analizi yapılmıştır. Deneysel olarak, katyonik polielektrolit ile flokulasyona uğramış aktif çamurdan nemin santrifüj ayrıştırılması araştırılmıştır. santrifüj tipi (bu tip zamanın fonksiyonu olarak santrifüjlenmiş çamurun yüzeylerinin tüm pozisyonlarında durum taramasına izin verir) kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar göstermiştir ki, Sentrifüj ayrıştırma işleminin ilk fazında çamur yumaklaşması ciddi büyüklükte bir çökeltme etkisi verimini ile sonuç verecektir. Bu nedenle, genel santrifüj-filtrasyon sistemlerinde önerilmeyen, en önemli büyüklükte nem giderim kademesi yaş keke doğru akmakla filtrelemeyi içermektedir. Bunun yanında, nem giderimin oranının maksimum değere ulaştığı noktada optimum dönme hızı mevcuttur. Polielektrolitle yumaklaşmış çamurların santrifüj ile susuzlaştırılmasını tanımlamak için yeni teoriler-bağıntılar gerekmektedir.

C.P. Chu, D.J. Lee, J.H. Tay[14] tarafından yapılan çalışmada yumaklaşmış atıksu çamurunun çekimi ile çökeltmesi konusu irdelenmiştir. Kısmen biyolojik çökeltmelerde genel olarak kaydedilmiş oldukça düşük katı içeriği sayesinde, yumaklaşmış atıksu çamurunun çökeltme karakteristikleri yıkıcı olmayan teknikler kullanarak henüz detaylı araştırılmamıştır, Komputere Axiyel Tomografi Tarayıcısı kullanarak orijinal ve polielektrolitle yumaklaşmış atık aktif çamurun uzaysal geçici yerçekimi ile çökeltmesini araştırmıştır. Atık aktif çamur Kaolin sıvı çamurundan farklı çökeltme karakteristikleri bulundurmaktadır. Atık aktif çamur sondan bir önceki çöküşünde çok yavaş çökmekte ve düşük katı oranına ulaşmaktadır. Yumaklaşma belirgin bir şekilde her iki çamurların çökebilirliğini arttırmıştır. Kaolin sıvı çamurları için maksimum elde edilebilen katı içeriği azalmış olmasına rağmen, yumaklaşma aktif çamur üzerinde çok az etkilere sahiptir. Yalnızca plastik modelde (Busacl ve White Modeli) konsolide çökeltme verileri yorumlanmıştır, elastik modelde ise (Tiller, Leu) son dengelenmiş çökeltme tanımlanmıştır. Daha az verim üreten yumaklaşma geçici çökeltmeler esnasında baskı kurar, bu nedenle

orijinal çökelmeden daha çok kolay konsolide çamur meydana gelir. Bu esnada, son çökelmede yumaklaşmış aktif çamur orijinal numuneden saha pekişmiş sıkılaştırmıştır.

Yapılan bütün bu çalışmalardan yola çıkılarak, örnek bir tesis için farklı dozaj ve türlerde polielektrolitler kullanılarak, flokülasyon, koagülasyon ve susuzlaşma eğilimleri, verim miktarları atık su karakterizasyonunun günlük değişimi ile tekrarlanan çalışmanın birlikte gerçekleştirilmesi üzerine bir uygulama düşünülmüştür.

## **BÖLÜM 2. BİYOÇAMURUN FLOKÜLASYON, KOAGÜLASYON VE SUSUZLAŞMASINDAKİ ETKEN POLİELEKTROLİT VE BİYOKATI OLUŞUMU**

### **2.1. Biyokatı Tanımı**

Atık suların arıtım işlemlerinden sonraki çözünmeyen kalıntı kısmı olan ham çamurların alıcı ortamlara verilebilmeleri için stabilize edilmeleri gerekmektedir. Ham çamurun stabilize edildikten sonra aldığı isim biyokatıdır. Biyokatı tanımı arıtma çamuru ve işlenmiş arıtma çamuru ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır.

Özellikle kullanımları edeniyle değişikliğe uğramış suların, yani atık suların alıcı ortamlara olası zararlı etkisini azaltmak için arıtılmaları gerekmektedir.

İlk defa 1870 yılında Amerika’da başlanmış olan arıtma işlemi günümüzde pek çok ülkede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bugün Türkiye’de de atık suların arıtımı konusu çevre politikalarımıza paralel olarak önem kazanmış ve işletmeye hızla artmıştır. Ülkemizde işletmeye açılan tesislerin çoğunun projelendirilmesinde ve işletilmesinde, dünyada kullanılan gelişmiş çevre teknolojileri başarıyla uygulanmaktadır.

Biyokatıların ne şekilde bertaraf edilecekleri, biyokatı susuzlaştırma yöntemleri ve ne şekilde değerlendirilecekleri konusu ülkelerin gündemlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Biyokatılar bünyelerinde dirençli organik bileşikleri ve bitki gelişimi için gerekli makro ve mikro besin elementlerini içerirler. Azot ve fosfor içerikleri biyokatıların gübre değerini ortaya koymakta, organik madde içerikleri de bu materyalin toprak ıslah etme açısından ayrı bir önem taşıdığını göstermektedir. Tablolarda olması gereken parametre değerleri ve ülkemizdeki bazı arıtma tesisleri parametre sonuçları bulunmaktadır.

Tablo.2.1. Ülkemizde Bazı Atıksu Arıtma Tesislerine Ait Biyokatıların Ortalama Potansiyel Toksik Element Kapsamları (Ppm – Kuru Madde)

ELEMENT	ANKARA	DÜZCE	TARSUS	G.ANTEP	BAFRA
Kadmiyum (Cd)	6.4	5.0	0.93	2	1.6
Bakır (Cu)	286	209	106	148	475
Nikel (Ni)	76	29	88	79	53
Kurşun (Pb)	181	162	40	117	22
Çinko (Zn)	381.5	2470	613	1002	66
Krom (Cr)	138	1680	69	609	87
Civa (Hg)	0.75		0.70		

Tablo 2.2. Biyokatıların Potansiyel Toksik Element Kapsamları (Ppm)

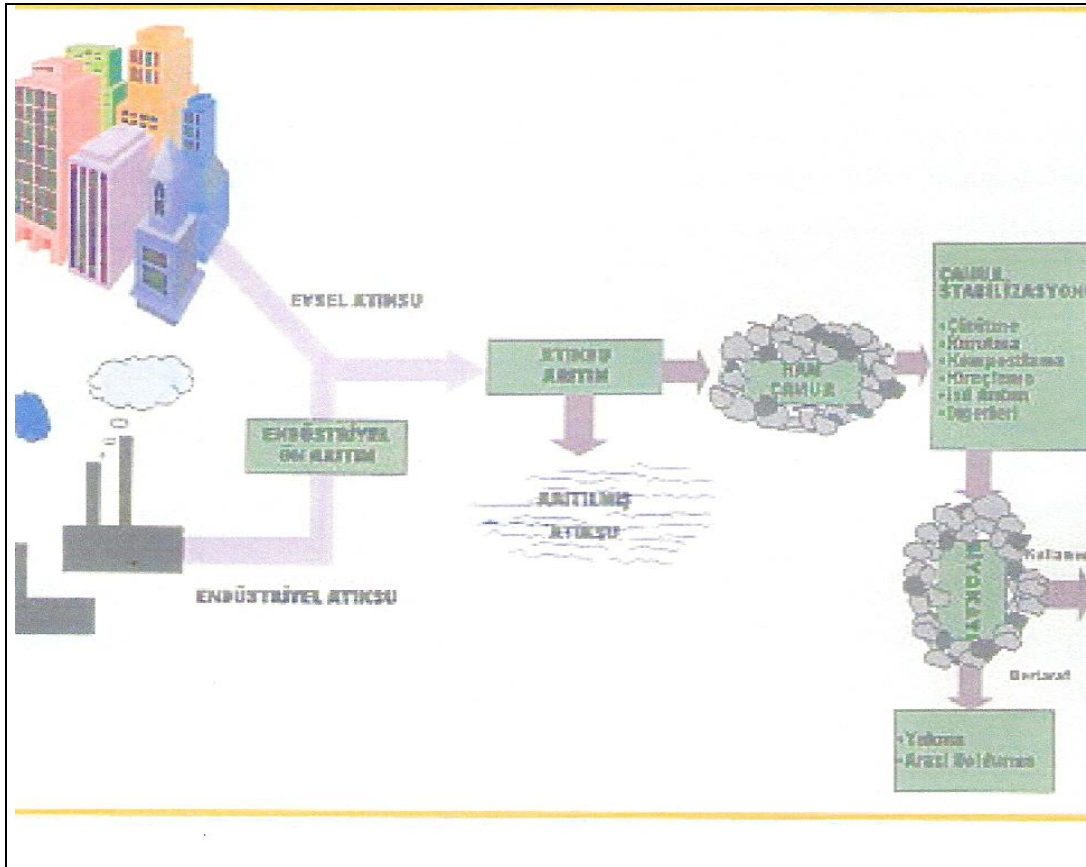
ELEMENT	MİNİMUM	ORTALAMA	MAXİMUM
Çinko (Zn)	279	1144	27600
Bakır (Cu)	69	589	6140
Nikel (Ni)	9	61	932
Kadmiyum (Cd)	< 2	9	152
Kurşun (Pb)	43	398	2644
Civa (Hg)	< 2	4	140
Krom (Cr)	4	197	23195
Molibden (Mo)	< 2	5	154
Selenyum (Se)	< 2	3	15
Arsenik (As)	< 2	6	123
Mangan (Mn)	55	376	13902
Demir (Fe)	2480	16299	106812
Kobalt (Co)	< 2	10	617
Germanyum (Ge)	< 2	< 2	9
Brom (Br)	4	38	1049
Gümüş (Ag)	< 2	25	1252
Kalay (S)	19	90	683
Antimon (Sb)	< 2	8	572
Baryum (Ba)	23	323	3104
Bizmut (Bi)	< 2	10	557
Uranyum (U)	< 2	2	18

Bu yararlı özellikleri yanı sıra biyokatılar, çevreye zararlı olabilecek potansiyel toksik elementleri, patojen mikroorganizmaları ve parazitik organizmaların yumurtalarını içerebilmektedirler. Yüksek miktarda potansiyel toksik element içerebilen biyokatıların gübre olarak tarım arazilerinde kullanımı kısıtlanmaktadır. Ayrıca patojenleri giderilmemiş biyokatıların kullanımı, halk sağlığı açısından olası riskleri kontrol altında tutmak için sıkı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Diğer taraftan biyokatı kullanılarak yetiştirilen ürünleri tüketen insanların psikolojik tepkileri ile de karşılaşmaktadır. Amerika'da biyokatı kullanılarak üretilmiş gıda ürünlerine karşı halkın olumsuz tutumunu uzun bir dönem sürmüş ancak Çevre Koruma Teşkilatı (EPA) tarafından 1981 ve 1993 yıllarında çıkarılan yönetmeliklerle ve biyokatıların faydalı kullanım yollarını gösteren kampanyalar sonucunda, üretici ve tüketicilerin biyokatı kullanımını çevresel ve sosyal ilkeler açısından kabul etmeleri sağlanmıştır [1].

Bugün dünyada pek çok ülkede biyokatıların bir daha kullanılmamak üzere uzaklaştırılması yerine, sürdürülebilir ve faydalı bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır.

Amerika'da 1993 yılı itibarıyla ortaya çıkan 5,4. milyon ton biyokatının %33'ü arazide kullanılmaktadır. Arazide uygulanan biyokatıların %67'si tarım alanlarında, %3'ü orman alanlarında, %9'u ıslah edilecek alanlarda, %9'u yeşil alanlarda ve %12'si torbalanarak satılmaktadır [2].

Avrupa'da 1992 yılı itibarıyla elde edilen biyokatı miktarı ile ülke bazında bertaraf miktarı ve kullanım oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Üretilen biyokatı 7 milyon ton olup, bunun %37'si tarım alanlarında kullanılmaktadır[3] .



Şekil 2.1. Biyoçamur bertarafının şematize edilişi

Atık suların işlendiği arıtma tesislerinde, kendiliğinden çöken, sıvı veya yarı katı halde, kokulu, uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça %0,25 ila % 12 arasında katı içeren atıklar “ham arıtma çamuru” veya “ham çamur” olarak isimlendirilir. Ham çamurlar stabilize edilerek ekolojik yönden kullanıma uygun hale getirildikten sonra “işlenmiş arıtma çamuru” veya kısaca “arıtma çamuru” olarak tanımlanmaktadır. Başta Amerika olmak üzere İngiltere ve bazı Avrupa Birliği ülkelerinde “ atık su çamuru” ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadırlar. Arıtma çamurunun sürdürülebilir ve faydalı bir şekilde kullanımı daha iyi ifade ettiği düşünülerek “işlenmiş arıtma çamuru” yerine “biyokatı” da denebilir. [15]

Atık su arıtma teknolojisinde çamur arıtımı büyük ve son yıllarda daha da artan öneme sahiptir. Çamurun büyük bir kısmı sudan oluştuğundan, işlenme, taşınma, depolama ve uzaklaştırmada çeşitli problemlere neden olmaktadır. Bu yüzden son yıllarda çamur susuzlaştırması konusunda birçok çalışmalar yapılmıştır.



Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra, çamurun işlenmesi ve bertarafı konusu atık su arıtımı ile uğraşan mühendislerin karşılaştığı en kompleks problemlerden biridir. Çamur problemi komplekstir, çünkü;

- Arıtılmamış atık su içinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu karakterini veren maddeleri içerir.
- Biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamur, ham atık su içerisindeki organik maddelerin bileşimi halinde, fakat başka bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğilimindedir. Çamurun sadece küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı da sudur, bu nedenle büyük hacimler işgal eder. [15]

Arıtma tipine ve amacına göre arıtma çamurlarının cinsleri farklılık gösterir.

Bunlar;

- Çökebilir katı maddelerin oluşturduğu ön çökeltim çamurları,
- Kimyasal arıtma ve koagülasyon sonucu oluşan kimyasal çamurlar,
- Biyolojik arıtma işlemleri sonucu oluşan biyolojik çamur:
- İçme suyu arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurlar[15].

Atık bünyesinde kirlilik oluşturan maddeleri üç grup altında toplamak mümkündür.

- Askıda katı maddeler
- Çökebilir katı maddeler
- Çözünmüş katı maddeler

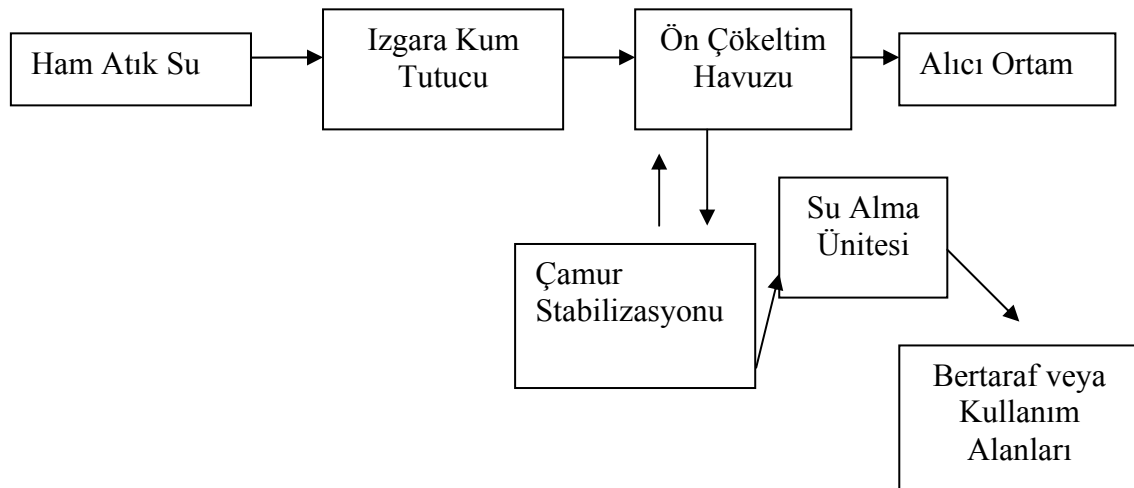
## **2.2. Biyokattının Oluşum Mekanizmaları**

### **2.2.1. Çamur kaynakları**

Atık su arıtımında genellikle üç farklı arıtma aşaması mevcuttur. Bu aşamalar;

- Birincil arıtma
- İkincil arıtma ve
- Aktif çamur sistemleridir.

A- Birincil Arıtım: “Ön Arıtma” olarak da ifade edilen bu yöntem, daha çok fiziksel müdahaleleri kapsar. Yaygın olarak kullanılan bu arıtma yönteminde inorganik karakterli katı maddeler ızgara ve kum tutucu filtrelerde toplandıktan sonra bertaraf sahasına iletilir. Çökeltim havuzu tabanında toplanan maddeler “Ham Çökeltim Çamuru” olarak tanımlanır. Su içeriği çok yüksek olan bu çamurun stabilizasyonunda genellikle anaerobik çürütme yöntemi kullanılmaktadır. Stabilizasyon ile çamurun, koku ile patojen kapsamı önemli oranda azaltılmakta, kurutma yataklarında veya mekanik olarak suyu alındıktan sonra kullanımı mümkün olmaktadır.

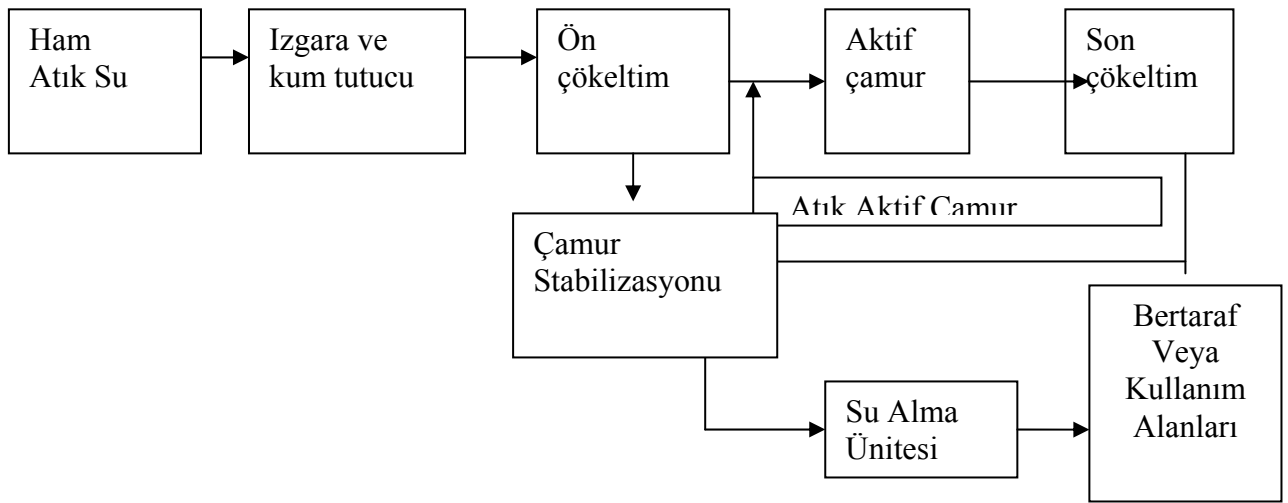


Şekil 2.2. Birincil Arıtım Sisteminin Akım Şeması

Doğru boyutlandırılmış ve tekniğine uygun çalıştırılan çökeltme havuzlarında, evsel atık sular için Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) giderme verimi % 30–35 arasında değişmektedir. Bu verim oldukça düşük olmasına rağmen, maliyetinin düşük olması nedeniyle tercih edilmektedir. Çok yüksek verimli birincil arıtma yöntemleri arasında destilasyon, dondurma ve ters osmoz sayılabilir. Bunların verimleri %90–95 arasında BOİ giderimidir. Ancak çok yüksek işletme giderleri nedeniyle kullanımları sınırlıdır.

B- İkincil Arıtım: İkincil arıtmada esas, çözünebilir organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu, yani BOİ giderimidir. En yaygın şekilde uygulanan ikincil arıtım sistemleri “aktif çamur” ve damlatmalı filtrelerdir.

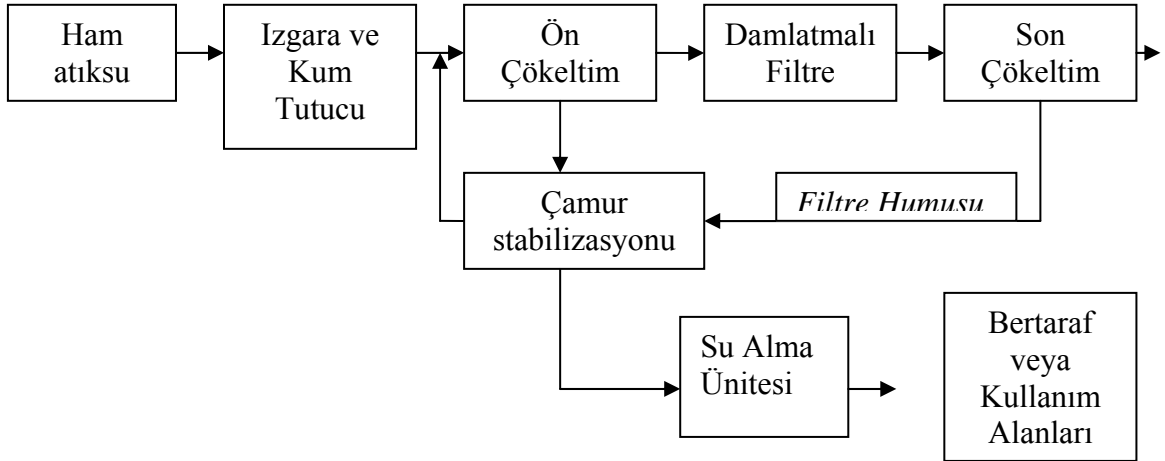
Aktif çamur sistemi: Bu sistem genellikle büyük şehirlerde atık suların arıtılmasında kullanılmaktadır. Aktif çamur, süspansiyon bir yapı içerisinde yerleşmiş çeşitli bakteri türlerinden ve aynı yapı içerisindeki protozoalardan oluşmaktadır. Bu sistemde son çökeltme havuzunda toplanan “atık aktif çamuru” sadece bir kısmı stabilize edilmek üzere (Bu aşamada daha çok anaerobik çürütme ile stabilizasyon sağlanmaktadır.) sistemden uzaklaştırılmakta, diğer kısmı ise geri dönüş çamuru olarak sisteme gönderilmektedir.



Şekil 2.3. Aktif çamur sisteminin kullanıldığı ikincil arıtım

Tasarımı çok iyi yapılmış aktif çamur sistemlerine göre işletilen bir tesisin BOİ arıtma verimi %80–90 arasında değişmektedir.

Damlatmalı Filtre Sistemi: Bu sistem küçük yerleşim yerlerine ait atık suların ve biyolojik olarak ayrışabilen endüstri sularının arıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemdeki biyolojik süreçler gerçek anlamda mekanik bir filtre olarak çalışmazlar. Bu nedenle, filtrelerin “biyolojik reaksiyon yatakları” olarak isimlendirilmesi doğru bir yaklaşımdır. Filtre yataklarından kopan katı partiküller son çökeltim havuzunda arıtılmış sudan ayrılır ve bu çamur “ filtre humusu” olarak bilinir ancak miktarı azdır. Filtre humusu genellikle, ham çökeltim çamuru ile karıştırılmakta ve anaerobik olarak çürütülmektedir.



Şekil 2.4. Damlatmalı Filtre Sisteminin Kullanıldığı İkincil Arıtım

C- Üçüncül Arıtım(Fiziksel ve Kimyasal Arıtma): İkincil arıtmadan daha yüksek kalitede arıtım sağlamak üzere uygulanan ileri arıtım kademesidir. Üçüncül arıtım atık suda azot ve fosfor giderimi ile dezenfeksiyon işlemlerini kapsar, gelişmiş ülkelerde bile bu tür arıtım yapan tesislerin sayısı çok azdır.

### 2.2.2. Çamur stabilizasyon yöntemleri

Çamurların stabilizasyonunda amaç; koku giderimi, patojenlerin ve potansiyel bozunmanın azaltılmasını sağlamaktır.

Başlıca stabilizasyon yöntemleri;

- Kireçleme
- Isıl işlem
- Anaerobik çürütme
- Anaerobik stabilizasyon
- Kompostlama

#### 2.2.2.1. Kireçleme

Kireçle stabilizasyonda iki yöntem kullanılmaktadır.

- Sıvı çamura kireç ilavesi
- Suyu alınmış çamura kireç ilavesi

İlk yöntemde sıvı çamura sönmüş kireç  $\text{Ca(OH)}_2$  karıştırılmakta bu sayede çamurun pH'sı ve katı madde içeriği artmaktadır. Stabilizasyon koşullarının sağlanması için kireç miktarının çok iyi ayarlanması gerekmektedir.

