

Received: 11.12.2018

Accepted: 27.12.2018

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

2(Special Issue), 92-97, 2018

## Farklı Çamur Türlerinde Hücre Dışı Polimerik Madde Konsantrasyonu Belirlenmesi

Nazlı Baldan Pakdil<sup>1\*</sup>, Murat Solak<sup>2</sup>, Cemre Karşoğlu<sup>1</sup>,  
Yalçın İpek<sup>1</sup>, Burcu Uzun<sup>1</sup>

**Özet:** Çalışmada, maya üretim endüstrisi, patates cipsi işleme endüstrisi ve evsel atıksu arıtma tesisi arıtma çamurlarında flokleşmeyi etkileyen önemli göstergelerden biri olan hücre dışı polimerik madde (EPS) konsantrasyonları (protein, hümik asit, polisakkarit, karbonhidrat) incelenmiştir. Ayrıca, arıtma çamurlarının karakterizasyonunun ortaya konulabilmesi için Kapiler Emme Süresi (KES), Özgül Filtre Direnci (ÖFD), viskozite parametreleri analiz edilmiştir. En yüksek hümik asit, protein ve karbonhidrat miktarı evsel atıksu arıtma çamurlarında tespit edilirken, gıda sektörü açısından patates cipsi işleme çamurlarında yüksek hümik asit ve polisakkarit (453 mg/L) bulunduğu gözlenmiştir.

**Keywords:** Arıtma çamurları, Hücre dışı polimerik madde (EPS), Susuzlaştırma.

## Determination of Extracellular Polymeric Matter Concentration in Different Types of Treatment Sludges

**Abstract:** In the study, extracellular polymeric substance (EPS) concentrations (protein, humic acid, polysaccharide, carbohydrate), one of the important parameters affecting flocking in the yeast production industry, potato chip processing industry and domestic wastewater treatment plant sludge were investigated. In addition, to