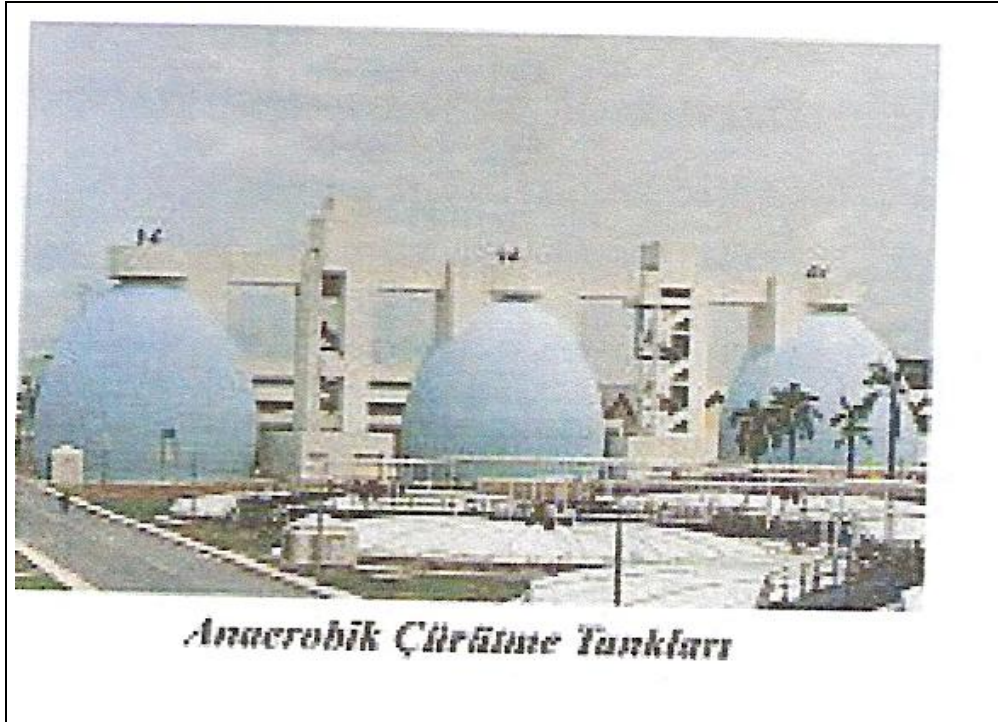
İkinci yöntemde susuzlaştırılmış çamura sönmemiş kireç (CaO) ilave edilmekte ve ortam sıcaklığında artış sağlanmaktadır. Sönmemiş kirecin düşük dozlarında ortam pH'sı 12'nin üzerinde sadece birkaç gün tutabilmektedir.

#### **2.2.2.2. Isıl işlem**

Isıl işlem, çamurun yüksek sıcaklık ve basınç altında suyunun alınmasıdır. Bu yöntemde çamurun stabilizasyonu ve dezenfeksiyonu bir arada sağlanmaktadır. Ancak bu yöntem, ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olması, tesisin işletilmesinde uzman personel gereksinimi ve çevre sağlığı için artırılması gereken çok yoğun kokunun oluşması gibi nedenlerle, diğer yollarla stabilize olması güç çamurlar dışında tercih edilmemektedir.

#### **2.2.2.3. Anaerobik çürütme**

Anaerobik çürütme, çamur stabilizasyonu için en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Organik maddenin oksijensiz ortamda (anaerobik ) mineralize olması yani bozunması işlemi olarak tanımlanan bu yöntem çamur stabilizasyonunu sağlamada kullanıldığı gibi bazı endüstriyel atık suların doğrudan arıtılmasında da kullanılabilir.



Şekil 2.5. Anaerobik Çürütme Tankları

Anaerobik bozunma iki aşamada gerçekleşir ve süreçte iki tür bakteri etkindir. Birinci aşamada organik maddeler organik asitlere, ikinci aşamada organik asitler zorunlu anaerob metan bakterileri tarafından metan  $CH_4$  ve karbondioksit  $CO_2$ 'e dönüştürülerek biyogaz oluşmaktadır. Metan bakterileri ortam koşullarına duyarlıdır; pH, sıcaklık değişimleri ile ağır metal ve deterjan varlığından çok etkilenirler. Söz konusu bu yöntem ile stabilizasyon sonucu oluşan biyogaz, tesisin işletilmesi için gerekli ısı ve elektrik enerjisini sağlamada kullanılmaktadır.

#### 2.2.2.4. Aerobik çürütme

Çeşitli arıtma işlemleri sonucu oluşan çamurların, yeterli oksijenin sağlandığı koşullarda biyolojik stabilizasyonu için kullanılabilir yöntemdir.

Aerobik proseslerin işletilmesinde, sıcaklık, organik maddenin bozunması, bekleme süresi, oksijen gereksinimi, karıştırma ve ortam pH'sı gibi faktörlerin denetim altında tutulması gerekmektedir.

Aerobik stabilizasyon, anaerobik stabilizasyon ile karşılaştırılacak olursa, aerobik stabilizasyonun avantajları ve dezavantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Organik madde bozunması anaerobik çürütme ile elde edilene yakındır.
- Elde edilen biyokattıda inorganik azot daha çok nitrat formundadır bu nedenle gübreleme değeri daha yüksektir.
- İşletme problemleri azdır ve yatırım maliyeti düşüktür ancak biyogaz gibi yararlı bir son ürünün elde edilememesi ve sisteme oksijenin sağlanması için yüksek enerji gereksinimi dezavantajdır.

### **2.2.2.5. Kompostlama**

Kompostlama aerobik biyolojik bir işlemdir. Kompostlamada; gözenekli malzeme (tahta parçaları, saman, v.b.) kullanılarak yığın oluşturma, gözenekli yığınların havalandırılması, mekanik kompostlama gibi yapım teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi işletilen sistemlerde organik maddenin bozunması sırasında sıcaklık yaklaşık olarak 70 °C'ye kadar yükselebilmektedir. Bu sayede patojen bakteriler ve özellikle Askaris yumurtaları yok olmaktadır. Diğer taraftan kompostlama ile biyokatıların kuru madde kapsamı artmakta ve torbalanıp uzun mesafelere taşınabilmeleri kolay olmaktadır.

Kompostlama yöntemi ile stabilizasyon, biyokatının özellikle park-bahçelerde ve çiçekçilikte kullanılması durumunda tercih edilmektedir. Diğer bir ifade ile kompostlama kullanım amacına yönelik ele alınan bir stabilizasyon yöntemidir.

### **2.2.3. Biyokatının susuzlaştırılması**

Susuzlaştırma, biyokatıların su içeriğinin azaltılması için kullanılan fiziksel bir işlemdir. Bu sayede biyokatıların hacimleri küçülmekte ve taşıma maliyetleri önemli ölçüde azalmaktadır.

Küçük işletmelerde uygun bir arazinin bulunması daha kolay olduğundan susuzlaştırma işlemi doğal su alma işlemleri kullanılarak gerçekleştirilmekte, yer imkanı kısıtlı olan işletmelerde ise mekanik su alma yöntemleri tercih edilmektedir.

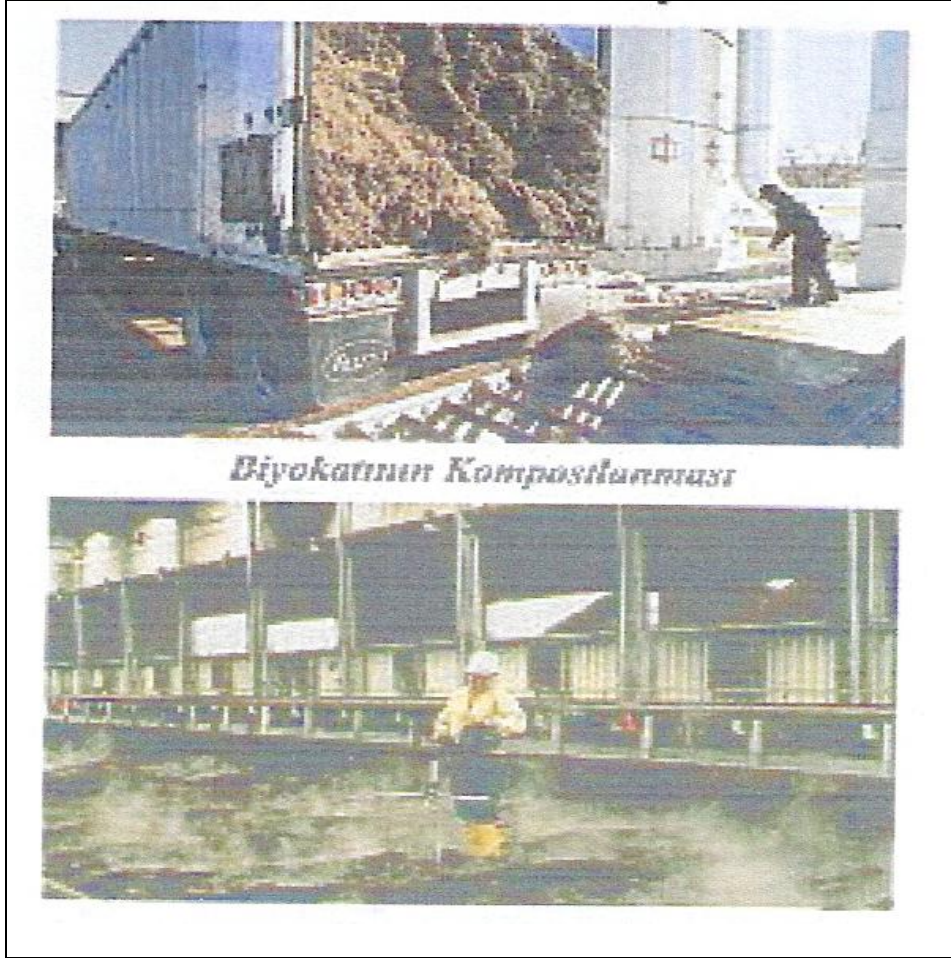
### **2.2.3.1. Doğal su alma yöntemleri**

Kurutma Yatakları :

Özellikle aerobik olarak stabilize edilen biyokatıların suyunu almak üzere kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Bu şekilde kurutulan biyokatılar arazide kullanılabilir yapıya uygun hale gelirler. Kurutma yataklarının en önemli avantajları maliyetinin düşük, işletmelerinin kolay elde edilen katı maddesinin daha yüksek olmasıdır.

Nüfusu 20.000'e kadar olan yerleşim yerlerinde klasik tip (kum yataklı) kurutma yatakları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip kurutma yatakları taban drenajının sağlandığı, kum filtre malzemedен oluşan sığ havuzlardır. Biyokatı yataklar üzerine 15–30 cm kalınlıkta serilmekte ve kurumaya bırakılmalıdır. Kuruma süresi iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak birkaç haftadan birkaç aya kadar değişebilmektedir. Kuru havada ve uygun koşullarda 10–15 gün içerisinde biyokatının katı maddesi %40 civarına yükselebilmektedir.





Şekil 2.6. Kurutma yatakları

Klasik tipteki kurutma yataklarına alternatif olarak, kaplamalı tip kurutma yatakları, sentetik malzemeli kurutma yatakları ve vakumlu kurutma yatakları biyokatinin suyunu almak ve kurutmayı hızlandırmak için kullanılmaktadır.

Çamur Lagünleri :

Çamur lagünleri, biyokatıların suyunu almak için kurutma yatakları yerine kullanılmaktadır. Lagünlerin verimi, kurutma yataklarında olduğu gibi iklim, yağış ve su alma işlemlerini geciktiren düşük sıcaklıklara bağlı olarak değişmektedir. Lagünler yüksek buharlaşma hızları olan bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Lagünlerin çevrim süresi birkaç ay ile birkaç yıl arasında değişmekle birlikte, genel olarak biyokatı 18 ay süreyle lagünlere pompalanmakta daha sonra lagün 6 ay süreyle dinlenmeye bırakılmaktadır.

Çamur Depolama Yerleri :

Çalışma yöntemi bakımından çamur kurutma yataklarına benzerler. Burada da drenaj öngörülmüştür. Buraya verilen çamur yüksekliği 1,00–3,00 m'ye kadar olabilmektedir. Etrafı şevli toprak şevlerden oluşmuştur. Çamur kurutma yataklarında olduğu gibi sık sık biriken çamurun alınması gereksizdir[4].

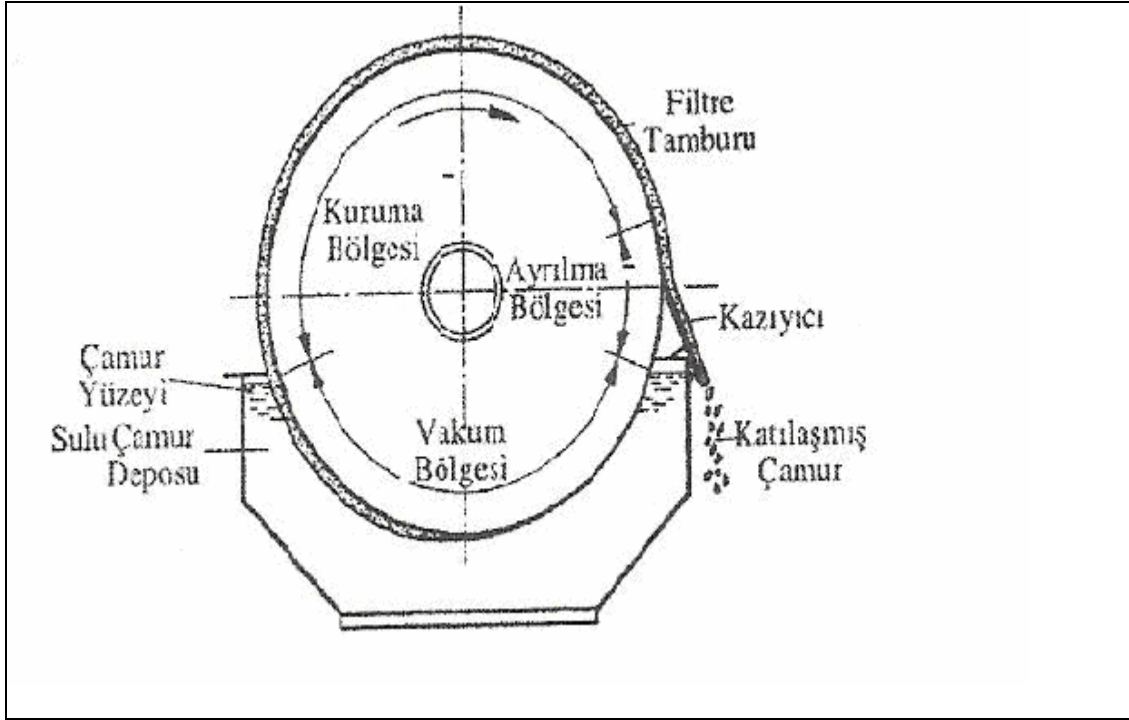
### **2.2.3.2. Mekanik su alma yöntemleri**

Büyük hacimde çamur elde edilen tesislerde ve kurutma yataklarının kullanılmasının uygun olmaması durumunda mekanik susuzlaştırma yöntemlerine başvurulur. Çamurun su muhtevası %85–95 oranında değişmektedir. Yoğunlaştırma suretiyle %60-75'e düşürülebildiği gibi, filtreler yardımı ile su muhtevası %40'a indirilebilir. Doğal su alma metotlarının yanında ir takım mekanik (statik ve dinamik metotlar) suyun ayrılması için uygulanmaktadır.

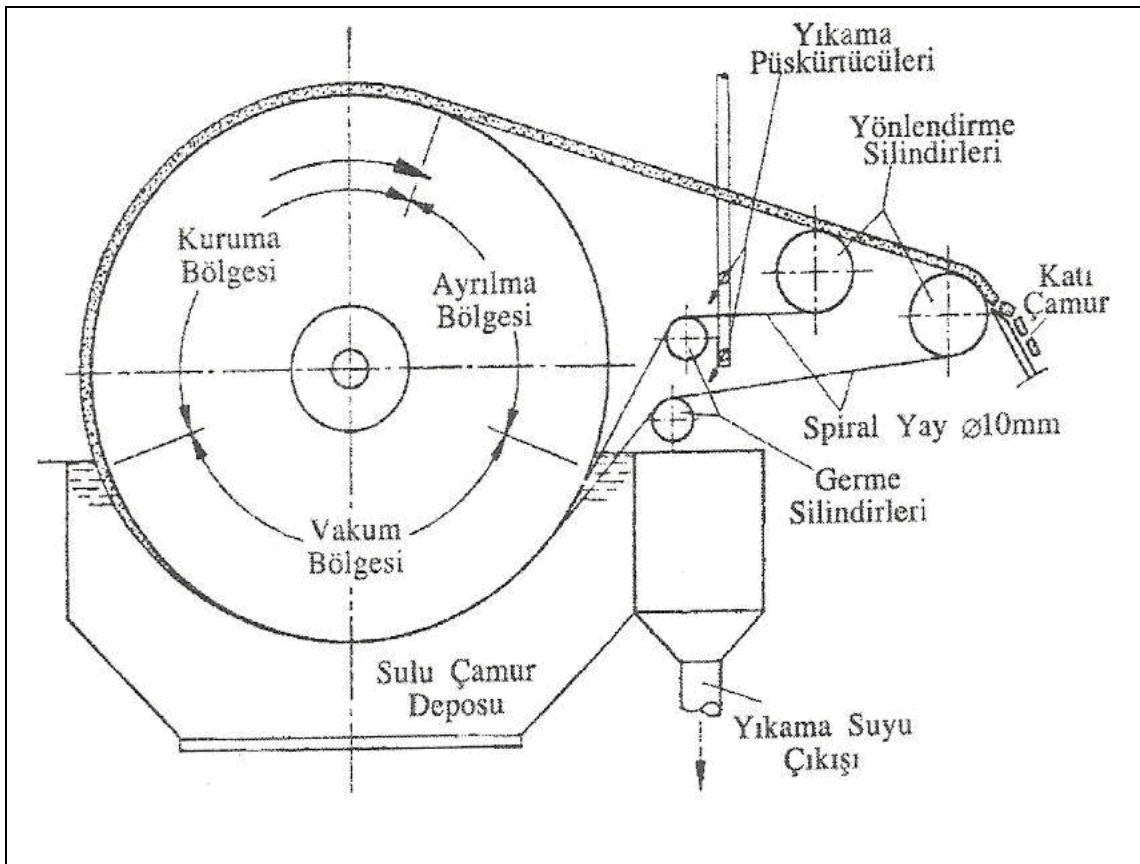
### **2.2.3.3. Statik su alma yöntemleri**

Vakum Filtreleri :

Etrafında ince bir tel örgü veya filtre bulunan bir tamburum içerisinde vakum sağlanır. Dönen tambur çamuru içinden geçerken su ihtiva eden çamuru üzerine alır. Basınç farkından dolayı su, tamburun içine geçer. Çamur tamburun yüzeyinde kalır. Çamurun filtreden ayrıldığı noktada vakum olmalıdır.(Şekil 2.7.) Bu metot susuzlaştırılacak çürümüş çamurun kimyasal madde ilavesi ile şartlandırılması şarttır. Burada çamurun bağlantısının çok katı olmaması için, içerisine demir sülfat, demir klorür, alüminyum klorür verilebilir. Bu ise oldukça pahalı olmaktadır. Bunun yerine çamura kül ve talaş katılarak yakılması yoluna gidilmelidir.



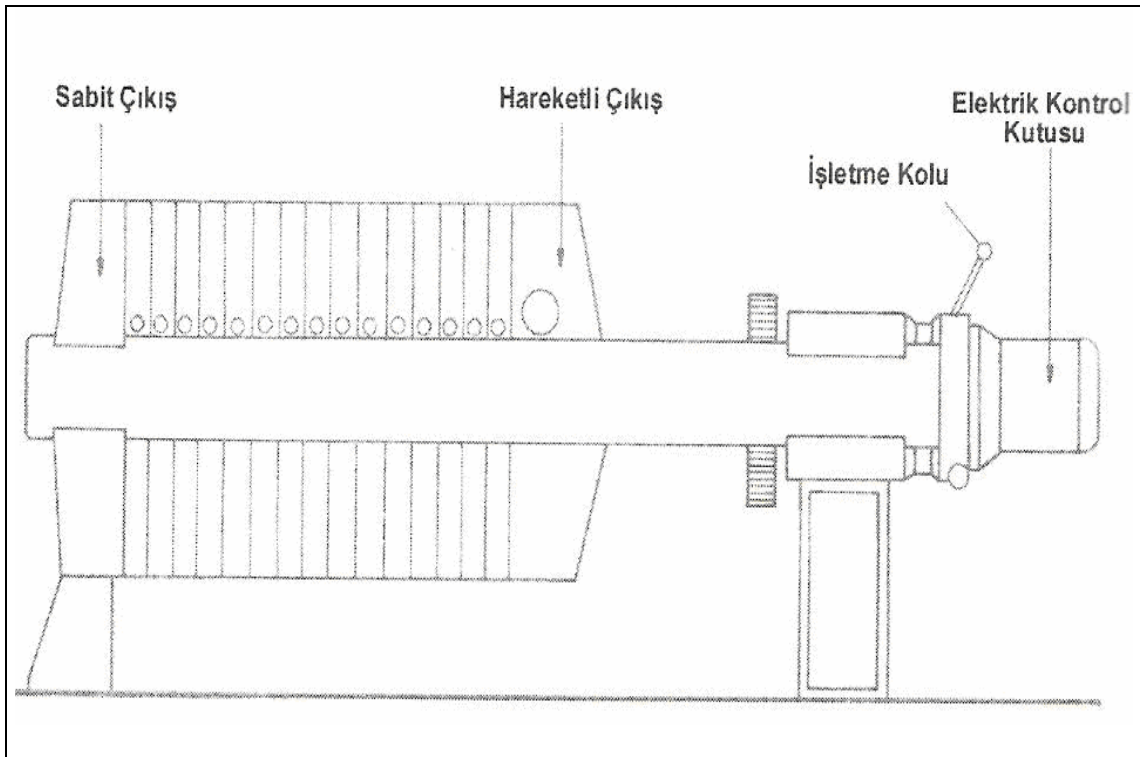
Şekil 2.7. Bir Vakum Filtre Sisteminin Çalışması



Şekil 2.8. Yönlendirici Silindirli Vakum Filtre Sisteminin Çalışması

### Basıncılı Filtreler :

Vakum filtrelerinde basınç farkı 1 atü iken, burada 25 atü'ye kadar ulaşabilmektedir. Burada da katı ve sıvı ayırımı olmaktadır. Basınca dayanacak şekilde bir çelik yapıt kullanılmaktadır. (Şekil 2.9.)



Şekil 2.9. Plakalı Filtre Presin Yandan Görünüşü [15]

### Belt Fitre :

Belt filtre evsel atıksu arıtma tesislerinde oluşturulan bütün çamurları susuzlaştırmak için kullanılabilir. Bununla birlikte optimum performansın sağlanması için polimerle (polielektrolit) şartlandırmak gerekir.

Tasarımda polimer besleme noktaları birçok yere yerleştirilmelidir. Anyonik ve iyonik olmayan polimer çamur pompalarından önce ilave edilmek zorundadır. Çeşitli tür çamurlar için susuzlaştırma verileri tabloda verilmiştir[17].

Tablo 2.3. Belt Filtre İçin Susuzlaştırma Çamur Verileri [17]

Çamur Tipi	Katı	Çamur Yükleme Oranı	Polimer Dozajı	Keke Katkıları
	%	(kg/sa/m)	(gr/kg)	%
Ham				
ÖÇ	3–10	360–680	1–5	28–44
AÇ	0.5–4	45–230	1–10	20–35
ÖÇ + AÇ	3–6	180–590	1–10	20–35
ÖÇ + DF	3–6	180–590	2–8	20–40
Anaerobik Çürütülmüş				
ÖÇ	3–10	360–590	1–5	25–36
AÇ	3–4	40–135	2–10	12–22
ÖÇ + AÇ	3–9	180–680	2–8	18–44
Aerobik Çürütülmüş				
ÖÇ + AÇ	1–3	90–230	2–8	12–20
ÖÇ + DF	4–8	135–230	2–8	12–30

Kokuya neden olan kimyasalları nötralize etmek için potasyum permanganat kullanılır. Permanganat çözeltisi, pompanın karıştırıcı görevini görebilmesi için çamur emme pompasının emme kısmından verilir.

Filtre Pres :

Filtre presler giriş debisinin 1,1.-1,2 m<sup>3</sup>/s olduğu arıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. Sabit hacimli plaka, filtre pres yada diyagram filtre preslerde ortamın önceden kaplanması yada çamurum dikkatli bir şekilde şartlandırılması gerekir.

Avantaj/dezavantajları:

Avantajları:

- 1.En iyi kek üretimi
- 2.Berrak süzüntü

Dezavantajları:

- 1.Kesikli operasyon
- 2.Yüksek işçilik
3. Filtre malzemesinin ömrünün azlığı
4. Geniş arazi gereksinimi

Filtre Preslerde kontrol edilen hususlar:

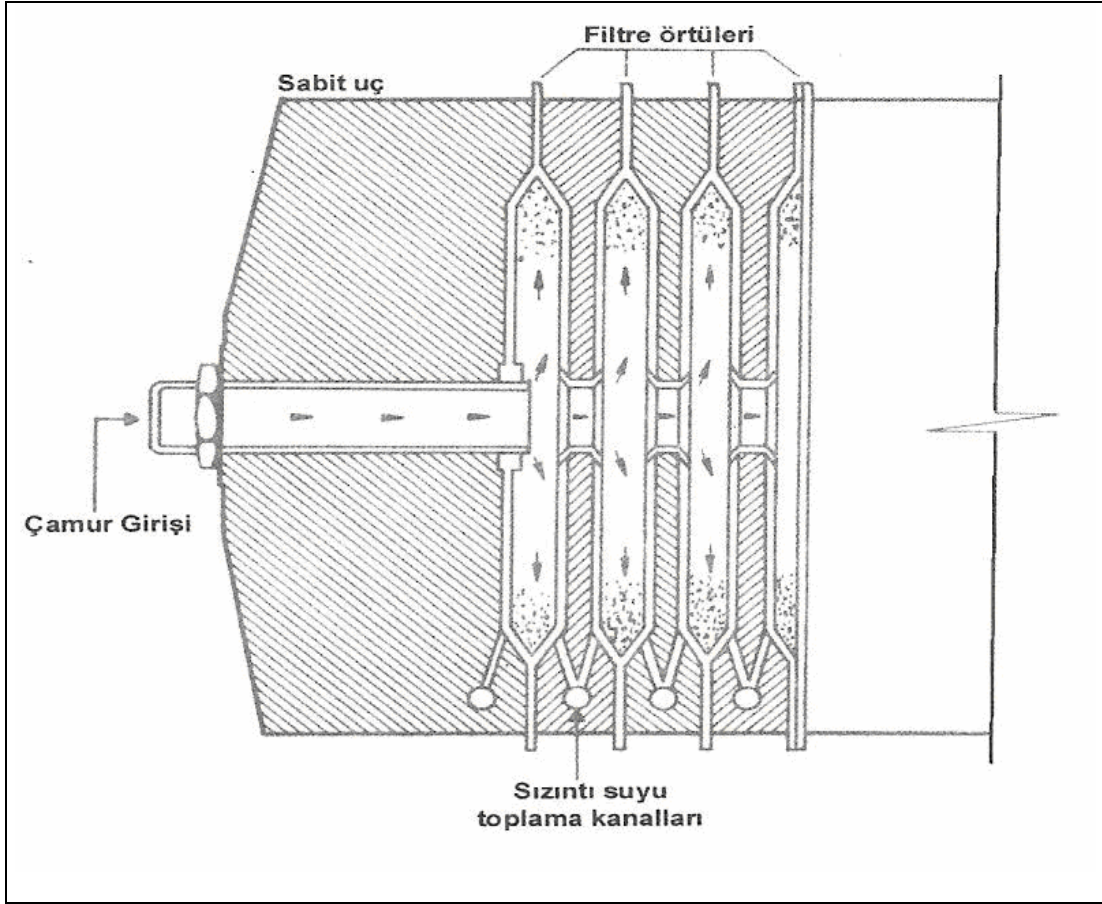
1. Besleme çamuru basıncı
2. Basıncın uygulandığı oran ve filtre presteki akışın hızı
3. Toplam süzme süresi
4. Kullanılan materyal miktarı
5. Şartlandırıcı kimyasal maddeler

Makine değişkenleri:

- 1.Susuzlaştırılacak çamur türü
2. Çamurun tazeliği yada yaşı
3. Yoğunlaştırma işlemi
4. Kek Konsantrasyonu[5]

Körüklü Filtreler :

Burada çamur ile suyunu ayırmada filtre plakları ve filtre bezleri bulunmaktadır. Özellikle naylon olan tercih edilmektedir. İçteki filtre plakları çamuru suyundan ayırmakta, plaklar açıldığı zaman çamur paketi aşağıya düşmektedir. Filtre plaklarının kapatılmasında 200–400 atü basınç kullanılmakta ve çamur-su karışımını gönderebilmek için plakların ortasında bir açıklık bulunmaktadır.( Şekil 2.10. )

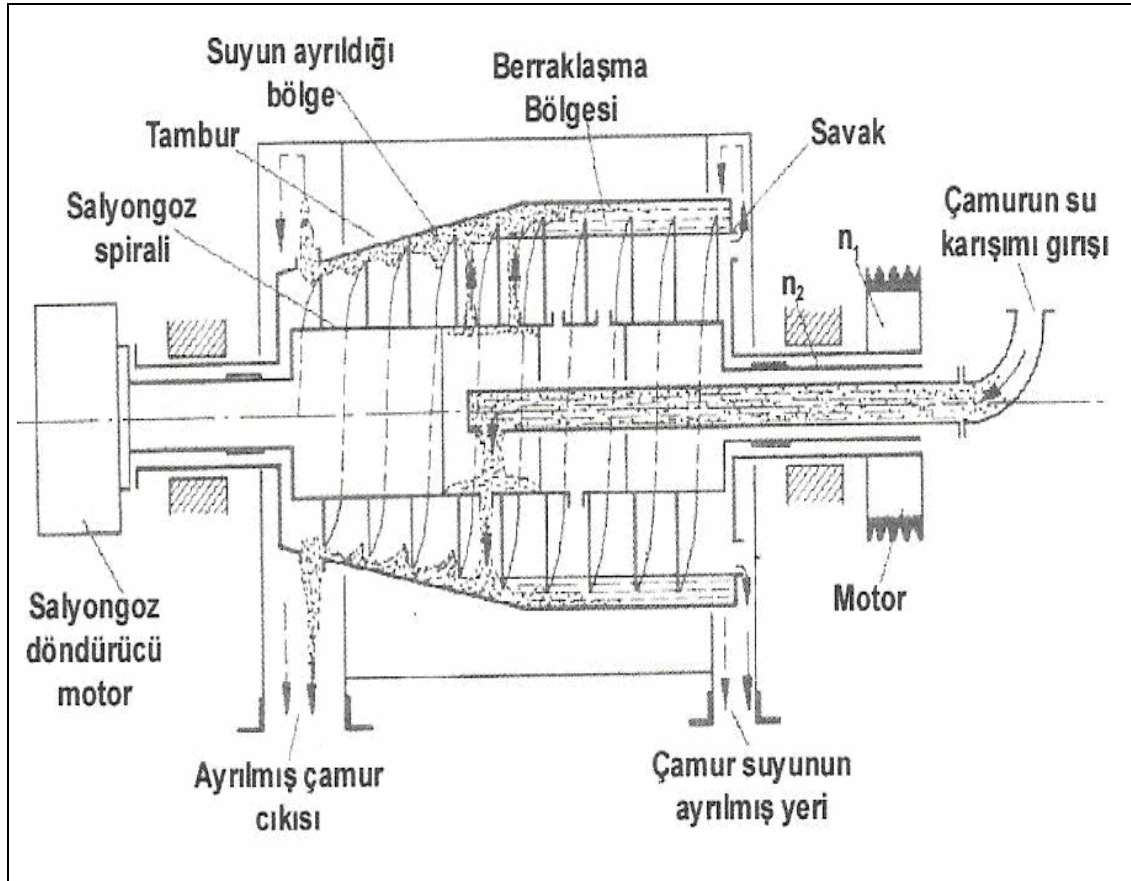


Şekil 2.10. Körüklü Filtre

#### 2.2.3.4. Dinamik metotlar

Santrifüj Ayırıcı :

Burada çamur bünyesindeki suyundan merkezkaç kuvveti ile ayrılmaktadır. Bu esnada dönen bir salyangoz tipi spiral vasıtasıyla çamur ileriye doğru götürülürken su, çamurdan ayrılmaktadır. (Şekil 2.11.)

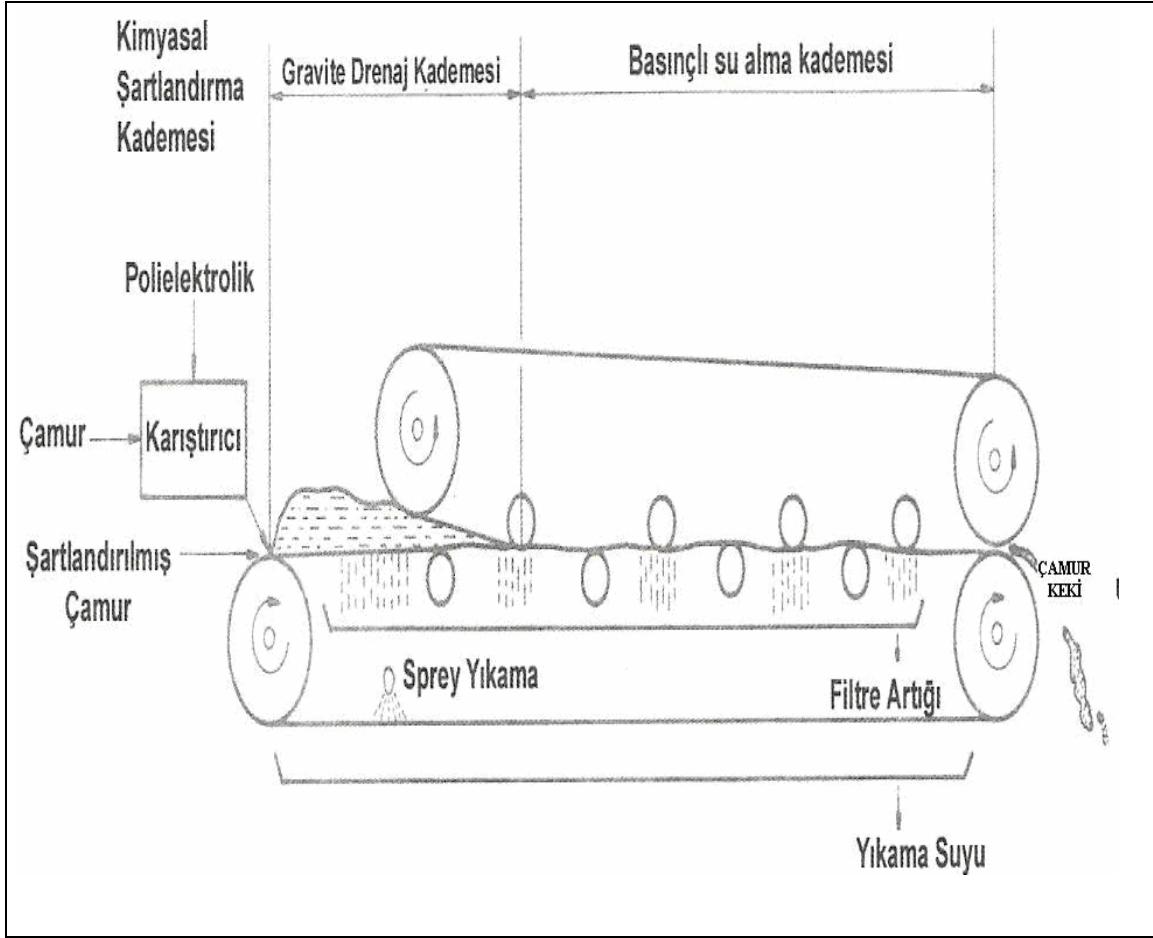


Şekil 2.11. Santrifüj Ayırıcı

#### Elekli Ayırıcı :

Uzun yıllardır bu tip üniteler özellikle endüstri tesislerinde geniş kullanım sahası bulmuşlardır. Çamura floklaştırma maddesi de katılabilmektedir. Bir elek bant üzerinden geçen çamur suyundan ayrılmakta ve presten geçen çamur yaklaşık %27'lik kuru madde ihtiva ederek tesisi terk etmektedir. (Şekil 2.12.)





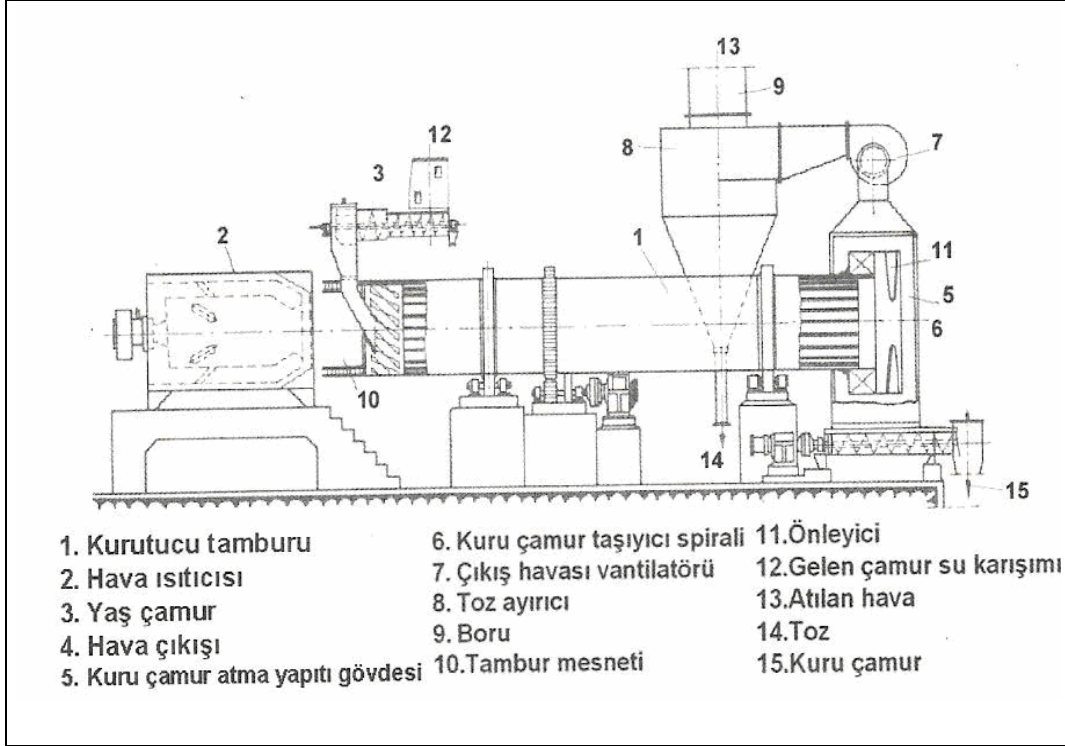
Şekil 2.12. Elekli Ayırıcı

#### Kurutma :

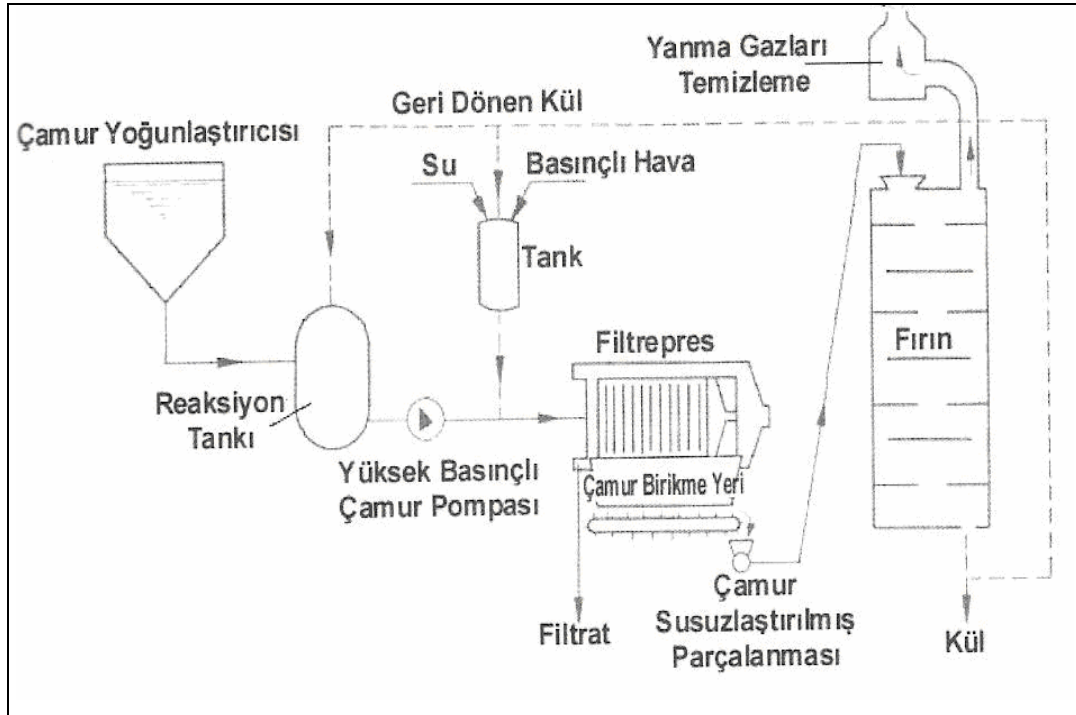
Daha önceki kısımlarda bahsedilen metotların uygulanmasında çamur yaklaşık %65-75 su ihtiva edecek duruma getirilmektedir. Bu durumda çamurun tekrar kullanılması veya nakliyesi mümkün olmamaktadır. Eğer oldukça kuru bir çamur istenirse su miktarının %35'e düşürülmesi gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki yöntemler uygulanabilmektedir:

- Suyu ayrılmış çamurun termik kurutulması
- Suyu ayrılmış çamurun gübreden kompost elde edilen tesislere verilmesi
- Suyu alınmış çamurun tam kurutulmuş çamurla karıştırılarak kompostlaştırılması

Bunlardan en önemlisi termik kurutmadır. Termik kurutmada dönen bir tambur içerisinde sıcak hava üflemede ve kuruması sağlanmaktadır (Şekil 2.13) çamurun çöple birlikte kompostlaştırılması Şekil 2.14’te görülmüştür.



Şekil 2.13. Termik Kurutma Tesisi



Şekil 2.14. Çamurun Çöple Birlikte Kompostlaştırılması

## **2.3.Susuzlaştırma Performansın Sağlanması İçin Kullanılan Polimer Polielektrolit**

### **2.3.1. Polielektrolit tanımı**

Polielektrolitler içme suyu arıtımında ve atık suda çamur susuzlaştırmada kullanılabilen en yaygın flokülasyon yardımcılarıdır. Avantajları; daha büyük, dayanıklı ve kolay çökelir flok oluşturmaları, çamur debisinde ve koagülant madde dozunda azalma sağlamaları şeklinde özetlenebilir. Polielektrolitler ile oluşturulmuş floklar filtre yatağındaki yüksek kayma gerilmelerine karşı koyabilirler[6]

Polimerler yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. İçerdikleri adsorplanabilen gruplardan dolayı partikül veya yüklü floklar arasında köprü oluştururlar. Polielektrolitler pH'dan etkilenmeksizin koloidin etkin yükünü azaltarak koagülasyonu sağlarlar.

Üç tip polielektrolit bulunmaktadır:

- Katyonik polielektrolitler, negatif kolloid veya flokları adsorblar,
- Anyonik polielektrolitler, kolloid parçacıklarda anyonik gruplarla yer değiştirerek koloid ve polimer arasında hidrojen bağına izin verir,
- İyonik olmayan (naniyonik) polimerler ise katı yüzeyleri ile polimerdeki polar gruplar arasında hidrojen bağı ile parçacıkları adsorblayarak floklaşmalarını sağlar[16].

Polielektrolitler sentetik ve doğal esaslı ürünler olup, çok çeşitli ve geniş kullanım alanları olan gruplar içerirler. Su arıtımında daha çok sentetik polielektrolitler kullanılır. Sentetik polielektrolitler ve özellikle koagülant ve flokülantlar sulu ortamlardaki askıda maddelerin seperasyonunu kolaylaştırmak için kullanılır. Çok çeşitli seperasyon prosesinden çamur susuzlaştırmaya kadar geniş bir kullanım alanları vardır.

Bir sıvının içinden katı maddelerin ayrılması, partiküllerin yoğunluğunun sıvının yoğunluğundan gözle görülür bir şekilde farklı olması durumunda hızlı bir şekilde meydana gelir. Partiküller ya çöker ya da sıvının üzerinde yüzer. Zorluk partiküllerin büyüklüğünden dolayı su içinde askıda kalmasıyla oluşur. Bu durumda seperasyonu kogülantla ve flokülantlar yerine getirirler.

Ecopol flokülantları, yüksek molekül ağırlığına sahip anyonik, katyonik ve nanyonik polimerlerdir. Çöktürme filtrasyon ve santrifüj operasyonlarının veriminin artmasında kullanılır.

### **2.3.2. Polielektrolit kullanımıyla meydana gelen oluşumlar**

#### **2.3.2.1. Koagülasyon**

Kolloid partikül genel olarak 1 microndan küçük ebatta olup Brownian hareket kanununa göre hareket ederler. Bu hareketin enerjisi partiküllerin yerçekimi kuvveti karşısında çökmeye engel olmaya yeterlidir. Böylece partiküller uzun süre askıda kalabilirler.

Koagülasyon, partiküller arasındaki itmeyi azaltan, nötralize eden veya tersine çeviren tuzların destabilasyonu sağlamasına denir. En çok kullanılan koagülantlar mineral tuzlar ve organik polimerlerdir. Örnek olarak alüminyum, sülfat, demir3klorür, kireç, polydadmac, poiamin vs.

#### **2.3.2.2. Flokülasyon**

Polimer maddelerin bağımsız partiküller arasında köprü oluşturmaya flokülasyon denir. Köprü oluşumu polimer zincirlerinin değişik partikülleri emerek, partiküllerin yığın halinde çökmesine yardımcı olmasını sağlar. Flokülantlar partüküllerin taşıdığı elektriksel yükleri dengeleyecek aktif yük grupları taşırlar. Flokülantlar partükülleri emerek köprü oluşumu yoluyla yada nötralizasyon yoluyla destbilizasyon sağlayarak çökelmeyi meydana getirirler[16].

### 2.3.2.3. Çamur susuzlaştırma

Flokülanların önemli bir kullanım yeri çamur susuzlaştırma ünitesidir. Atık su arıtma tesislerinde oluşan çamurlar belt pres, santrifüj ve filtre pres gibi susuzlaştırma ekipmanları ile kek haline getirilirler. Özellikle katyonik yapıda olan polielektrolitler ile floklaştırılarak preslenebilir hale getirilirler.

Tesiste kullanılan polielektrolit çeşidi katyonik polielektrolit olup, filtre pres kullanılarak kek haline getirilirler.

Kullanım alanları:

- İçme suyu tesislerinde,
- Atık su arıtma tesislerinde,
- Madencilik,
- Tekstil,
- Kâğıt,
- Şeker,
- Petrokimya sanayinde kullanılmaktadır.

## **BÖLÜM 3. KARAMAN ATIK SU ARITMA TESİSİ İÇİN EN UYGUN VE TÜR VE DOZAJDAKİ POLİELEKTROLİTİN SAPTANMASI ÜZERİNE DENEYSEL ÇALIŞMA**

### **3.1. Atık Su Arıtma Çamurundan Örnek Alınması, Su-Kuru Madde Tayini**

Atık sulardan kaynaklanan çamurlar heterojen bir yapıya sahip olup, su içinde çözülmüş ve çözünmemiş madde miktarı sabit olmayan karışımlardır.

Gerekli olan Cihazlar ve Malzemeler:

- 4 mm'lik elek
- Öğütücü
- Soğutucu (-4° C'ye ayarlanabilen)
- Pompa
- Ağzı kapalı cam şişe
- Polietilen şişe

#### **3.1.1. Örnekleme**

Analiz için alınacak çamurun bütün özelliklerini taşıması yani temsili bir örnek olması gerekmektedir. Bu nedenle aşağıdaki yöntemlerin uygulaması önerilmektedir:

- Tankın içindeki çamur, örnek alınmadan önce iyice karıştırılmalıdır. Karıştırma esnasında çamurun içindeki katı parçacıkların şekli ve boyutu bozulduğundan, çamurun bazı fiziksel özelliklerinde değişme olmaktadır. Eğer, çamurun fiziksel özellikleri ölçülecekse, karıştırma işlemi mümkün olduğunca dikkatli yapılmalı ve kısa bir süre içinde tamamlanmalıdır[18].

- Örnek büyük bir çamur tankından alınacak ise, tankın değişik noktalarından örnek alınıp karşılaştırılarak, tipik bir örnek hazırlanmalıdır[18].

- Örnekleme; mümkün olan durumlarda, çamur pompalanırken yapılmalıdır (çamurun açık kanaldan pompalanması sırasında v.b.) bu durumda örnekler belli bir süre içinde eşit zaman aralıklarında ve eşit hacimlerde alındıktan sonra karıştırılarak temsili örnek hazırlanmalıdır [18].
- Örnek, laboratuarda 4 mm'lik elekten geçirilir. Flokların yapısının önemli olmadığı durumlarda çamur öğütücülerden geçirilir[18].
- Örnek analizi yapılacak parametrenin türüne göre karıştırılır. (Su içeriği, kuru madde veya yoğunluk örneğin) [18].
- Örnekte flok yapısının önemli olduğu diğer parametrelerin analizi yapılacağı zaman örnek yavaşça karıştırılır. İyi sonuç almak için, örneği bir beherden diğerine yavaşça aktararak dikkatlice karıştırmak gerekir[18].
- Kuru madde diğer analizler (ısıl değeri) için kullanılacaksa, iyice öğütülür(< 0.2 mm) Çamur örnekleri 4° C'nin altında kısmen doldurulmuş polietilen şişelerde saklanır. Uçucu maddelerin ölçülmesi için kullanılacak çamur örnekleri ağzı iyice kapatılmış cam şişelerde muhafaza edilir[18].

### 3.1.2. Çamurdaki su ve kuru madde miktarı tayini

105°C'de kurutulan örneğin ağırlığında görülen kayıp, “ Su İçeriği (Sİ)” olarak tanımlanmaktadır. Örneğin 105°C'de kurutularak içindeki suyun uçurulmasından sonra geri kalan kısmına “Kuru Madde (KM)” denmektedir.

Gerek su içeriği(Sİ) ve gerekse kuru madde miktarı (KM) yüzde olarak ifade edilmekte ve deney doğru yapıldığı takdirde, ikisinin toplamı %100'e eşit olmaktadır.

Sıvı ve katı madde karışımındaki iki faz, buhar basınçlarındaki farklılıklardan yararlanılarak kolaylıkla ayrılabilir.

Gerekli Cihazlar ve Malzemeler:

- Terazı
- Etüv (105±2 °C )
- Cam ŞıŖe
- Alüminyum Kap
- 200 W'lık kızılötesi lamba
- Desikatör

### 3.1.2.1. Etüv kullanılarak su ve kuru madde miktarının tayini

İyice karıştırılmış örnekten 100-200 g (± 0.1) bir cam şıŖeye doldurularak tartıldıktan sonra, etüvde 24 saat 100 ± 2 °C'de kurutulur. )

Hesaplama:

$$Sİ (\%) = ( (A - B) / A ) * 100 (\pm 0.1)$$

Burada;

Sİ = Örnek su içeriği, %

A = Örnek Ağırlığı, g

B = 100 +2 °C'de kurutulduktan sonraki örnek ağırlığı,g)

$$KM (\%) = 100 - Sİ (\%)$$

### 3.1.2.2. Kızılötesi lamba kullanılarak su ve katı madde miktarının tayini

20-40 (± 0.1) g örnek alüminyum bir kaba konur ve terazı üstünde kızılötesi lamba altında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulur.

Kurutma işleminin kalan katı maddenin yüzeyi kömürleşmemiştir.



Kurutma işlemi 4,5 cm uzaklıkta tutulan 200 Watt'lık lamba ile yapıldığı zaman bu işlem genellikle 30 dk kadar sürmektedir.

10 dakikası 180 V'da (175 °C ), 20 dk'sı ise 90 V'da (105 °C ) gerçekleştirilmektedir.

- Yakın buhar basınçlarına sahip olan karışımları ayırmak çok zordur. Bu nedenle ölçülen su içeriği genellikle, azotlu bileşikleri, organik çözücülerini ve bazı metalleri de kapsamaktadır. Bütün bu maddelerden kaynaklanan hata payı ise yüzde birden az olmaktadır.

- Kurutulmuş örnek higroskopik olduğu için desikatörde muhafaza edilmelidir.

## **3.2. Optimum Polielektrolit Tür ve Dozajının Belirlenmesi**

### **3.2.1. Materyal ve metotlar**

Gerekli olan Cihazlar ve Malzemeler:

- Şırınga
- Filtre
- Ağzı kapalı cam şişe
- Polietilen şişe
- 150 cc'lik 4 adet Beher

Çalışma esnasında belirli dozajda polielektrolit ilave edilen biyoçamurun zamana bağlı miktarını ölçmede kullanılmak üzere filtreler; tesisten belt filtrenin olduğu gerçeğine uygun olması amaçlı kesilmektedir. İki ucu açık silindirik bir kabın alt kısmına yerleştirilerek silikonlanan cidar, süzme işlemi esnasında biyoçamurun kenarlara taşmamasını önleyen bir mekanizma halini almaktadır. Filtrenin üst üste kullanımının filtreyi tıkayacağı düşünülerek her bir deney için ayrı ayrı filtreler yapılmaktadır.

Belt filtreye giriş kısmından alınan numuneler ve farklı türde polielektrolitler ile yürütülen çalışmalarda, polielektrolitler katı halde bulunmaktadır. Bu sebeple çözelti oluşturmak amacıyla; % 0,2 dozunun kullanılması için uygun polielektrolit kullanımı çalışmasına başlamadan önce örnek bir polielektrolit ile % 0.2 ila % 0,5 ( tavsiye edilen dilim aralığı ) deneyler yapılmış ve % 0,2 oranında polielektrolitin kullanılması uygun görülmüştür. Öncelikle 2 g kadar polielektrolit 100 ml kadar saf H<sub>2</sub>O'ya ilave edilip, 45 dk 80 °C'de karışımı sağlanmaktadır.

Her bir polielektrolitli saf su karışımı için, 150 g atık sudan behere örnek alınmakta ve polielektrolitli sudan şırınga ile 12,5 ml ilave edilerek beherden behere dökmek suretiyle 162,5 ml'lik elde edilen karışım 10 defa karışmakta, su ayrışımı, suyun bulanıklılığı, flok oluşumu, flok boyları ve filtreden yer çekimi kuvvetiyle (her hangi bir basınç, santrifüjleme işlemine maruz bırakılmaksızın) süzdürülen polielektrolitli atık suyun belirli miktarlara ne kadar zamanda ulaştığı not edilmektedir. Seçilen miktarların 50 ml'ye kadar olması, bu süreden sonra devam edilmemesinin sebebi, yapılan bir çok deneyde 50 ml'ye ulaşıldığında filtrelerde meydana gelen tıkanma sebebiyle atık su çamurlu polielektrolitin akmaz hale gelmesidir. deneylerde maksimum miktar tayini bu duruma istinaden yapılmıştır.

### 3.2.2.Deneysel Çalışmalar

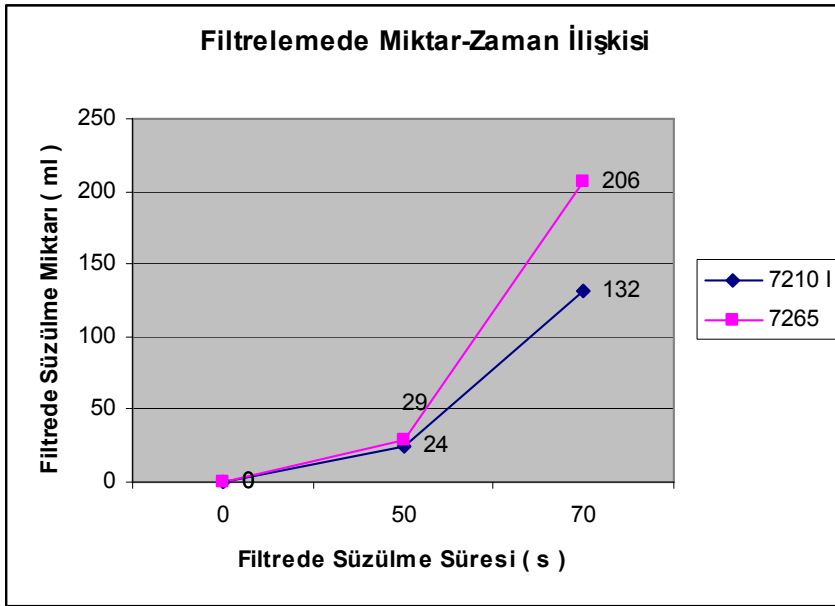
#### 3.2.2.1. 18.01.2007 tarihli laboratuvar çalışması

##### Kullanılan Numuneler

- 1- 7210I % 60 Katyonik Polielektrolit
- 2- 7265 % 60 Katyonik Polielektrolit

Tablo 3.1. Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımli Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 18/ 01/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml ) Numune Zetag 7210 I	Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml ) Numune Zetag 7265
0	0	0
50	24	29
70	132	206



Şekil 3.1. Filtrede Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi (18/ 01/2007 )

Grafik (Şekil 3.1) Yorumu: Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolitlerle yapılan çalışma neticesinde elde edilen grafik eğrisi, her iki polimerde de yukarıya doğru kıvrılma özelliğine sahiptir. Grafikten filtreye dökülmekte olan polimerli atık su çamurunun süzülmesinin devam etmekte olduğu, filtrede tıkanma olmadığı, bir diğer ifade ile süzme esnasında çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.2. Biyoçamurun 18/01/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Hava Sıcaklığı : 5 °C		Güneşli		
Parametreler	Giriş	Çıkış	$H_1 = 0,7442$ $H_2 = 0,7650$ $K_1 = 2,5459$ $K_2 = 2,5383$ (Katı )	
pH	7,39	7,43		
AKM (mg/l)	253	7		
KOI (mg/l)	298	17		
BOI <sub>5</sub>	/	/		
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	11,35	0,0006		
Süzme ve Kurutma				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S.Çamur	Kek
Alınan Toplam Hacim (ml)	25 cc	25 cc	6,000	5,7937
Toplam Ağırlık ( gr )	0,9426	0,9530	2,5459	2,5382
Filtre Kap ( gr )	0,7442	0,7650	2,5459	3,2555
Numune Ağırlığı ( gr )	0,0984	0,1883	3,4542	1,0299
Son Tartım	/	/	0,2094	1,0219
K.M. Ağırlığı	3,93	7,53	6,06	31,38
DS	3,93		7,53	
SSV	300		800	
SVI	76,33		100,24	

1. gün yapılan çalışma neticesinde çamur yoğunluğunun  $3,93 \text{ kg/ m}^3$ , KOI çıkış değerinin  $17 \text{ mg/l}$ , AKM çıkış değerinin  $7 \text{ mg/l}$  ve pH'ın  $7,43$  olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere Zetag 7210 I numunesinin daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Farklı formülasyon yapısına sahip polielektrolitlerin her ikisi de % 60 katyonik olmasına rağmen; molekül ağırlıkları Zetag 7265  $10 \text{ dl/g}$  ve Zetag 7210I  $6 \text{ dl/g}$  olarak farklılık gösterir. Molekül ağırlığı düşük olan katyonik polielektrolit daha iyi sonuç vermiştir.

### 3.2.2.2. 09.03.2007 Tarihili Laboratuvar Çalışması

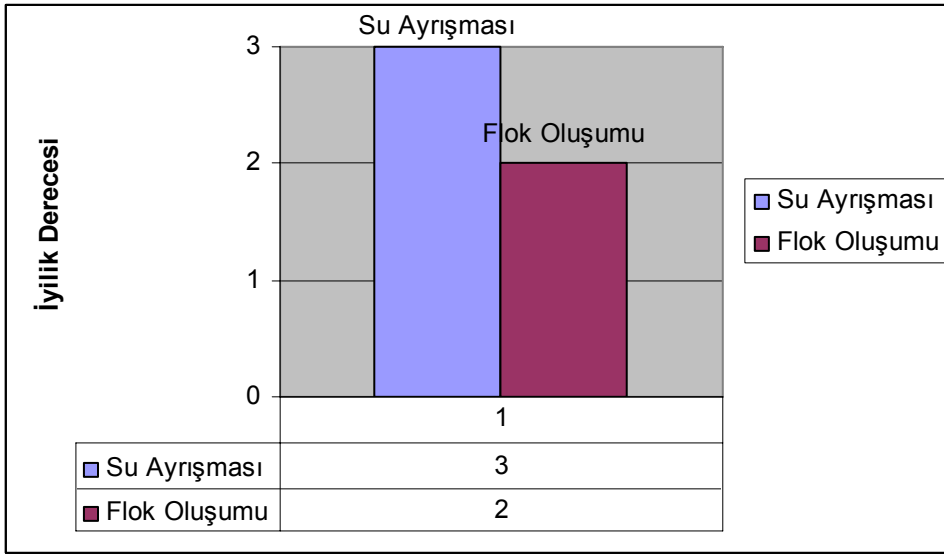
2. gün olarak yapılan çalışmada süzülme miktar ve zamanı yanı sıra; filtreleme esnasında oluşan flok oluşumu ve suyun kenarlara çıkması yani; su ayrışması faktörlerine de dikkat edilmiştir.

Kullanılan Numuneler :

- 1- Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit
- 2- Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit
- 3- Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit
- 4- Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit
- 5- 7210I % 60 Katyonik Polielektrolit
- 6- 7265 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 7- 7262 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 8- Polielektrolitsiz Numune

1-Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	3-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Orta	<input type="checkbox"/>	1-Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	3-İyi	<input type="checkbox"/>	2-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	1-Kötü	<input type="checkbox"/>

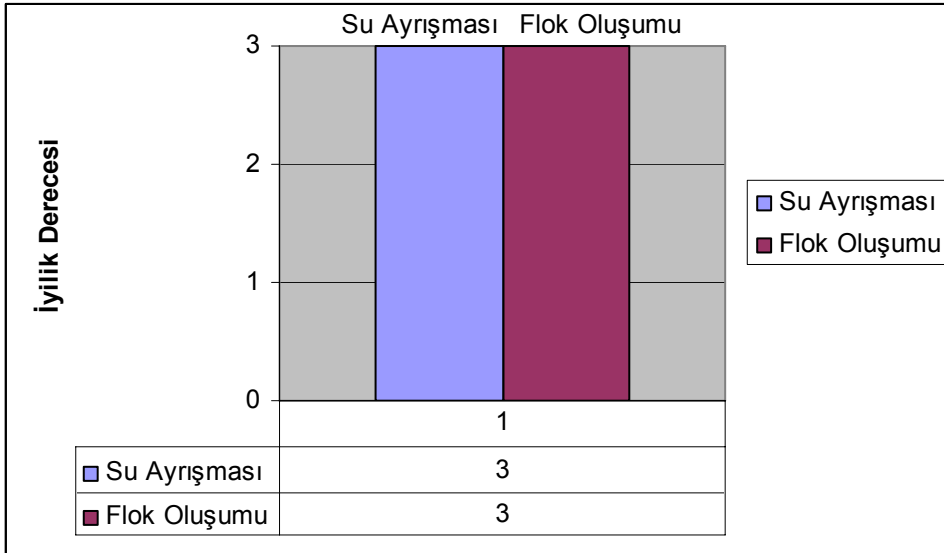


Şekil 3.2. Filtreden Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

2-Penfloc 65105 Katyonik\_Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

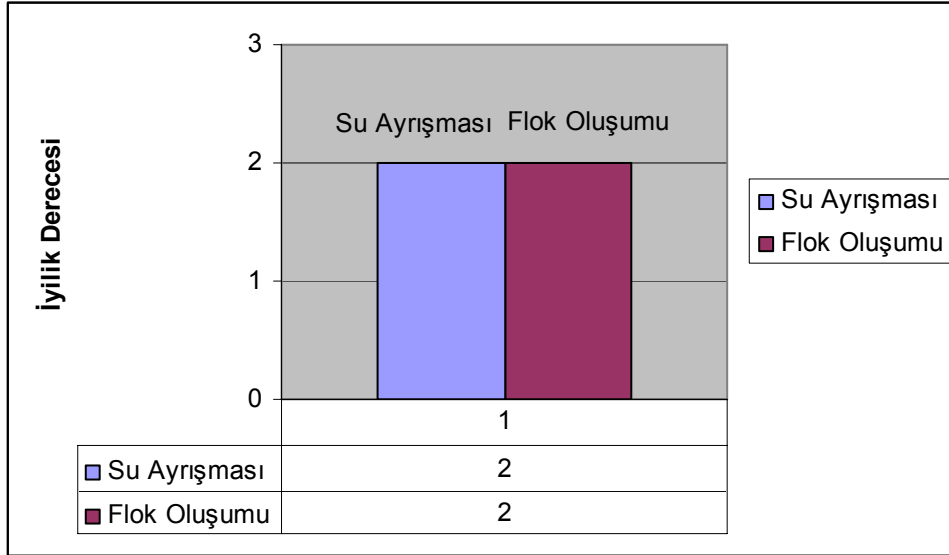


Şekil 3.3. Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

### 3-Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

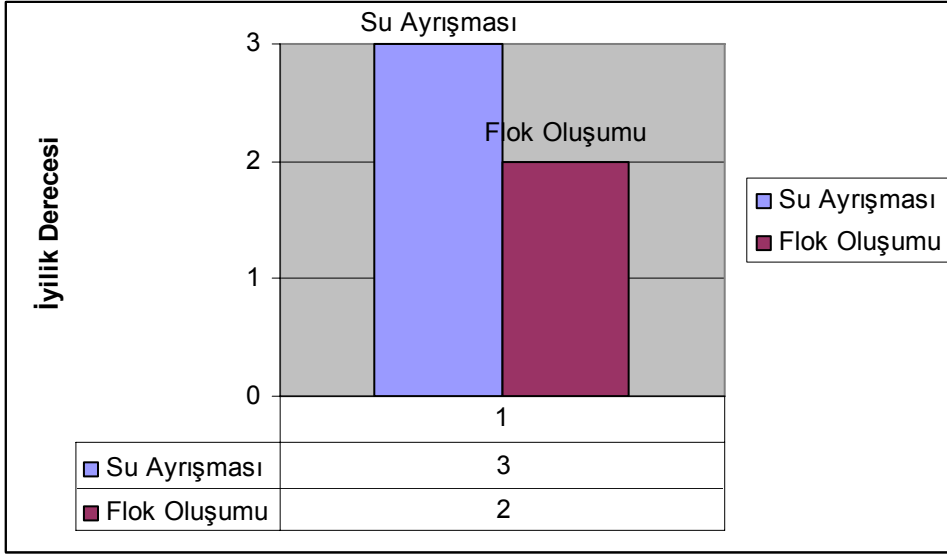


Şekil 3.4. Filtreden Süzülen Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

### 4-Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

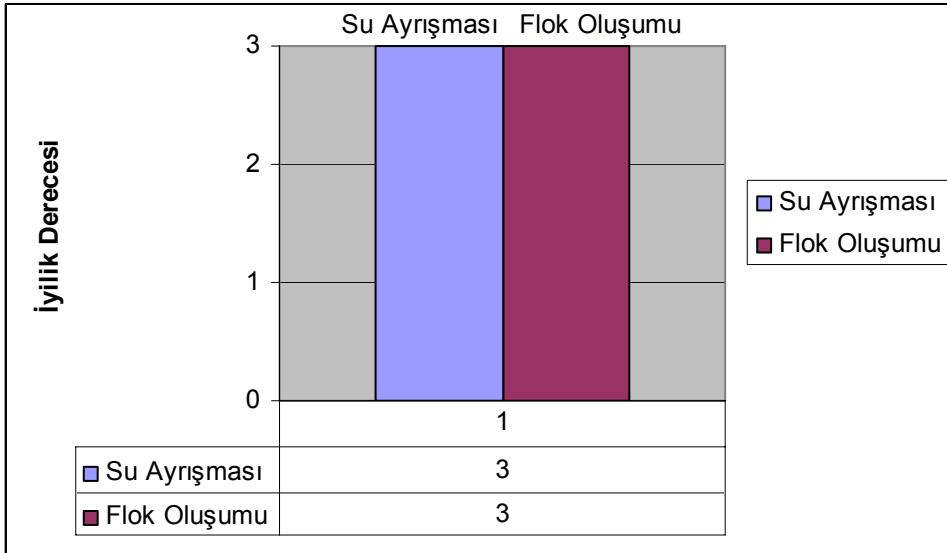


Şekil 3.5. Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

5-7210I % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

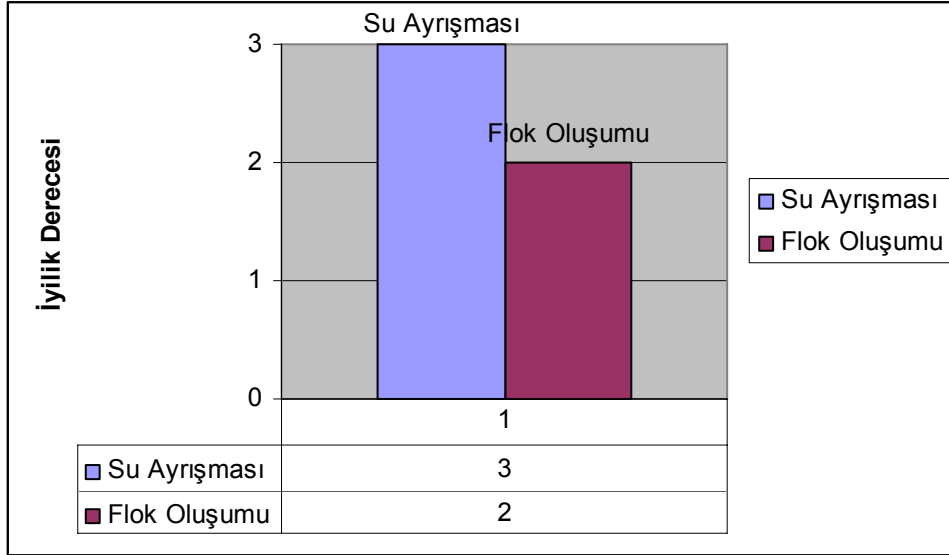


Şekil 3.6. Filtreden Süzülen Zetag 7210I Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

6-7265 % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü



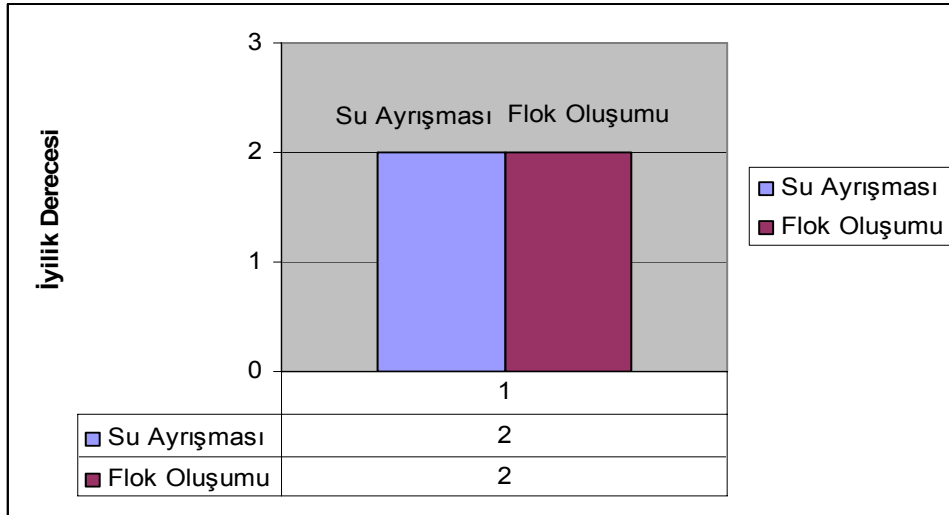
Şekil 3.7. Filtreden Süzülen Zetag 7265 Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

7-7262 % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 3-İyi  2-Orta  1-Kötü

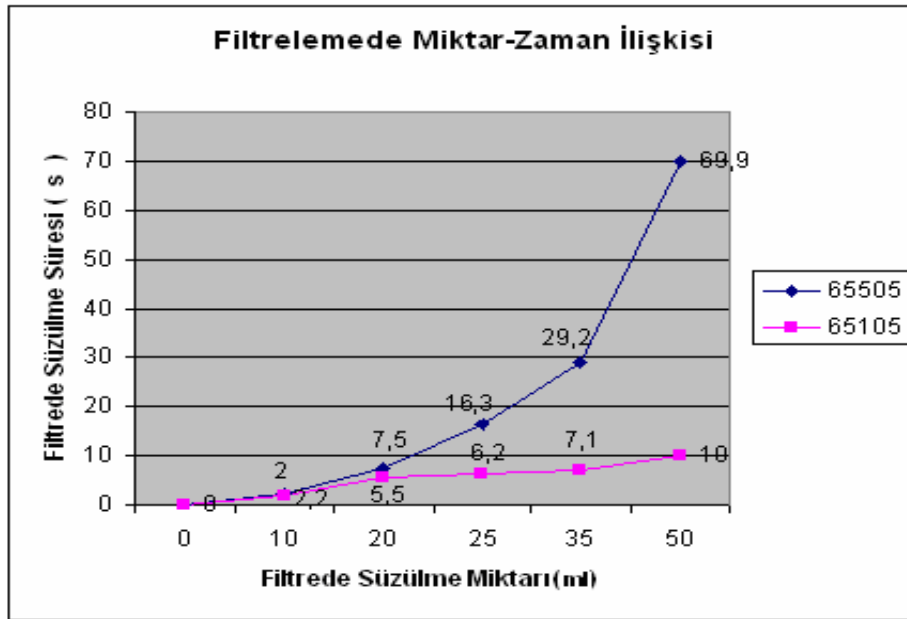




Şekil 3.8. Filtreden Süzülen Zetag 7262 Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu ve Su Ayrışması Dereceleri ( 09/ 03/2007 )

Tablo 3.3. Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Penfloc 65505	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Penfloc 65105
0	0	0
10	2,2	2
20	7,5	5.5
25	16,3	6.2
35	29,2	7.1
50	69,9	10

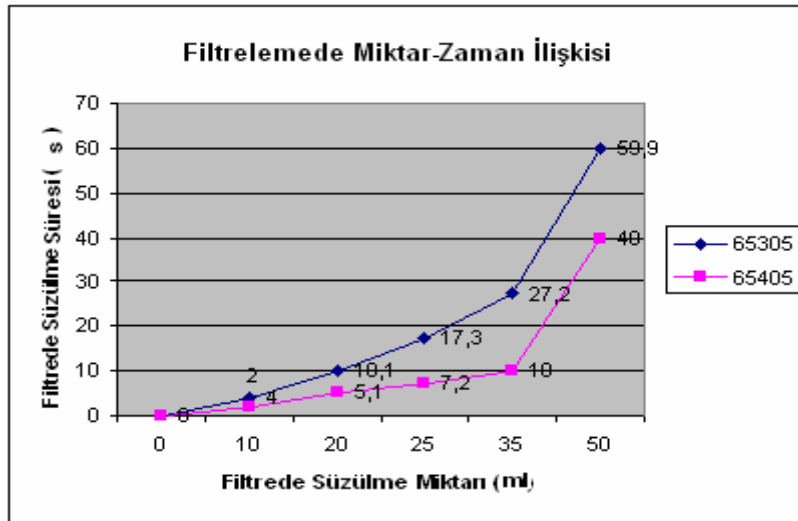


Şekil 3.9. Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.9) Yorumu: Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 katyonik polielektrolitlerle yapılan çalışma neticesinde elde edilen grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.4. Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s )Penfloc 65305	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65405
0	0	0
10	4.0	2.0
20	10.1	5.1
25	17.3	7.2
35	27.2	10
50	59.9	40

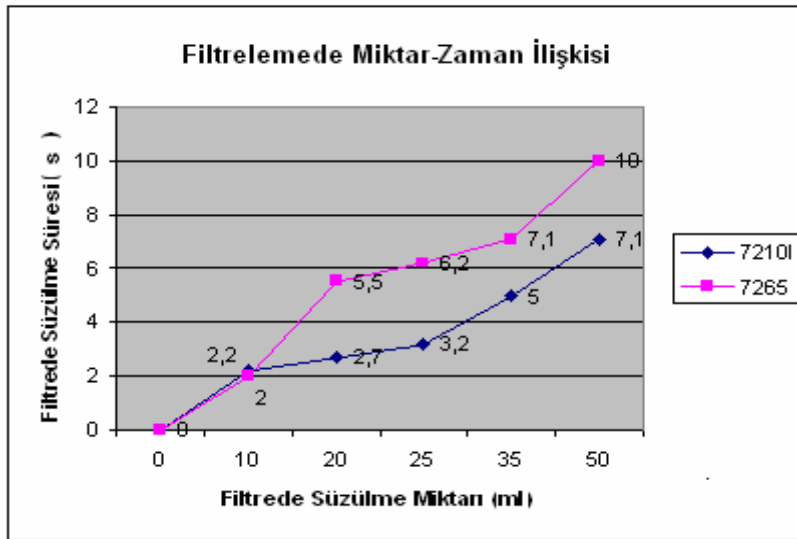


Şekil 3.10. Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.10) Yorumu: Süzülen Penfloc 65305 ve 65405 katyonik polielektrolitlerle yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.5. Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7210I	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7265
0	0	0
10	2.2	3.5
20	2.7	4.2
25	3.2	5.1
35	5.0	9.2
50	7.1	10.9

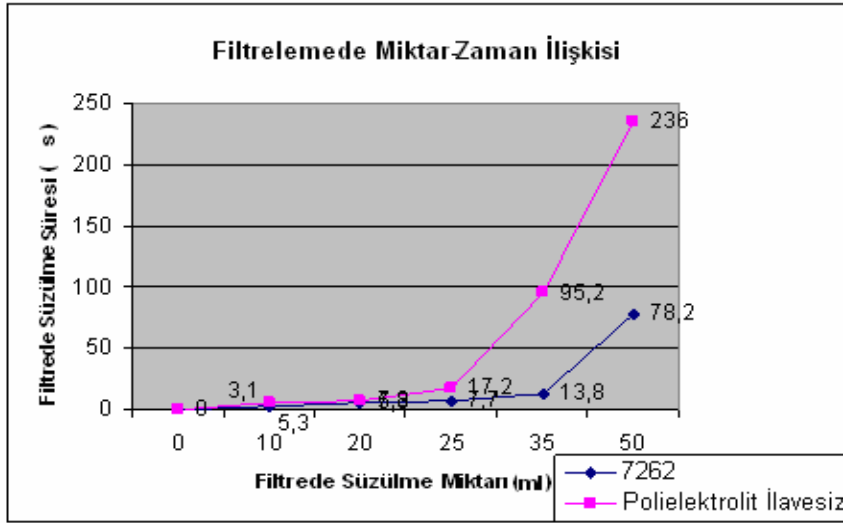


Şekil 3.11. Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafığı ( 09/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.11) Yorumu: Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 katyonik polielektrolitlerle yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi 7210I'in çökeltme özelliği göstermediği, 7265'in ise ilk 35 s içerisinde aşağı eğimli eğri çizdiği çökeltme gösterdiği, daha sonraki zaman sürecinde ise çökeltmenin azaldığı eğrinin yukarı kıvrıldığı görülmektedir.

Tablo 3.6. Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı ve Polielektrolit İlavesiz Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 09/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7262	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Polielektrolit İlavesiz
0	0	0
10	3.1	5.3
20	5.3	7.8
25	7.7	17.2
35	13.8	95.3
50	78.2	236



Şekil 3.12. Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı ve Polielektrolit İlavesiz Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 09/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.12) Yorumu: Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı ve Polielektrolit İlavesiz Biyoçamur ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.7. Biyoçamurun 09/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Hava Sıcaklığı : 8 °C		Sisli		
Parametreler	Giriş	Çıkış		
T	11,4	11,5	$H_1 = 0,7673$ $H_2 = 0,7668$ $K_1 = 2,5348$ $K_2 = 2,5433$	
pH	7,68	7,90		
AKM (mg/l)	128	6		
KOI (mg/l)	228	6		
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	16,00	0,00		
Verim	% 97,36			
Süzme ve Kurutma				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S.Çamur	Kek
Alınan Toplam Hacim (ml)	10	10	-	-
Toplam Ağırlık ( gr )	0,8137	0,8777	5,4233	6,6366
Filtre Kap ( gr )	0,7673	0,7668	2,5348	2,5433
Numune Ağırlığı ( gr )	0,0464	0,1109	2,8885	4,0933
Son Tartım	/	/	2,6853	3,7426
K.M. Ağırlığı	4,64	11,09	0,1005	1,1993
% K.M.			3,47	29,29
DS	4,64		11,09	
SSV	600		940	
SVI	19,31		84,76	

2. gün yapılan çalışma neticesinde çamur yoğunluğunun 4,64 kg/ m<sup>3</sup>, KOI çıkış değerinin 6 mg/l, AKM çıkış değerinin 6 mg/l ve pH'ın 7,90 olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere; flok oluşumu ve Su Ayırışması grafikleri doğrultusunda Penfloc 65105 ve Zetag 7210I numularının iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Filtreleme miktar zaman grafiklerine bakıldığında en iyi neticeyi veren yine Penfloc 65105 numunesi olmuştur.

### 3.2.2.3. 10.03.2007 tarihli laboratuvar çalışması

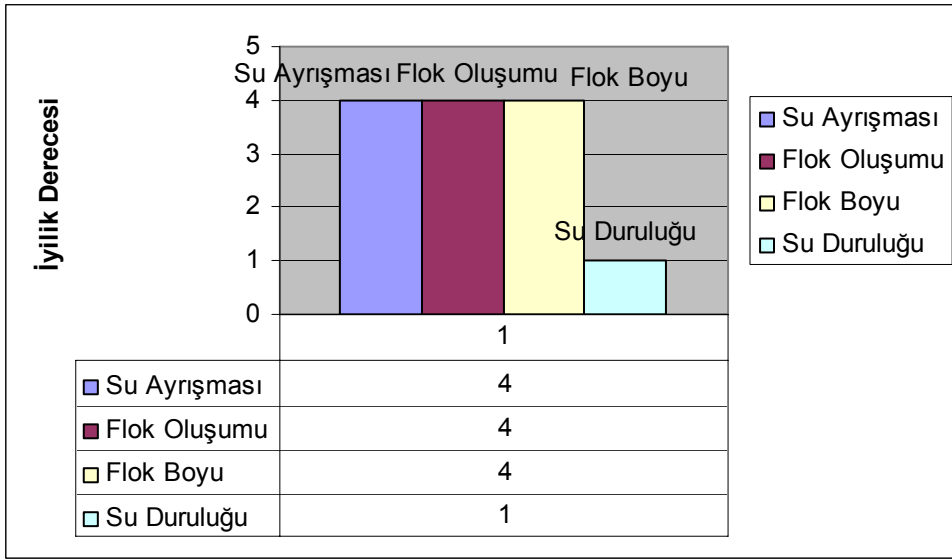
3. gün yapılan çalışmada filtreden süzülme miktarının zamana bağlı değişimi, flok oluşumu ve su ayırışması yanı sıra; flok boyu ve Filtre Altında Biriken Suyun Bulanıklığına kullanılan numune polielektrolitlerin tesiri incelenmiştir. 2. gün yapılan çalışmadaki numunelerle tekrar çalışma yapılmış, Penfloc 65105 numunesi ile yine aynı sonucun alınıp alınamayacağı denemiştir. İyilik derecelendirmesi 3 en iyi değerinden 5'e çıkarılmış, böylelikle daha detaylı grafik verisi elde etme yolu sağlanmıştır.

Kullanılan numuneler:

- 1-Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit
- 2-Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit
- 3-Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit
- 4-Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit
- 5-7210I % 60 Katyonik Polielektrolit
- 6-7265 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 7-7262 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 8-Polielektrolitsiz Numune

1-Penfloc 65505 Katyonik\_Polielektrolit :

Su Ayırışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Büyük	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input checked="" type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>



Şekil 3.13. Filtreden Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Flok Oluşumu,Su Ayrışması, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

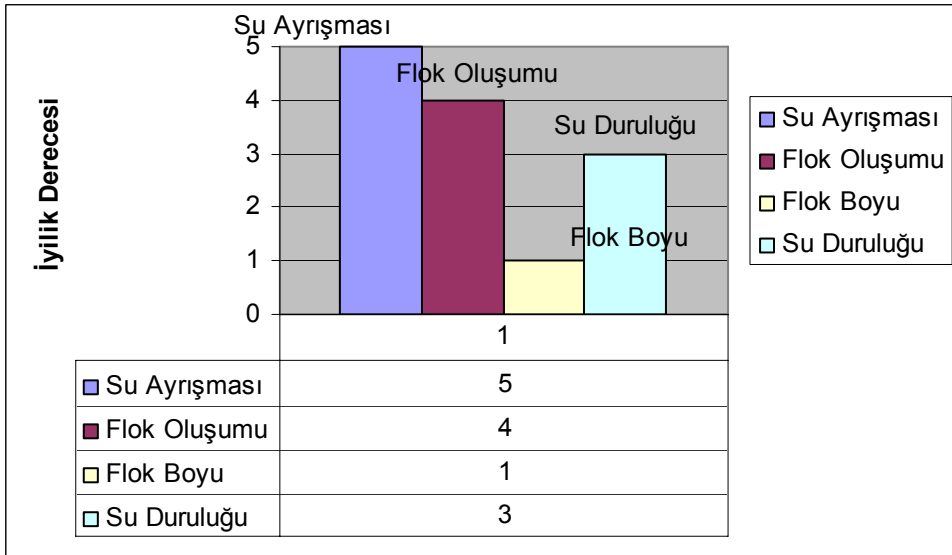
## 2-Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iy  4-İy  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iy  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok B  2-Bü  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iy  4-İyi  3-Orta  4-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.14. Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

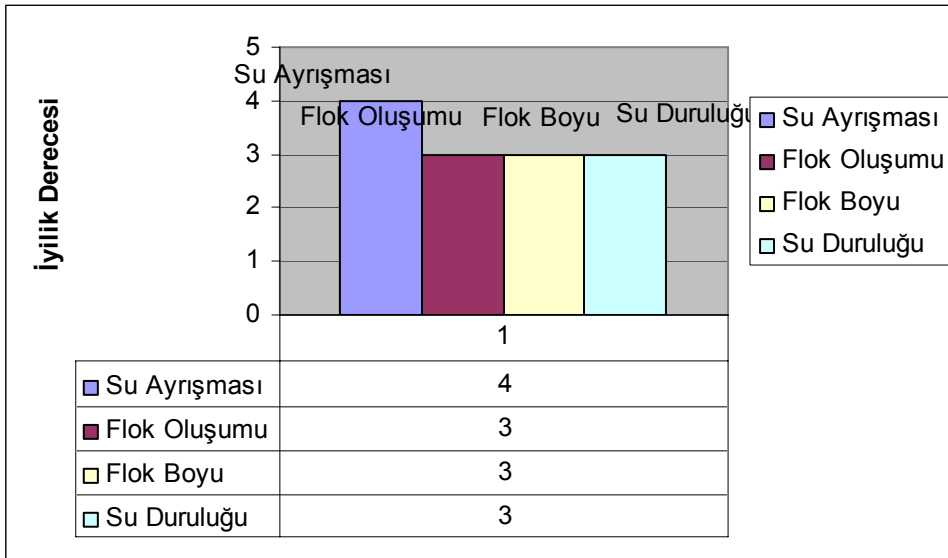
## 3-Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  4-Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.15. Filtreden Süzülen Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

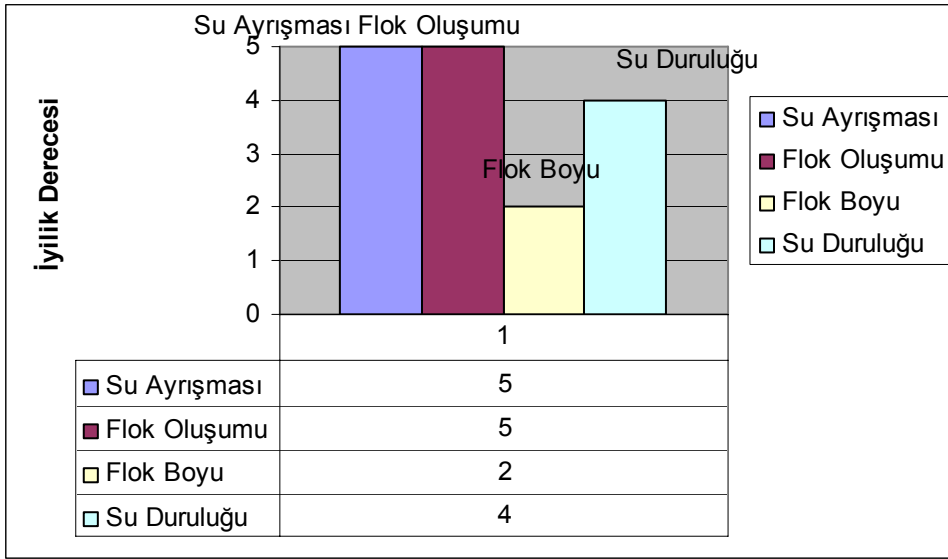
## 4-Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  4-Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.16. Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

5-7210I % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iy  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iy  4-İyi  3-Orta  -Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok B  2-Bü  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iy  4-İyi  -Orta  -Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.17. Filtreden Süzülen Zetag 7210I Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )



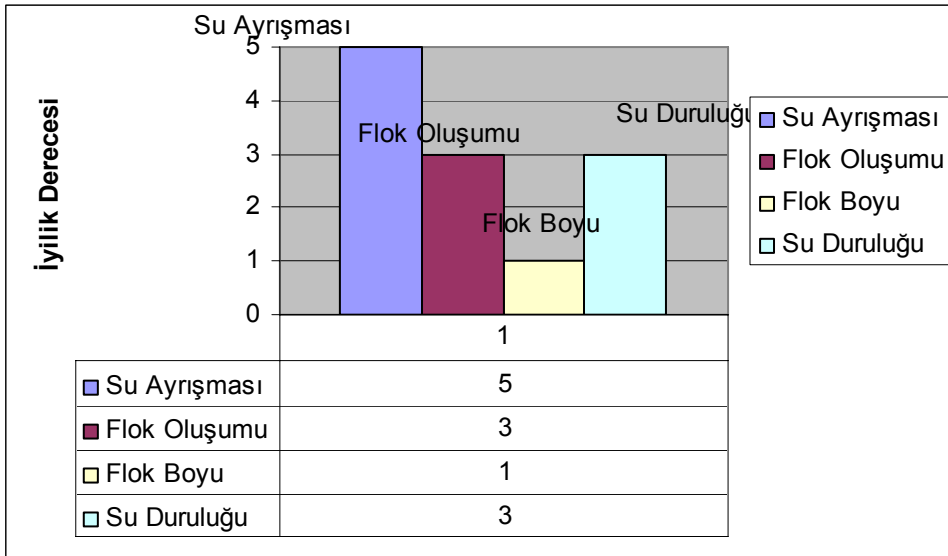
## 6-7265 % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.18. Filtreden Süzülen Zetag 7265 Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

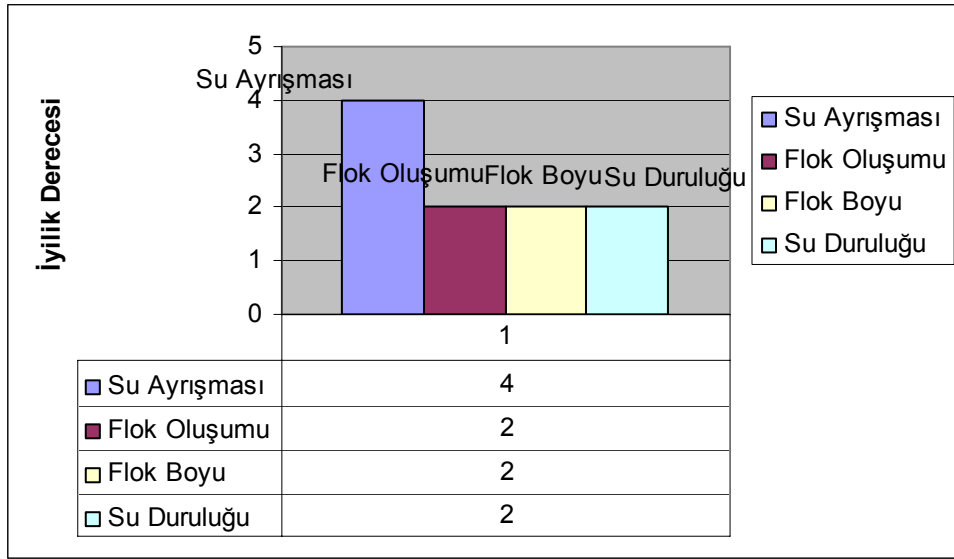
## 7-7262 % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

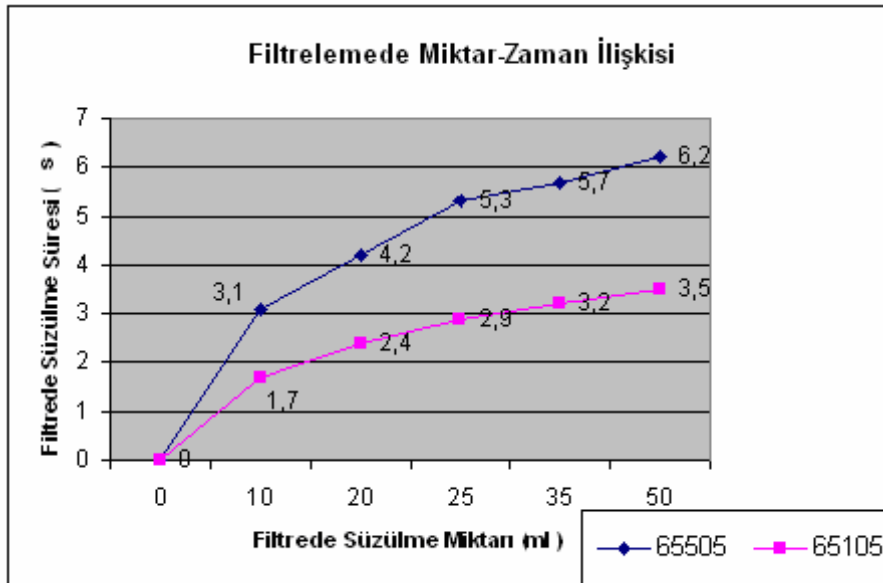
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok İyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.19. Filtreden Süzülen Zetag 7262 Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 10/ 03/2007 )

Tablo 3.8. Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Penfloc 65505	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Penfloc 65105
0	0	0
10	3,1	1,7
20	4,2	2,4
25	5,3	2,9
35	5,7	3,2
50	6,2	3,5

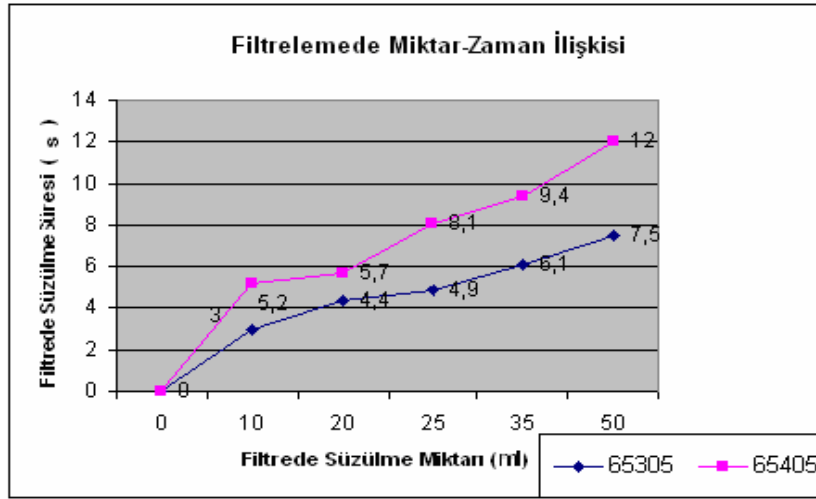


Şekil 3.20. Filtrede Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.20) Yorumu: Süzülen Penfloc 65505 ve Penfloc 65105 ile yapılan çalışma neticesindeki her iki eğrinin de aşağı doğru kıvrılmakta olduğu yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.9. Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s )Penfloc 65305	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65405
0	0	0
10	3,0	5,2
20	4,4	5,7
25	4,9	8,1
35	6,1	9,4
50	7,5	12,0

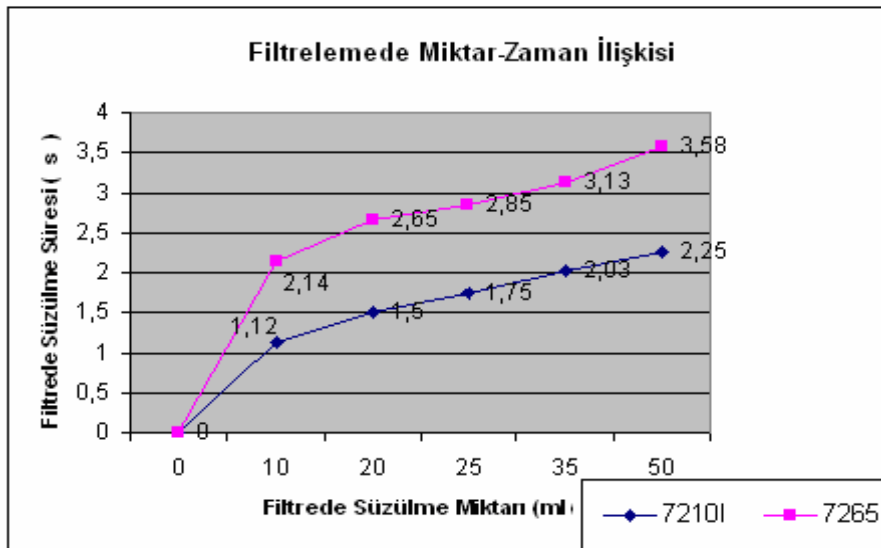


Şekil 3.21. Filtrede Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.20) Yorumu: Süzülen Penfloc 65305 ve Penfloc 65405 ile yapılan çalışma neticesindeki her iki eğrinin de 20 s'lik zaman diliminde çökelme göstermekte olduğu, sonraki 30 s'lik süreçte ise çökelmenin azaldığı eğrinin yukarı kıvrıldığı görülmektedir.

Tablo 3.10. Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7210I	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7265
0	0	0
10	1,12	2,14
20	1,6	2,55
25	1,75	2,85
35	2,03	3,13
50	2,25	3,58



Şekil 3.22. Filtrede Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafığı ( 10/ 03/2007 )

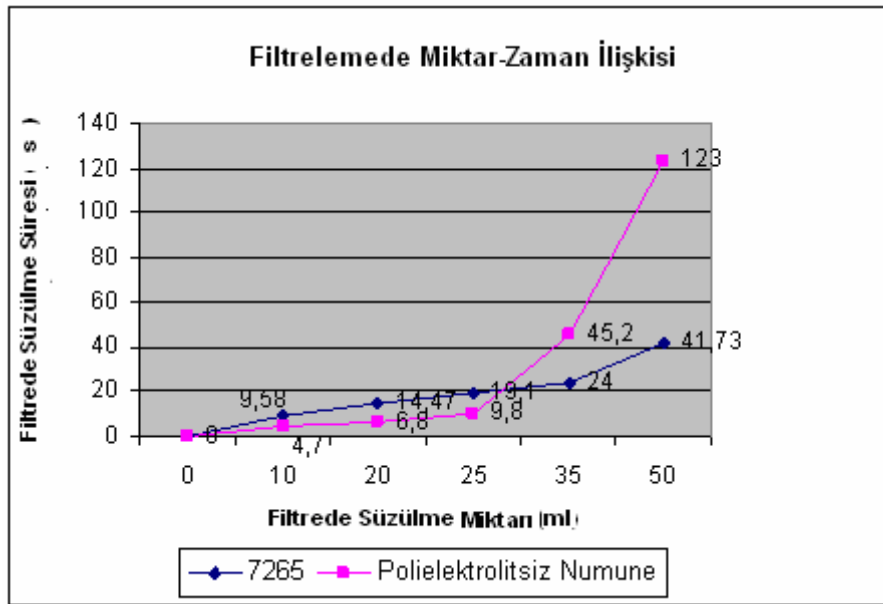
Grafik (Şekil 3.22) Yorumu: Süzülen Zetag 7210I ve Zetag 7265 ile yapılan çalışma neticesindeki Zetag 7201I'nın bütün süzülme zamanı zarfında çökeltme gösterirken, Zetag 7265 numunesi ikinci zaman dilimi olan 25 s'den sonra çökeltme göstermemektedir.

Tablo 3.11. Filtrede Süzülen Zetag 7262 Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 10/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı (ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7262	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Polielektrolit İlavesiz
0	0	0
10	9,58	4,7
20	14,47	6,8
25	19,1	9,8
35	24,0	45,2
50	41,73	123

Grafik (Şekil 3.23) Yorumu: Süzülen Zetag 7262 ve polielektrolit ilavesiz polielektrolit karışımı biyoçamur ile yapılan çalışma neticesindeki polielektrolitsiz numunenin sabit eğri çizdiği 35 s içinde çökeltmekte iken, 50 s'ye varana kadar çökeltmede azalma olduğu görülmektedir. Zetag 7262'nin ise ilk 25 s yavaş artan, sonrasında birden dükleşen bir eğri çizdiği çökeltmenin olmadığı görülmektedir.

Zetag 7210I'nın bütün süzülme zamanı zarfında çökeltme gösterirken, Zetag 7265 numunesi ikinci zaman dilimi olan 25 s'den sonra çökeltme göstermemektedir.



Şekil 3.23. Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Polielektrolit İlavessiz Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 10/ 03/2007 )

Tablo 3.12. Biyoçamurun 10/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Parametreler	Giriş		Çıkış	
T	15,2		12,8	
pH	7,75		7,81	
AKM (mg/l)	274		4	
KOI (mg/l)	560		13	
Süzme ve Kurutma				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S.Çamur	Kek
Alınan Toplam Hacim (ml)	50	50	-	-
Toplam Ağırlık ( gr )	1,0180	1,2982	9,2564	9,5455
Filtre Kap ( gr )	0,7656	0,7627	2,5331	2,5070
Numune Ağırlığı ( gr )			6,7233	7,0385
Son Tartım			2,7746	5,0520
K.M. Ağırlığı				2,5450
% K.M.			3,59	36,16
DS	4,64		11,09	
SSV	600		940	
SVI	19,31		84,76	

3. gün yapılan çalışma neticesinde çamur yoğunluğunun  $4,64 \text{ kg/ m}^3$ , KOI çıkış değerinin  $13 \text{ mg/l}$ , AKM çıkış değerinin  $4 \text{ mg/l}$  ve pH'ın  $7,81$  olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere; flok oluşumu ve Su Ayırışması grafikleri doğrultusunda Penfloc 65405 ve Zetag 7210I

numunelerinin iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Filtreleme miktar zaman grafiklerine bakıldığında en iyi neticeyi veren yine Zetag 7210I numunesi olmuştur.

#### 3.2.2.4. 11.03.2007 tarihili laboratuvar çalışması

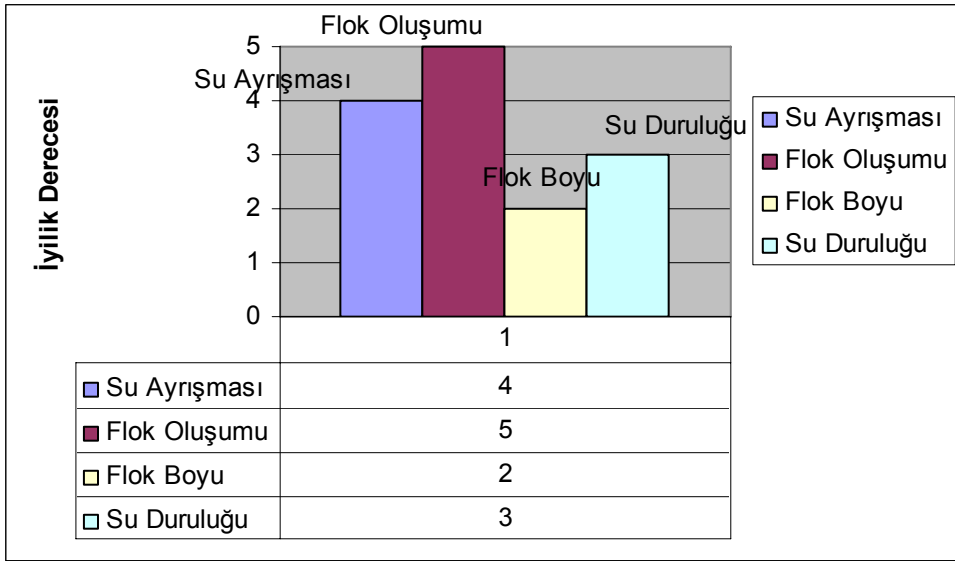
4. gün laboratuvarında o gün itibariyle bulunan bütün numunelerle çalışma yapılmış, biyoçamur karakterizasyonu ile birlikte aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

#### Kullanılan Numuneler

- 1- 7210I % 60 Katyonik Polielektrolit
- 2- 7208 % 40 Katyonik Polielektrolit
- 3- 7266 % 40 Katyonik Polielektrolit
- 4- 7264 % 40 Katyonik Polielektrolit
- 5- 7263 % 80 Katyonik Polielektrolit
- 6- 7269 % 80 Katyonik Polielektrolit
- 7- 7270 % 80 Katyonik Polielektrolit
- 8- 7265 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 9- 7262 % 60 Katyonik Polielektrolit
- 10- Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit
- 11- Penfloc 65205 Katyonik Polielektrolit
- 12- Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit
- 13- Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolit
- 14- Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit
- 15- Polielektrolitsiz Numune

1-7210I % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayırışması Nasıl?	5-Çok iyi <input type="checkbox"/>	4-İyi <input checked="" type="checkbox"/>	3 -Orta <input type="checkbox"/>	2-Kötü <input type="checkbox"/>	Çok Kötü <input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi <input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi <input type="checkbox"/>	3-Orta <input type="checkbox"/>	-Kötü <input type="checkbox"/>	Çok Kötü <input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büy <input type="checkbox"/>	2-Bü <input type="checkbox"/>	3-Orta <input type="checkbox"/>	Küçük <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Küçük <input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi <input type="checkbox"/>	4-İyi <input type="checkbox"/>	3-Orta <input checked="" type="checkbox"/>	-Kötü <input type="checkbox"/>	Çok Kötü <input type="checkbox"/>



Şekil 3.24. Filtreden Süzülen Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

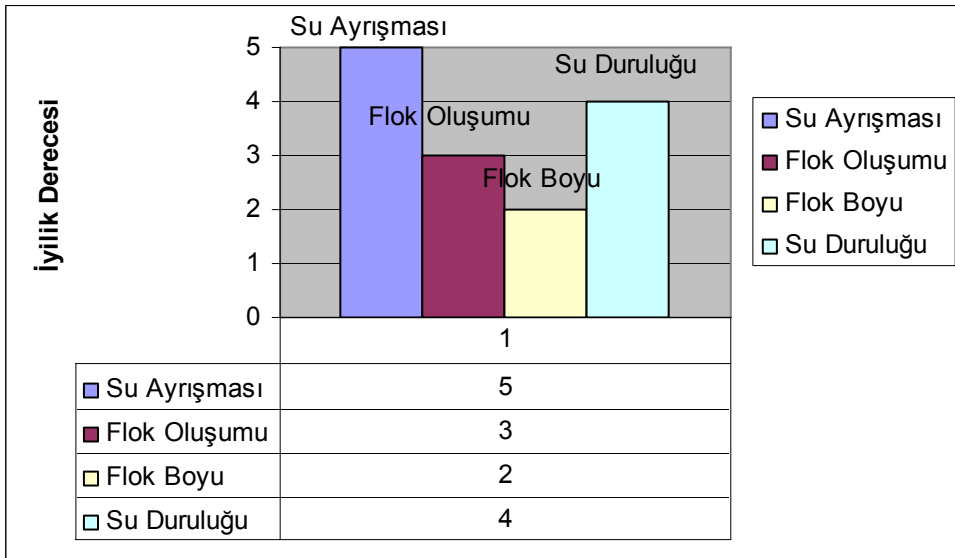
2-7208 % 40 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  -Kötü  -Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  -Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  -Orta  Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  -Kötü  -Çok Kötü



Şekil 3.25. Filtreden Süzülen Zetag 7208 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

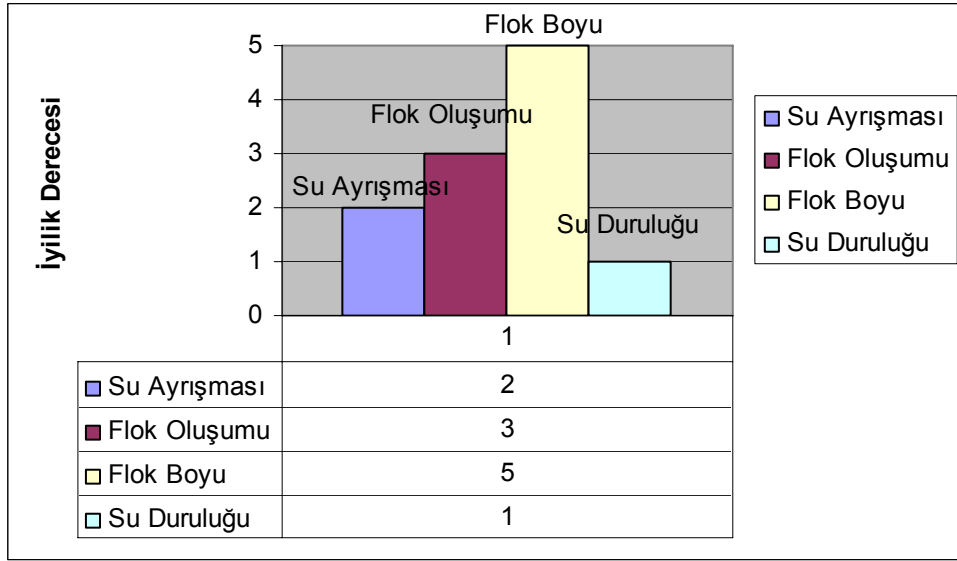
## 3-7266 % 40 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  4-Küçük  5-Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü



Şekil 3.26. Filtreden Süzülen Zetag 7266 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

## 4- 7264 % 40 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  4-Küçük  5-Çok Küçük

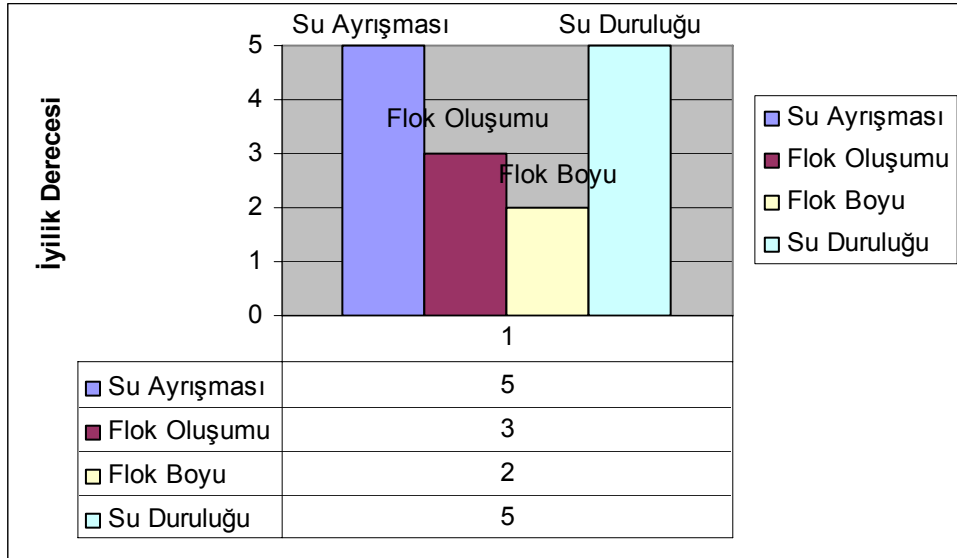
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  1-Çok Kötü





6-7269 % 80 Katyonik Polielektrolit :

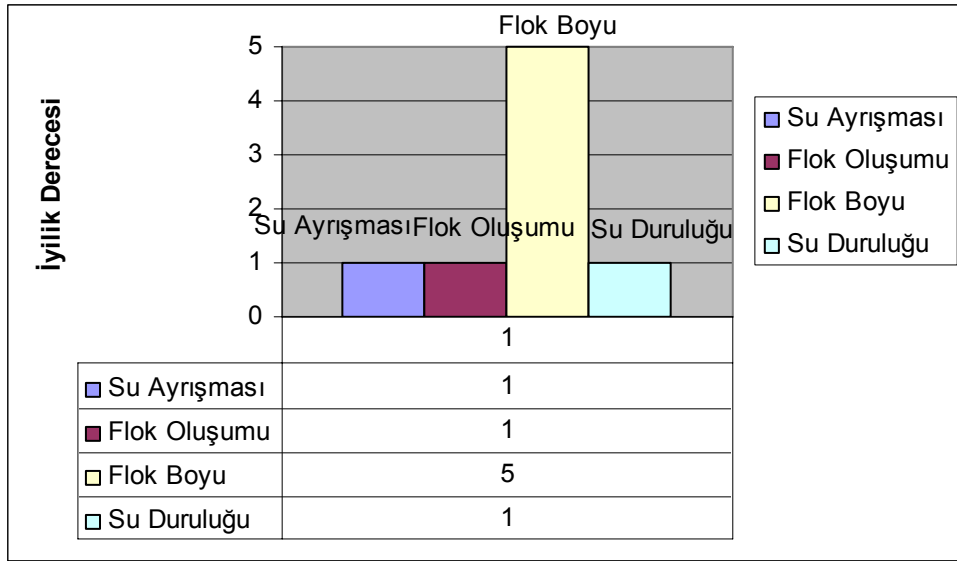
Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Büyük	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.28. Filtreden Süzülen Zetag 7263 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

7-7270 % 80 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Büyük	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input checked="" type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>



Şekil 3.29. Filtreden Süzülen Zetag 7270 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

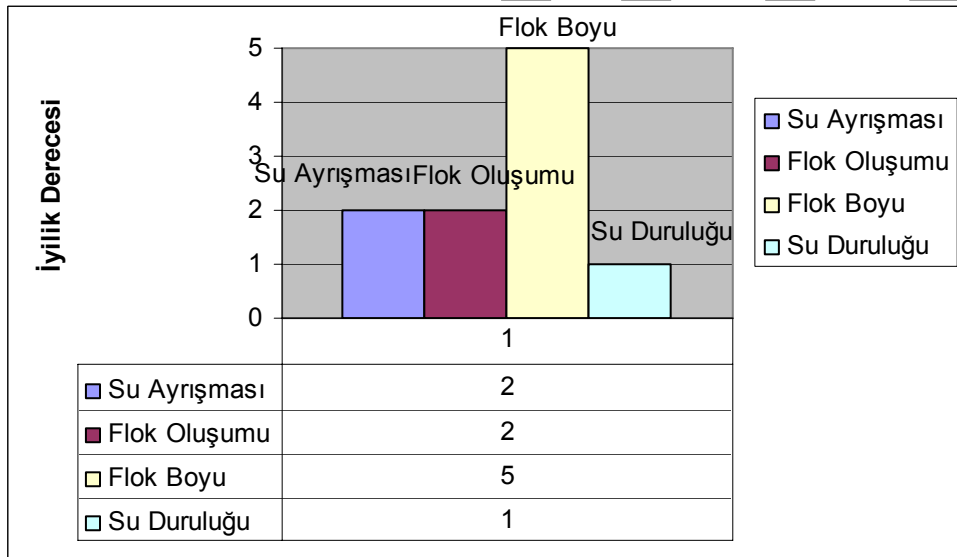
8-7265 % 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.30. Filtreden Süzülen Zetag 7265 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

9-7262 % 60 Katyonik Polielektrolit :

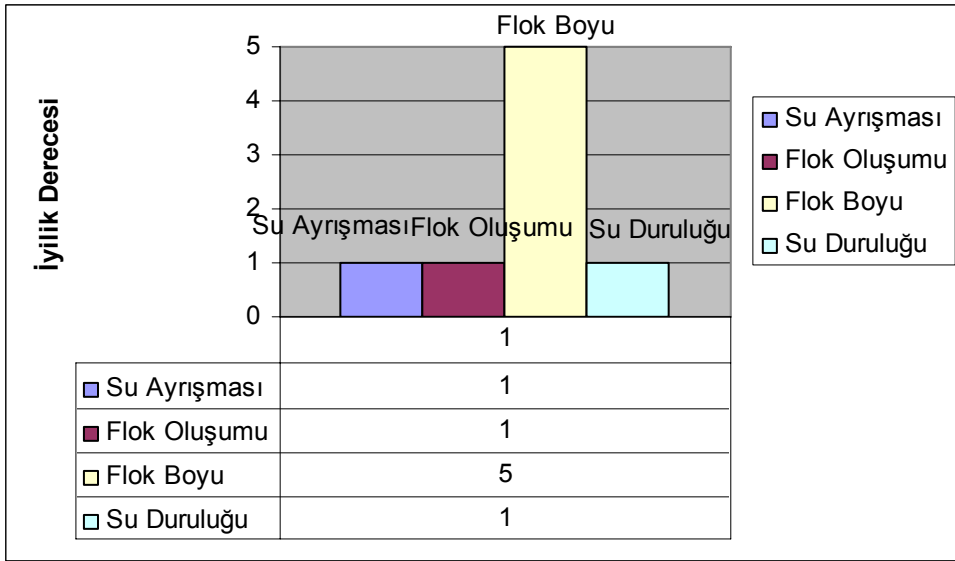
Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Büyük	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.31. Filtreden Süzülen Zetag 7262 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

10-Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	Büyük	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input checked="" type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>



Şekil 3.32. Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

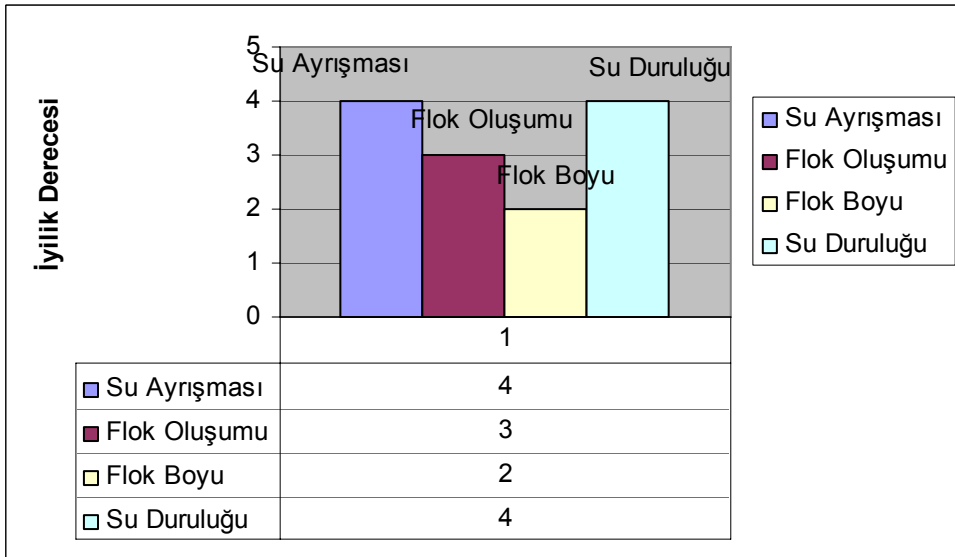
11-Penfloc 65205 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

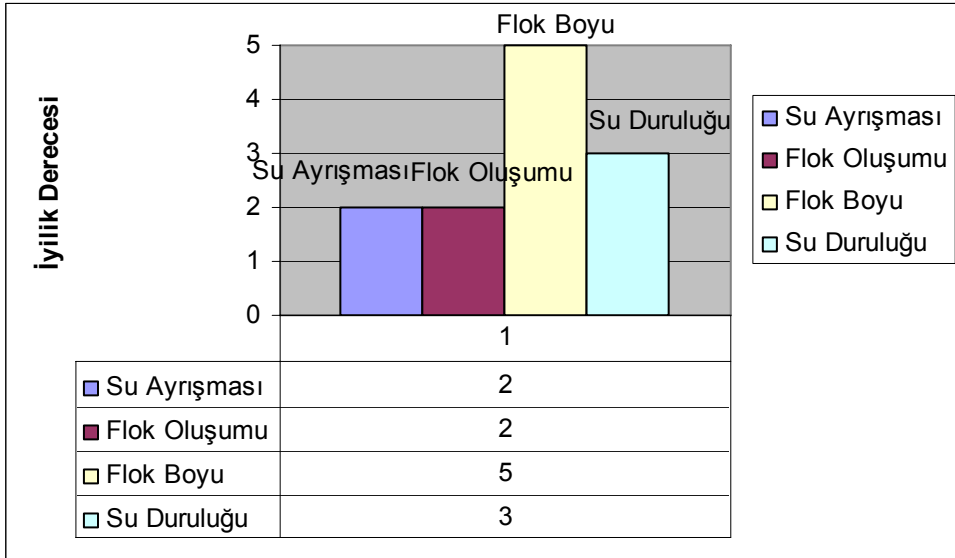
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.33. Filtreden Süzülen Penfloc 65205 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

## 12-Penfloc 63305 Katyonik Polielektrolit :

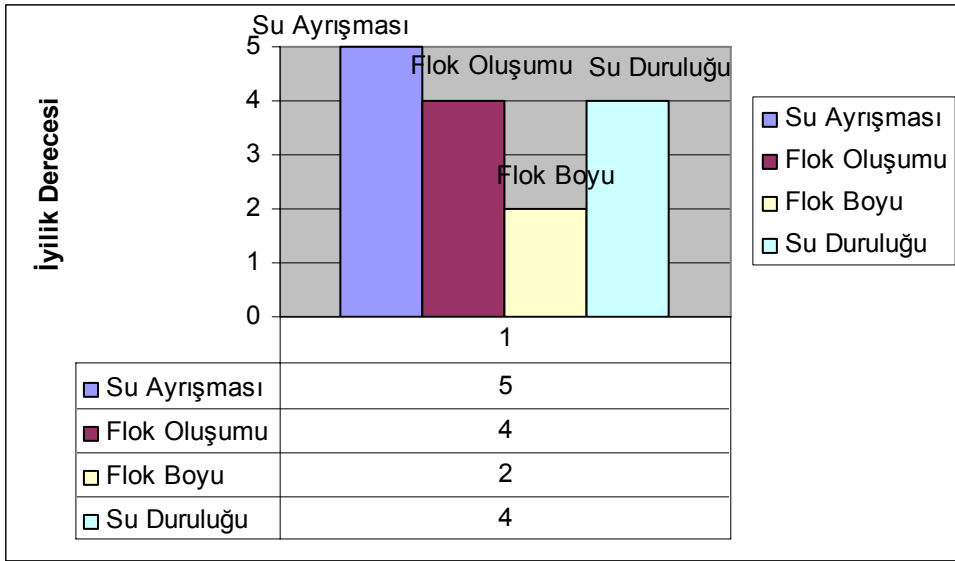
Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input checked="" type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Bü	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input checked="" type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.34. Filtreden Süzülen Penfloc 63305 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

## 13-Penfloc 63405 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büy	<input type="checkbox"/>	2-Bü	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.35. Filtreden Süzülen Penfloc 65405 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

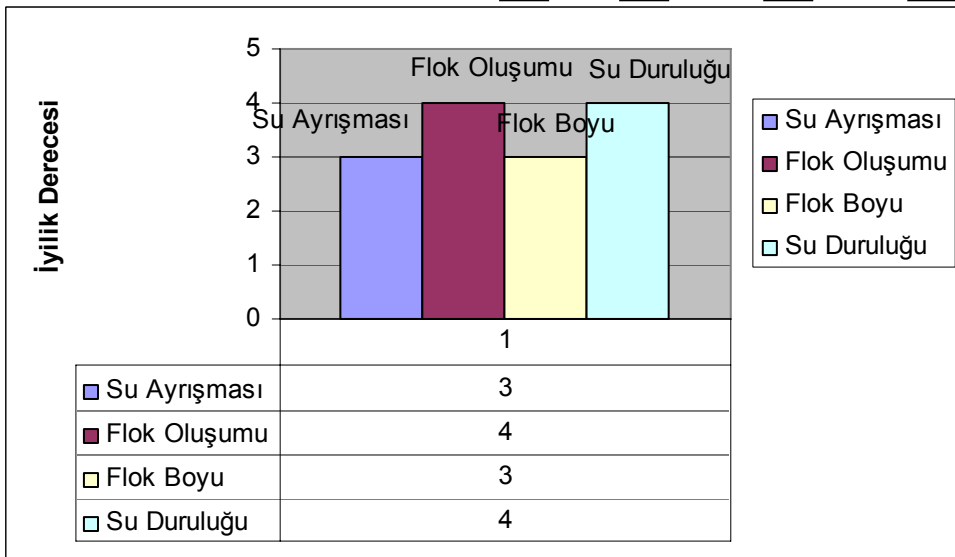
#### 14-Penfloc 63505 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  Büyük  Orta  Küçük  Çok Küçük

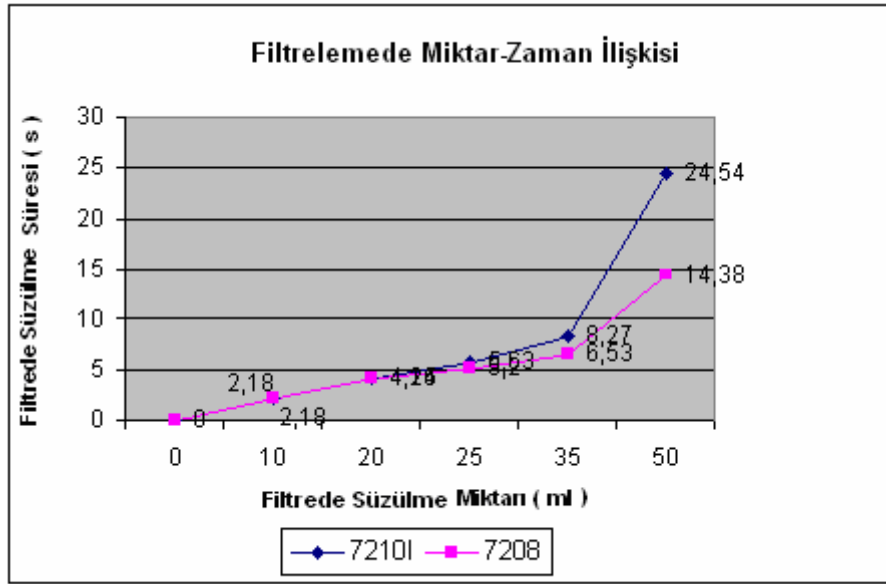
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.36. Filtreden Süzülen Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 11/ 03/2007 )

Tablo 3.13. Filtrede Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7208 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7210I	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7208
0	0	0
10	2.18	2.18
20	4.15	4.24
25	5.63	5.20
35	8.27	6.53
50	24.54	14.38

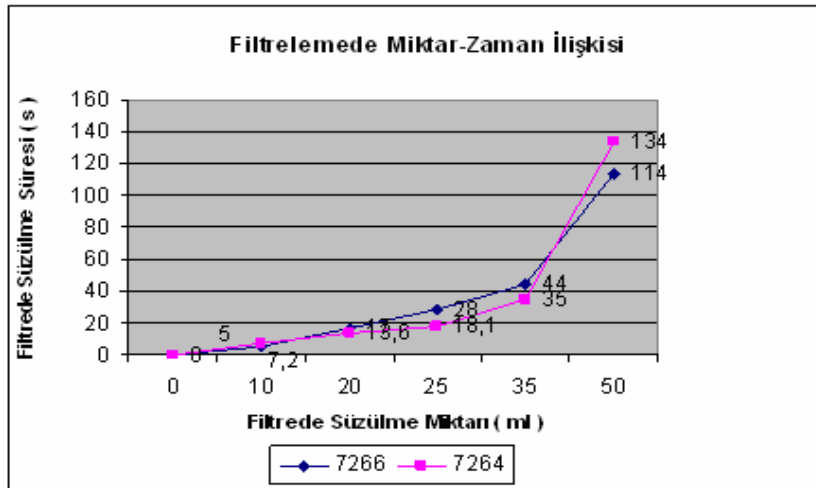


Şekil 3.37. Filtrede Süzülen Zetag 7210 I ve Zetag 7208 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Tablo 3.14. Filtrede Süzülen Zetag 7266 ve Zetag 7264 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7266	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7264
0	0	0
10	5	7.2
20	17	13.6
25	28	18.1
35	44	35
50	114	134



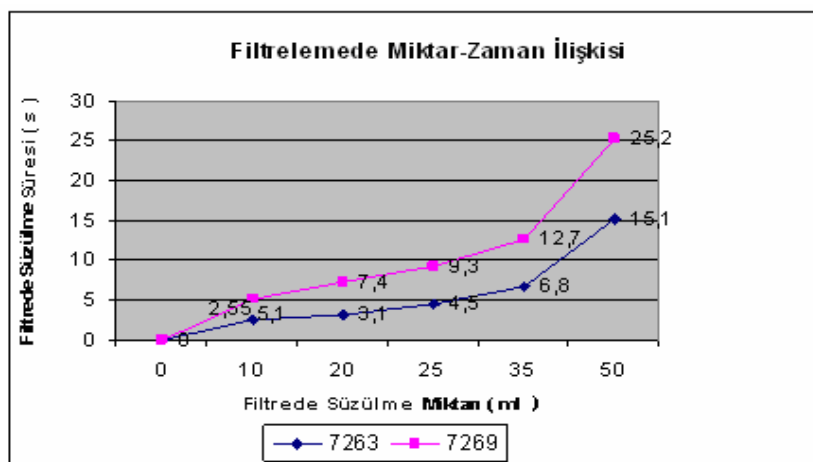


Şekil 3.38. Filtrede Süzülen Zetag 7266 ve Zetag 7264 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.38) Yorumu: Süzülen Zetag 7266 ve Zetag 7264 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.15. Filtrede Süzülen Zetag 7263 ve Zetag 7269 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7266	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Zetag 7264
0	0	0
10	2,55	5,1
20	3,1	7,4
25	4,5	9,3
35	6,8	12,7
50	15,1	25,2

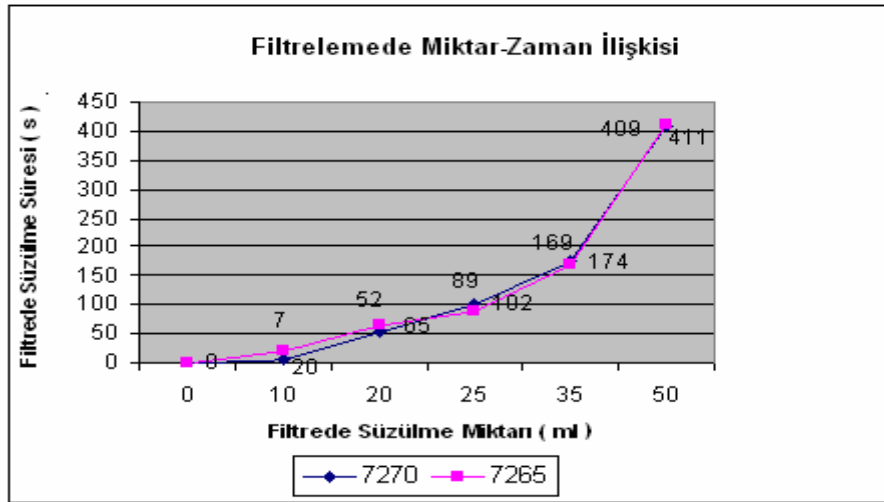


Şekil 3.39. Filtrede Süzülen Zetag 7263 ve Zetag 7269 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.39) Yorumu: Süzülen Zetag 7263 ve Zetag 7269 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.16. Filtrede Süzülen Süzülen Zetag 7270 ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007)

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7270	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7265
0	0	0
10	7	20
20	52	61
25	102	89
35	174	168
50	409	411

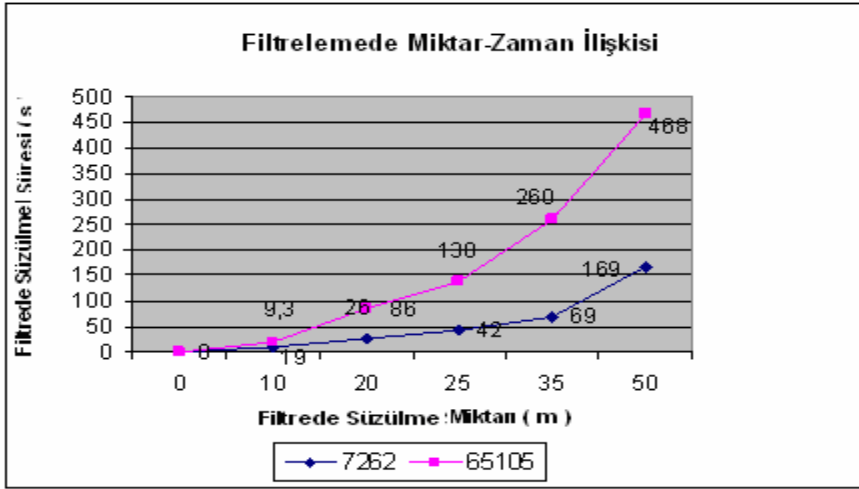


Şekil 3.40. Filtrede Süzülen Süzülen Zetag 7270 ve Zetag 7265 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.40) Yorumu: Süzülen Zetag 7270 ve Zetag 7265 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.17. Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7262	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( ml ) Numune Penfloc 65105
0	0	0
10	9.3	19
20	26	86
25	42	138
35	69	260
50	169	468

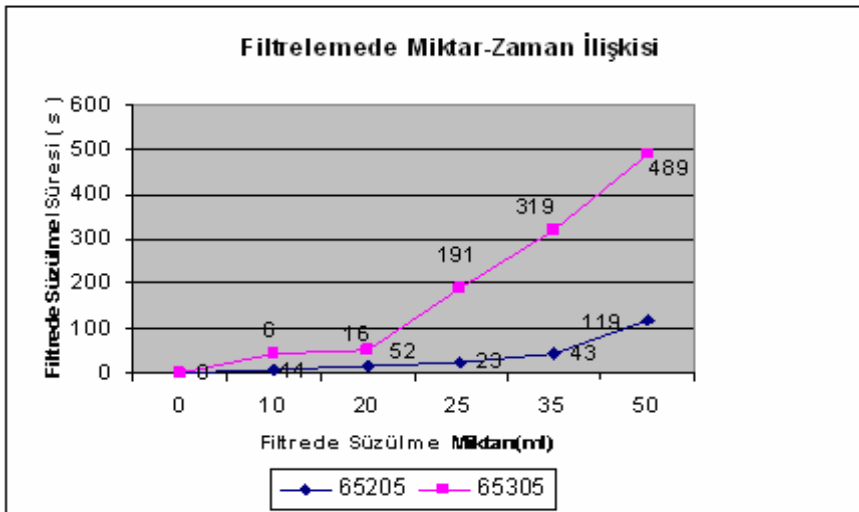


Şekil 3.41. Filtrede Süzülen Zetag 7262 ve Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.41) Yorumu: Süzülen Zetag 7262 ve Penfloc 65105 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökelme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3.18. Filtrede Süzülen Penfloc 65205 ve Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65205	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65305
0	0	0
10	6	44
20	16	52
25	23	191
35	43	319
50	119	489

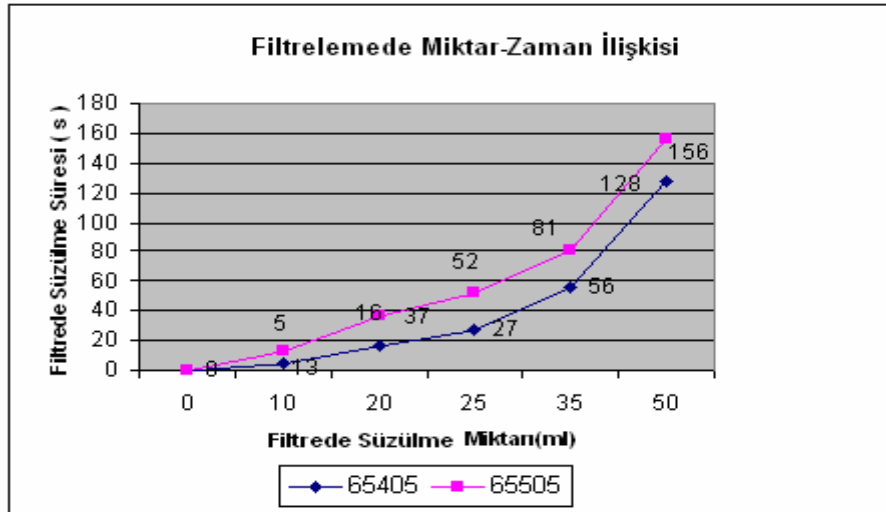


Şekil 3.42. Filtrede Süzülen Penfloc 65205 ve Penfloc 65305 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.42) Yorumu: Süzülen Penfloc 65205 ve Penfloc 65305 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi her ikisi için ilk 10 s için çökeltme gösterirken, 10 arası göstermemektedir.

Tablo 3.19. Filtrede Süzülen Penfloc 65405 ve Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo( 11/ 03/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65405	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65505
0	0	0
10	5	13
20	16	37
25	27	52
35	56	81
50	128	156



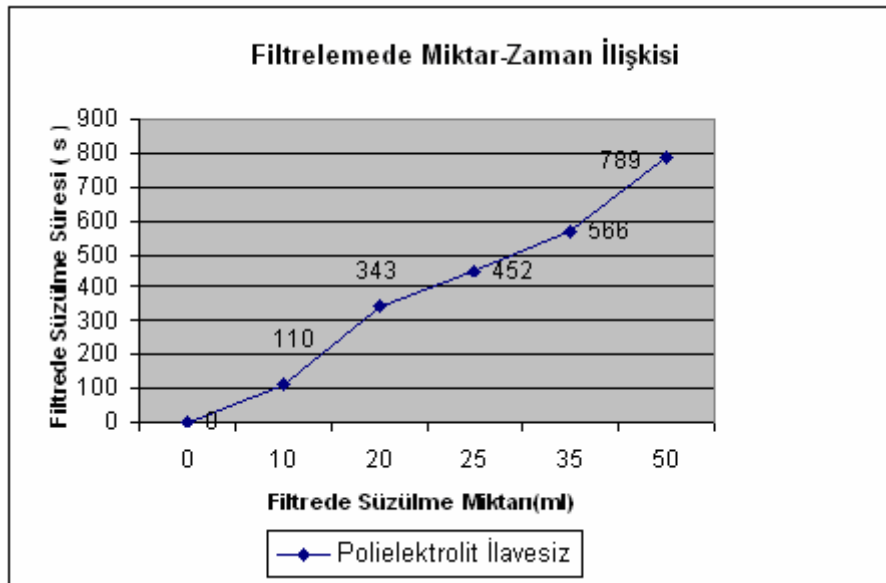
Şekil 3.43. Filtrede Süzülen Penfloc 65405 ve Penfloc 65505 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.43) Yorumu: Süzülen Penfloc 65405 ve Penfloc 65505 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi yukarı kıvrılmakta yani, her iki durumda da çökeltme(sedimentasyon) olmadığı anlaşılmaktadır.

#### 15-Polielektrolitsiz Numune

Tablo 2.20. Filtrede Süzülen Polielektrolitsiz Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 11/ 03/2007)

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Penfloc 65405
0	0
10	110
20	343
25	452
35	566
50	789



Şekil 3.44. Filtrede Polielektrolitsiz Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 11/ 03/2007 )

Grafik (Şekil 3.43) Yorumu: Süzülen Polielektrolitsiz Biyoçamur ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi, ilk 10 s'de çökme olmadığını, 10 s-35 s arası olduğunu ve tekrar 35 s'den sonra çökmenin bittiğini gösterir.

Tablo 3.21. Biyoçamurun 11/03/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Hava Sıcaklığı : 8°C		Güneşli		
Parametreler	Giriş	Çıkış		
T	10,9	10,9	H <sub>1</sub> = 0,7647	
pH	7,51	7,83	H <sub>2</sub> = 0,747	
AKM (mg/l)	222	9	K <sub>1</sub> = 2,5353	
KOI (mg/l)	312	5	K <sub>2</sub> = 2,5433	
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	18,37	0,5783		
KOI Verim	% 90,39			
Süzme ve Kurutma				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S.Çamur	Kek
Alınan Toplam Hacim (ml)	10 cc	10 cc		
Toplam Ağırlık ( gr )	0,8193	0,8737	6,9035	7,5116
Filtre Kap ( gr )	0,7647	0,7648	2,5353	2,5335
Numune Ağırlığı ( gr )	0,0546	0,1089	4,3682	4,9681
Son Tartım	/	/	2,7303	3,9118
K.M. Ağırlığı	5,46	10,89	0,1950	1,3683
% K.M.			4,46	27,63
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>		
DS	5,46	10,89		
SSV	500	900		
SVI	91,57	82,64		

4. gün yapılan çalışmada o gün itibariyle tesiste olan bütün katyonik türde polielektrolitler ile çalışmalar yapılmıştır. Çamur yoğunluğunun 5,47 kg/ m<sup>3</sup>, KOI çıkış değerinin 5 mg/l, AKM çıkış değerinin 9 mg/l ve pH'ın 7,83 olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere; flok oluşumu ve Su Ayırışması grafikleri doğrultusunda Zetag 7208 ve Zetag 7263 numunelerinin iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Filtreleme miktar zaman grafiklerine bakıldığında en iyi neticeyi veren yine Zetag 7208 numunesi olmuştur. Zetag 7208 ve Zetag 7263 numunelerinin ortak özellikleri % 80 katyonik olmalarıdır.

### 3.2.2.5. 02.04.2007 tarihli laboratuvar çalışması

5. gün Tuzla Atıksu Arıtma Tesisinde de kullanılmakta olan iki numune örneği ile ilk çalışmalarda iyi neticeler elde edilen numuneler kıyaslanmıştır.

#### Kullanılan Numuneler

1-6300 ST GB LOT 2640 (Tuzla Arıtma Tesisinde Kullanılan Polielektrolit)

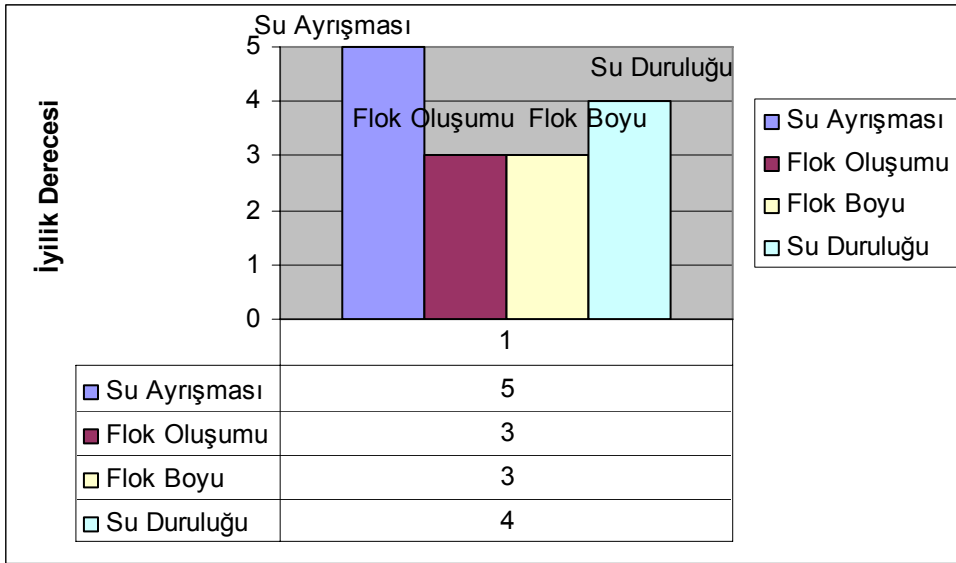
2-6396 ST GB LOT 2234 (Tuzla Arıtma Tesisinde Kullanılan Polielektrolit)

3-Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit

4-7210 I % 60 Katyonik Polielektrolit

1-6300 ST GB LOT 2640 :

Su Ayırışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.45. Filtreden Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 )

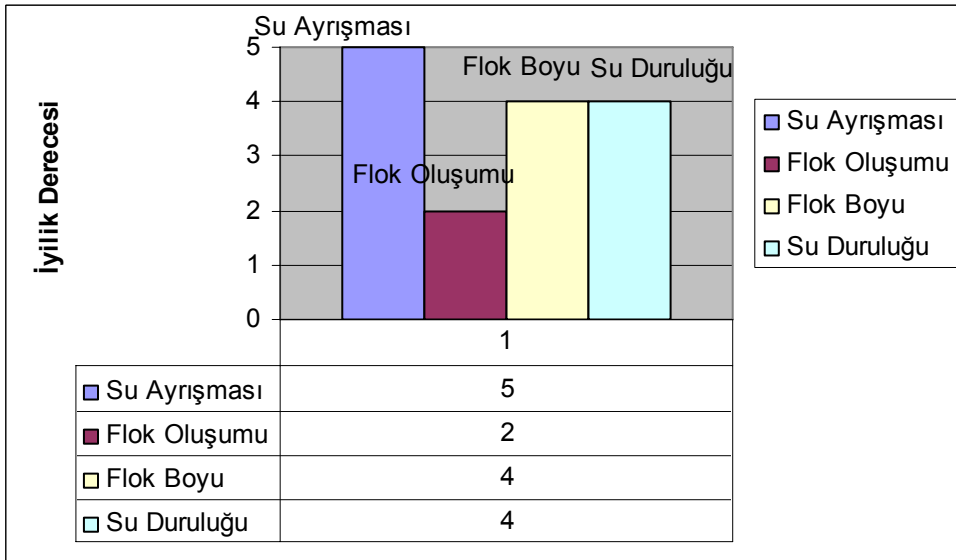
2-6396 ST GB LOT 2234 :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

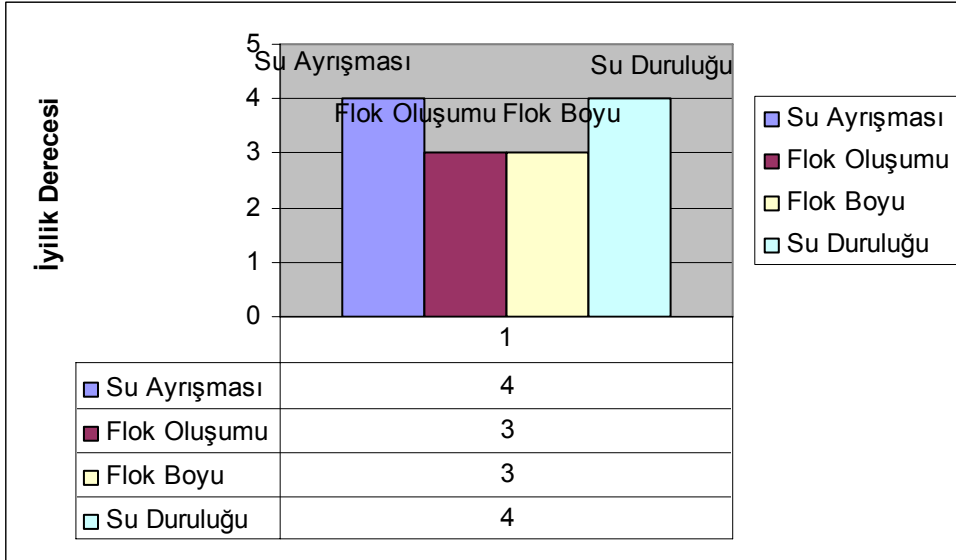
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.46. Filtreden Süzülen 6396 ST GB LOT 2234 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 )

## 3- Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Bü	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>

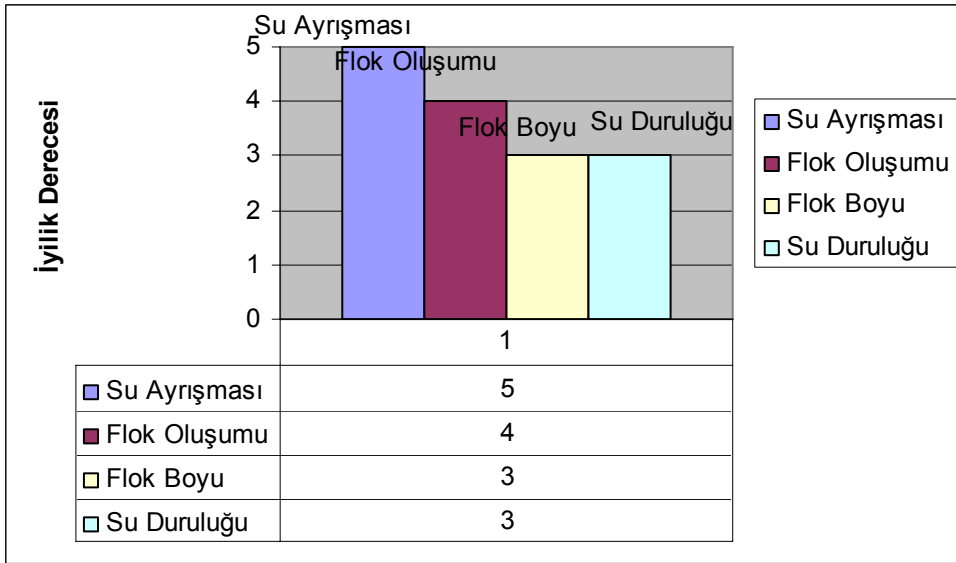


Şekil 3.47. Filtreden Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 )

## 4-72101% 60 Katyonik Polielektrolit :

Su Ayrışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input checked="" type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Bü	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>

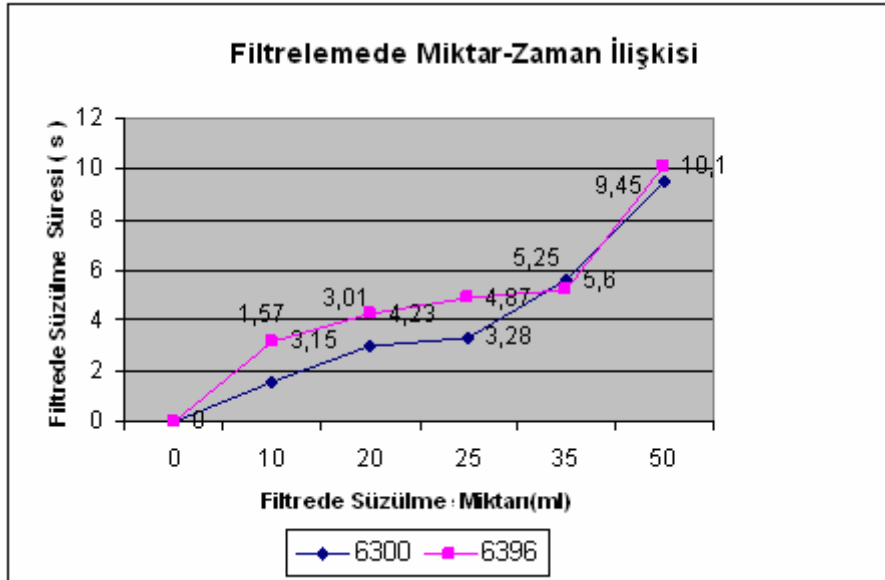




Şekil 3.48. Filtreden Süzülen Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Su Ayrışması, Flok Oluşumu, Flok Boyu ve Su Duruluğu Dereceleri ( 02/ 04/2007 )

Tablo 3.22. Filtrede Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 ve 6396 ST GB LOT2234 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 02/ 04/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune6300 STGB LOT2640	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune6396 ST GB LOT2234
0	0	0
10	1.57	3.15
20	3.01	4.23
25	3.28	4.87
35	5.60	5.25
50	9.45	10.10

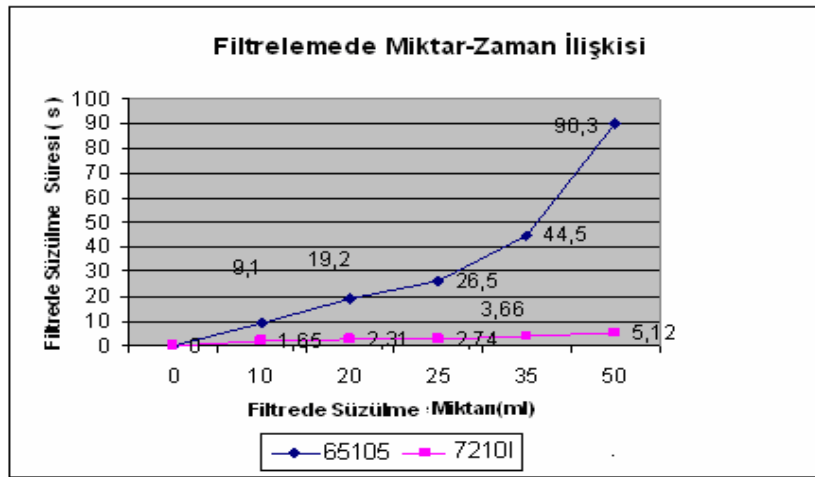


Şekil 3.49. Filtrede Süzülen 6300 ST GB LOT 2640 ve 6396 ST GB LOT2234 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 02/ 04/2007 )

Grafik (Şekil 3.49) Yorumu: Süzülen 6300ST GB LOT 2640 ve 6396ST GB LOT2234 ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi 6300 numunesi için ilk 25 s çökelmekte olduğunu, sonraki 25 s'lik süreçte çökelmenin durduğunu gösterirken, diğer numune 6396 da ise çökelmenin bitme zamanınının 35 s olduğu görülmektedir.

Tablo 3.23. Filtrede Süzülen Penfloc 65105 Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo ( 02/ 04/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml)	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s )6300 STGB LOT 2640	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) 6396 ST GB LOT2234
0	0	0
10	9.1	1.65
20	19.2	2.31
25	26.5	2.74
35	44.5	3.66
50	90.3	5.12



Şekil 3.50. Filtrede Süzülen Penfloc 65105 ve Zetag 7210 I Katyonik Polielektrolit Karışımı Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 02/ 04/2007 )

Grafik (Şekil 3.49) Yorumu: Süzülen 65105 ve Zetag 7210 I ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi her iki numune için çökelme olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.24. Laboratuvar Sonuçları Biyoçamurun 02/04/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Parametreler	Giriş	Çıkış
T	11.3	14
pH	7.45	7.53
AKM (mg/l)	392	10
KOI (mg/l)	404	85
Verim	% 78	
Filtre Kap ( gr )	0.7928	0.7824
Son Tartım	1.0278	1.3542
DS	4.72	
SSV	510	

SVI	108
-----	-----

5. gün yapılan çalışmada Tuzla Atıksu Arıtma Tesisi'nden gelen ve ilk çalışmalarda iyi netice alan polielektrolitler kıyaslanmıştır. Çamur yoğunluğunun  $4,72 \text{ kg/ m}^3$ , KOI çıkış değerinin  $85 \text{ mg/l}$ , AKM çıkış değerinin  $10 \text{ mg/l}$  ve pH'ın  $7,53$  olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere; flok oluşumu ve Su Ayırışması grafikleri doğrultusunda 6300 ST GB LOT 2640 ve Zetag 7210 I numunelerinin iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Filtreleme miktar zaman grafiklerine bakıldığında en iyi neticeyi veren yine Zetag 7210I numunesi olmuştur. 4.gün çalışmasında % 80 katyonik Zetag 7208'in Zetag 7210I 'den daha etkili olduğu sonucu çıkarılmıştı, 5 gün çalışmasında elde edilen sonuç Tuzla Atıksu Arıtma Tesisinde kullanılan polielektrolitlerin Karaman Eysel Atıksu Arıtma Tesisi için uygun olmadığı ve en iyi neticenin denenen numuneler içinde Zetag 7210I ile elde edildiği görülmektedir.

### 3.2.2.6. 22.05.2007 tarihli laboratuvar çalışması

6. gün yapılan son çalışmada genellikle iyi netice alınan Zetag 7201I ile şuan Karaman Eysel Atıksu Arıtma Tesisi'nde kullanılmakta ve % 80 katyonik özellikte olan 7201 mukayesesi analiz çalışmalarıyla yapılmaktadır

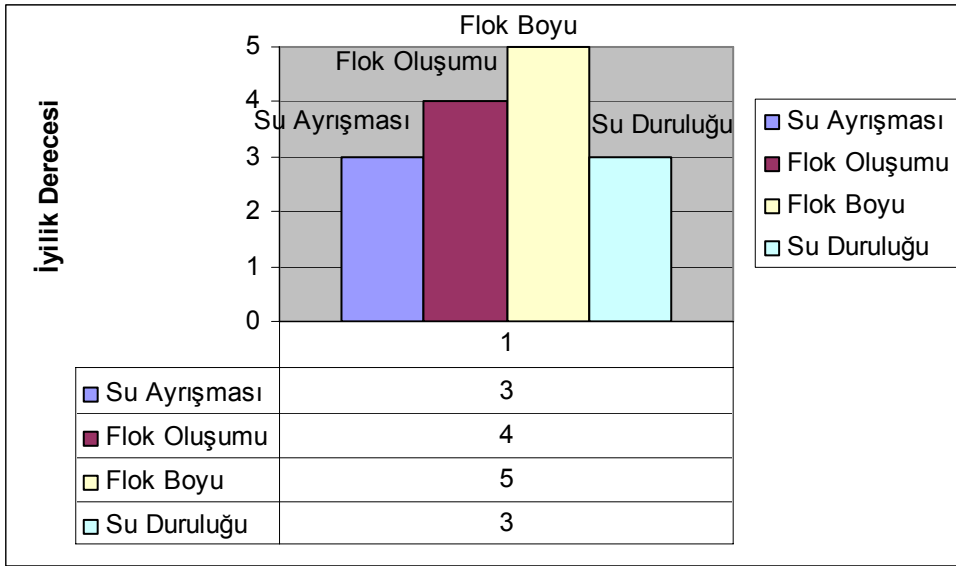
Kullanılan Numuneler :

1- 7210I % 60 Katyonik Polielektrolit

2- 7201 %80 Katyonik Polielektrolit (Tesinde Kullanılan )

1-7210I % 60 Katyonik\_Polielektrolit :

Su Ayırışması Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Oluşumu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input checked="" type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>
Flok Boyu Nasıl?	1-Çok Büyük	<input type="checkbox"/>	2-Bü	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input type="checkbox"/>	Küçük	<input type="checkbox"/>	Çok Küçük	<input checked="" type="checkbox"/>
Su Duruluğu Nasıl?	5-Çok iyi	<input type="checkbox"/>	4-İyi	<input type="checkbox"/>	3-Orta	<input checked="" type="checkbox"/>	2-Kötü	<input type="checkbox"/>	Çok Kötü	<input type="checkbox"/>



Şekil 3.51. Filtreden Süzülen Zetag 7210I Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Topaklaşma ve Su Ayrışması Dereceleri ( 22/ 05/2007 )

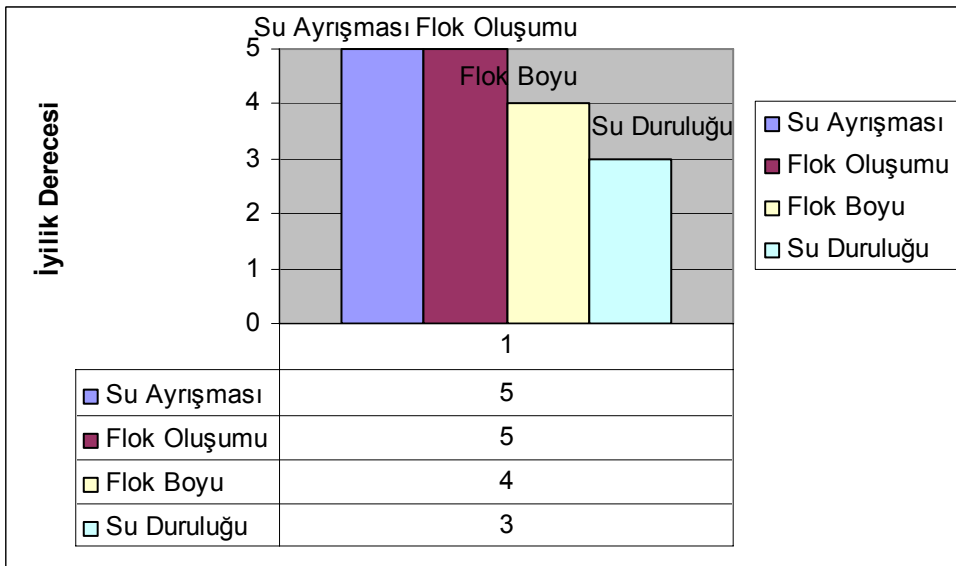
2-7201 % 80 Katyonik Polielektrolit ( Tesiste Kullanılan ) :

Su Ayrışması Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Oluşumu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü

Flok Boyu Nasıl? 1-Çok Büyük  2-Büyük  3-Orta  Küçük  Çok Küçük

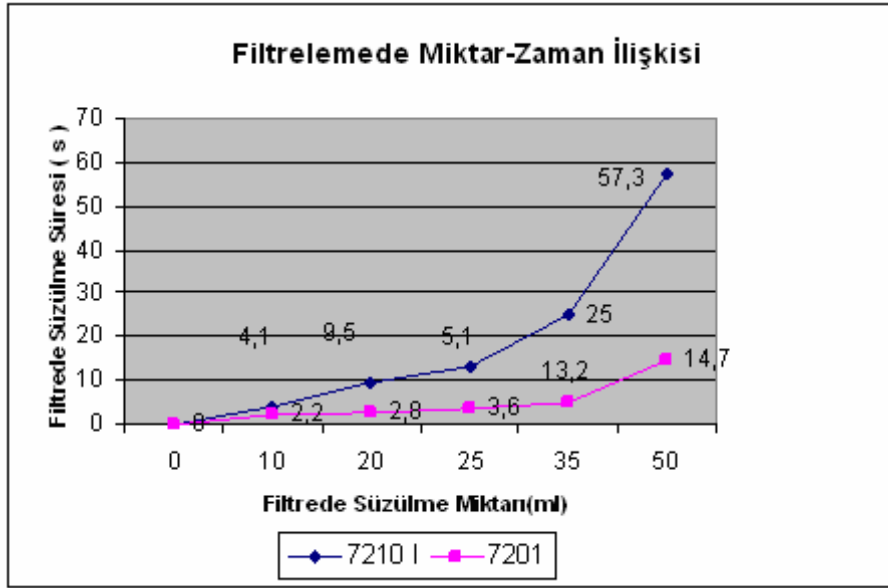
Su Duruluğu Nasıl? 5-Çok iyi  4-İyi  3-Orta  2-Kötü  Çok Kötü



Şekil 3.52. Filtreden Süzülen Zetag 7201 Katyonik Polielektrolitli Biyoçamurunun Topaklaşma ve Su Ayrışması Dereceleri ( 22/ 05/2007 )

Tablo 3.25. Filtrede Süzülen Zetag 7201 ve 7210 I Katyonik Polielektrolit Karışımli Biyoçamurun Belirli Sürelerdeki Süzülme (Birikme) Miktarını Gösteren Tablo (22/ 05/2007 )

Filtrenin Altında Beherde Birikme Miktarı ( ml )	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune Zetag 7201	Filtrenin Altında Beherde Birikme Süresi ( s ) Numune 7210 I
0	0	0
10	4.1	2.2
20	9.5	2.8
25	13.2	3.6
35	25.0	5.1
50	57.3	14.7



Şekil 3.53. Filtrede Süzülen Zetag 7201 ve 7210I Katyonik Polielektrolit Karışımli Biyoçamur Miktar-Süre İlişkisi Grafiği ( 22/ 05/2007 )

Grafik (Şekil 3.53) Yorumu: Süzülen Zetag 7201 ve 7210I ile yapılan çalışma neticesindeki grafik eğrisi her iki numune için çökelme olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.26. Laboratuvar Sonuçları Biyoçamurun 22/05/2007 Tarihli Karakteristik Özellikleri

Sıcaklık: 20°C Güneşli				
Parametreler	Giriş	Çıkış		
T	18	16.4	BOI <sub>5</sub> 180/4	
pH	7.37	9.24		
AKM (mg/l)	250	13		
KOI (mg/l)	693	26		
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	23.2	0		
Verim KOI	% 96.24			
Süzme ve Kurutma				
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	S.Çamur	Kek
Alınan Toplam Hacim (ml)	50 cc	50 cc	-	-
Toplam Ağırlık ( gr )	1.0064	1.2685	7.2605	9.2448
Filtre Kap ( gr )	0.7741	0.775	2.5566	2.5326

Numune Ağırlığı ( gr )	0.2323	0.4910	4.8129	6.7122
Son Tartım	-	-	2.2795	4.8438
K.M. Ağırlığı	4.64	9.02	0.1829	2.3112
% K.M.			3.80	34.43
DS	4.64		9.82	
SSV	470		650	
SVI	101.29		66.19	

6. gün yapılan çalışmada çamur yoğunluğunun 4,64 kg/ m<sup>3</sup>, KOI çıkış değerinin 26 mg/l, AKM çıkış değerinin 13 mg/l ve pH'ın 9,24 olduğu biyoçamur karakterizasyonunda, filtreden süzülme miktar-zaman grafiği bizlere; flok oluşumu ve Su Ayrışması grafikleri ve filtreleme miktar zaman grafiklerine bakıldığında en iyi neticeyi veren numune Zetag 7201 numunesidir. % 80 katyonik olan bu numunenin iyi sonuç vermesi, yüksek oranda katyonik polielektrolit kullanımının tesiste susuzlaştırmada doğru seçenek olduğu kanısına varılmasına netice vermektedir.

Karaman Eysel Atıksu Arıtma Tesisi'nde gerçekleştirilen çalışmada günlük neticelerde iyi olarak nitelendirdiğimiz Zetag 7201 ve Zetag 7210I iki polielektrolitin MSDS'lerinden yola çıkılarak, diğer özellikleri de kıyaslanmaktadır.

Tablo 3.27. Zetag 7210 I MSDS ( Malzeme Güvenlik Bilgi Formu )

Üretim İsmi	ZETAG 7210I
Kimyasal Kimliği	Katyonik akrilamid kopolimer
İçindekilerle İlgili Bilgi	
Kimyasal İsmi	Adipic acid
İçeriği	2 - 6 %
Sembölü (s)	Xi
R-Phrase(s)	R36
<ul style="list-style-type: none"> <li>-AB talimatlarına göre tehlikeli madde olarak sınıflandırılmaz.</li> <li>-Uzun süreli ve yinelenen korunmasızlık halinde hafif deri tahrişi meydana gelebilir.</li> <li>-Göz tahrişi meydana gelebilir, ürünü çıkardıktan sonra ortadan kalkar.</li> <li>-Eğer tozu teneffüs edilirse, solunum sistemine hafif tahrişte bulunabilir.</li> <li>-Bu tip ürünler –uygun kullanılmadığı hallerde- toz çıkarmaya meyillidir. Hemen yanmamakla birlikte diğer birçok organik tozlar gibi, havada yanıcı toz bulutları oluşturabilir.</li> <li>-Toz oluşumundan kaçınınız ve yanıcı kaynaklardan uzak durunuz.</li> <li>-Islak iken çok kaygandır.</li> <li>-Suda yaşayan organizmalara düşük duyarlılığı olup (LC50/EC50), su ile ilgili çevreye uzun süreli olumsuz bir etkisi olmaz.</li> </ul>	

Tablo 3.28. Zetag 7201MSDS ( Malzeme Güvenlik Bilgi Formu )

Üretim İsmi	ZETAG 7201
Kimyasal Kimliği	Katyonik akrilamid kopolimer
Kullanımı	Flokülan
İçindekilerle İlgili Bilgi	
Kimyasal İsmi	Adipic acid
İçeriği	2 - 6 %
Sembölü (s)	Xi
R-Phrase(s)	R36
<p>-AB talimatlarına göre tehlikeli madde olarak sınıflandırılmaz.</p> <p>-Uzun süreli ve yinelenen korunmasızlık halinde hafif deri tahrişi meydana gelebilir.</p> <p>-Göz tahrişi meydana gelebilir, ürünü çıkardıktan sonra ortadan kalkar.</p> <p>-Eğer tozu teneffüs edilirse, solunum sistemine hafif tahrişte bulunabilir.</p> <p>-Bu tip ürünler –uygun kullanılmadığı hallerde- toz çıkarmaya meyillidir. Hemen yanmamakla birlikte diğer birçok organik tozlar gibi, havada yanıcı toz bulutları oluşturabilir.</p> <p>-Toz oluşumundan kaçınınız ve yanıcı kaynaklardan uzak durunuz.</p> <p>-Islak iken çok kaygandır.</p> <p>-Suda yaşayan organizmalara düşük duyarlılığı olup (LC50/EC50), su ile ilgili çevreye uzun süreli olumsuz bir etkisi olmaz.</p>	
Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	
Fiziksel hali	bead (boncuk taneli)
Rengi	beyaz, uçuk beyaz
Kokusu	kokusuz
Donma ve ergime noktası	uygulanamaz
Yumuşama noktası	uygulanamaz
Kaynama noktası	uygulanamaz
Göreceli yoğunluğu	yaklaşık 0.80 g/cm <sup>3</sup>
Parlama noktası	uygulanamaz
Yanma sıcaklığı	yanıcı toz bulutları oluşabilir
Oksitlenme özelliği	uygulanamaz
Suda çözünürlüğü	çözünür, yapışkan koyu bir çözelti oluşturur
Çözünürlük	test edilmemiştir
Buhar basıncı	test edilmemiştir
Bölünme katsayısı;Log Pow	uygulanamaz
pH değeri	test edilmemiştir
Dinamik viskozitesi	test edilmemiştir
Alt patlama limiti	uygulanamaz
Üst patlama limiti	uygulanamaz
Patlama özelliği	uygulanamaz
Buharlaşma hızı	test edilmemiştir
Buhar yoğunluğu	test edilmemiştir

## **BÖLÜM 4. ANALİZLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER**

Günümüzde her gün büyüyen ve doğal yaşam için riskler taşıyan çevre kirlenmesi sorunun önlenmesi için atıkların kontrolü gerekmektedir. İnsan yaşamı için vazgeçilmez bir unsur olan su kaynaklarının korunarak gelecek nesillere sağlıklı ve temiz olarak bırakılması kaçınılmazdır. Çok çeşitli su kaynaklarının kirlenmesinde evsel ve endüstriyel atık su önemli paya sahiptir. Bunun gibi kirlilik unsurlarından doğal çevrenin korunması; atıkların büyük ölçüde çevre ile uyumlu hale getirilerek bilinçli bir şekilde bertarafı, minimize edilmesi veya arazide kullanılması ile mümkündür. Çünkü atıkların yeni kirliliklere yol açmadan değerlendirilmesi ekosistemin sürdürülebilirliğinin ön koşuludur.

Bu çalışmanın amacı, atıkların çevre ile uyumlu hale getirilebilmesi kapsamında; atık su arıtma tesisi biyoçamurunun biyokatı formuna dönüşümü esnasında kullanılan polielektrolitin dozaj ve tür olarak tesise olan uygunluğunu esas alır.

Bilindiği gibi polielektrolit çamur hacimlerinin azalmasında büyük rol oynamaktadır. Arıtma ile giderilen maddelere bağlı olarak büyük hacimlerde çamur oluşumunun yanı sıra, çamurun işlenmesi ve bertarafı konusu atıksu arıtımı ile uğraşan mühendislerin karşılaştığı en kompleks problemlerden biridir. Çamur problemi komplekstir. Çünkü;

-Arıtılmamış atık su içinde önemli miktarda bulunan ve ona kokulu karakterini veren maddeleri içerir.

-Biyolojik arıtmada oluşan ve uzaklaştırılması gereken çamur, ham atık su içerisindeki organik maddelerin bileşimi halinde, fakat başka bir yapıda, bozunma ve kokuşma eğilimindedir. Çamurun sadece küçük bir kısmı katı madde, önemli bir kısmı da sudur, bu nedenle büyük hacimler işgal eder.



Çamur hacminin fazla oluşunun yarattığı bir diğer sıkıntı depolanması, kullanımı ve bertaraf yöntemleridir. Biyokatıların kullanımı konusunda mevcut uygulama genellikle, çöp depolama alanlarına atık olarak dökülmesi veya tesis yakınındaki çiftçiler tarafından gübre olarak bilinçsiz biçimde tarımsal üretimde kullanılması şeklindedir. Bu ve bunun gibi sorunlar dikkate alındığında, atık su arıtma tesislerinde biyokatı oluşumu ve miliminize edilme yöntemleri daha fazla önem arz etmektedir.

Biyoçamur susuzlaştırması ile biyokatı miktarını azaltmayı hedefleyen polielektrolit kullanımı ülkemizde ve dünya çapında uygulanan bir yöntemdir.

Polielektrolit; yüksek molekül ağırlıklı polimer olup, içerdikleri adsorplanabilen gruplardan dolayı partikül veya yüklü floklar arasında köprü oluştururlar. Polielektrolitler pH'dan etkilenmeksizin koloidin etkin yükünü azaltarak koagülasyonu sağlarlar. İçme suyu arıtımında ve atıksuda çamur susuzlaştırmada kullanılabilen en yaygın flokülasyon yardımcısıdır. Avantajları; daha büyük, dayanıklı ve kolay çökeltir floklar oluşturmaları, çamur debisinde ve koagülant madde dozunda azalma sağlamaları şeklinde özetlenebilir. Polielektrolitler ile oluşturulmuş floklar filtre yatağındaki yüksek kayma gerilmelerine karşı koyabilirler[1]. Katyonik, anyonik ve iyonik olmayan polielektrolit olarak çeşitleri bulunan polielektrolitin genellikle atık su arıtımında kullanılanları katyonik polielektrolitlerdir. Polimer yapıları, molekül ağırlıkları değişkenlik göstermesi sebebiyle % 40 % 60 % 80 veya düşük orta ve yüksek katyonik olarak nitelendirilen polielektrolitler her tesiste farklı sonuçlar vermektedirler.

Yapılan analiz çalışmalarında Tuzla Atık Su Arıtma Tesisi'nde şuan kullanılmakta olup uygun sonuç alınan numunelerle, Karaman Atıksu Arıtma Tesisinde yapılan çalışmada floklaşma, su ayrışması, floklar boyu, bulanıklık ve zamana bağlı süzme çalışmaları istenilen sonucu vermemiştir. Bu durum polielektrolitlerin atık su karakterizasyonundan etkilendiğinin göstergesidir.

Karaman Atıksu Arıtma Tesisi'ndeki günlük parametreler çok fazla değişkenlik göstermemektedir. Bu sebebiyle, yapılan çalışmalarda kullanılan polielektrolitlerin verimlerinde değişkenlik görülmemiştir.

Tesisin çalışmasında sıkıntı yaratmayacak polielektrolit dozajı % 0.2'dir. Bu neticenin elde edilmesinde; literatür çalışmaları, tesis çalışanları deneyimleri ve polielektrolitleri tedarik eden firma kimyagerleri etkili olmuştur. % 0,2 oranında yani 1000 kg atık su çamuruna 2 kg polielektrolit şeklinde olduğu kanaatine yapılan çalışmalar neticesinde varılmıştır.

Dozaj yanı sıra yüksek orta ve düşük katyonik polielektrolit türlerinden 20'ye yakın numune ile çalışmalar gerçekleştirilmiş ve tesise en uygun olan numuneye karar verilmiştir. MSDS'lerden faydalanılarak % 80 katyonik yani yüksek derecede katyonik ve göreceli yoğunluğu yaklaşık  $0.80 \text{ g/cm}^3$  olan polielektrolit tesiste kullanımı uygun olan türdür.

Yapılan çalışmadan elde edilen bulgular ışığında; Karaman Atık Su Arıtma Tesisi için kullanılan polielektrolit türü olarak çalışmalarda en iyi sonucu veren numunenin MSDSlerden varılan bilgiler neticesinde; yüksek derecede katyonik olup göreceli moleköl ağırlığı  $0.80 \text{ g/cm}^3$  olan polielektrolit olduğu sonucuna varılmaktadır. Tesiste şuan kullanılan polielektrolit olması sebebiyle tesiste bu konuda sıkıntı duyulmamakta olup, biyokatı oluşumu normal düzeydedir.

## **BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

Flokülasyon, koagülülasyon ve çamur susuzlaştırmada kullanılan polielektrolit ve biyoçamur üzerine günümüze kadar gelen zaman içerisinde birçok çalışmanın yer aldığı, literatör bilgilerinde görülmektedir. Merkezkaç kuvvetiyle susuzlaşma, katyonik, anyonik ve nan-iyonik tür polielektrolite karar veren bir diğer çalışma, iki farklı polielektrolitin aynı anda kullanılmasının susuzlaşma üzerine etkisi, atıksu parametrelerindeki değişim, uygun dozajın belirlenmesi gibi çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmalar ışığında örnek tesis Karaman Evsel Atıksu Arıtma Tesisi atık su çamuruna en uygun polielektrolit tür ve dozajının belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Literatür bilgileri ve tesis çalışanları deneyimleri nazarında tüm numuneler katyonik polielektrolit olarak seçilmiştir. Atık su arıtma tesislerinde verimi yüksek olması sebebiyle katyonik polielektrolit daha çok tercih edilmektedir. Dozaj belirlenmesinde de yine literatür bilgilerden ve tesiste denenilen miktarlardan yola çıkılmıştır. Günlük çamur parametrelerinin de belirtildiği çalışmada, parametre değişimlerinin polielektrolit verimi üzerine etkisi üzerine genel ve basit bir neticeye gidilmeye çalışılmış, çok detaylandırılmamıştır. Tesis için uygun tür ve dozajda bulunan polielektrolit numunesi ile ileride parametre değişimlerinin verime etkisi üzerinde durularak daha farklı bir çalışma yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Use Of Reclaimed Water And Sludge İn Food Crop Production, National Academy Press. Washangton, D.C.1996
- [2] Dicle TARAR, Mehmet ÇAKMAKÇI, Cumali KINALI, Su Arıtmada Çamur Yataklı Durultucuların İşletme Verimini Etkileyen Faktörlerin Araştırılması
- [3] Biyokatıların Arazide Kullanımı Ank. Büy. Beld. Arıtma Tesisi Daire Başkanlığı Köy Hizm. Genel Müd. Ank. Araş. Enst. Ankara 2002
- [4] Land Applicaiton Of Biosolids. Process Design Manual U.S.EPA Cincinnati, Ohio 1994
- [5] Steffen H., Eysel Atıksu Nitelikli Arıtma Tesisleri Atıklarının İşlenmesine Ait Tasarılar, Su Ve Atıksular Sempozyomu, 1995, Ankara
- [6] O.S. Amuda, I.A. Amoo, O.O. Ajayi, Performance optimization of coagulant/flocculant in the treatment of wastewater from a beverage industry, Water Searche, Journal of Hazardous Materials B129 69–72, 2006
- [7] Hans Saveyna, Geert Pauwelsb, Rik Timmermanb, Paul Van der Meerena, Effect of polyelectrolyte conditioning on the enhanced dewatering of activated sludge by application of an electric field during the expression phase, Water Research 39 3012–3020, 2005
- [8] Bing-Hung Chen, Sue-Jean Lee, D.J. Lee, Rheological characteristics of the cationic polyelectrolyte flocculated wastewater sludge, Water Research 39 4429–4435, 2005
- [9] C.P. Chu, D.J. Lee , Bea-Ven Chang, C.H. You, C.S. Liao, J.H. Tay, Anaerobic digestion of polyelectrolyte flocculated waste activated sludge, Chemosphere 53 757–764, 2003
- [10] Chih Chao Wu, D.J. Lee, Chihpin Huang, Determination of the optimal dose of polyelectrolyte sludge conditioner considering particle sedimentation effects, Advances in Environmental Research 4 245-249, 2000

- [11] C. H. Leem and j. C. Liu, Enhanced sludge Dewatering By Dual Polyelectrolytes Conditioning, Water Research Vol. 34, No. 18, pp. 4430±4436, 2000
- [12] Richard I. Dick, Comment on “Experimental analysis of centrifugal dewatering process of polyelectrolyte flocculated waste activated sludge”, Water Research 36 (2002) 1649–1650
- [13] C. P. CHU, D. J. Lee and Y. Chang, Thermal Pyrolysis Characteristics Of Polymer Flocculated Waste Activated Sludge Water Research Vol. 35, No. 1, pp. 49±56, 2001
- [14] C.P. Chu, D.J. Lee, J.H. Tay, Gravitational Sedimentation Of Flocculated Waste Activated Sludge, Water Research 37 155–163, 2003
- [15] Atıksuların Arıtılması Prof.Dr.Ahmet Samsunlu İTÜ Çevre Müh. Bölümü
- [16] Filibelli, A., (1998 ), “Arıtma Çamurunun İşlenmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları
- [17] Yatkın, S. Çeşitli Polimerlerin Atatürk Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Çamurlarının Mekanik Susuzlaşabilirliği Üzerine Olan Etkisinin İncelenmesi ve Filtre Boyutlandırılması Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi; Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1998
- [18] (Atıksu Arıtım Çamuru ve Katı Atık ve Kompost Örneklerinin Analiz Yöntemleri, Boğaziçi Üniveristesesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, Günay KOCASOY 1994)

## ÖZGEÇMİŞ

Deniz Günay, 23.09.1983 de İstanbul' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Fatih'te tamamladı. 2001 yılında Şehremini Super Lisesi'nden mezun oldu. 2001 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2005 yılında mezun oldu. 2005 yılında Delta Su Arıtma Sistemleri Ltd. Şti.'nde mühendis olarak çalışmaya başladı ve halen aynı şirketteki görevi devam etmektedir.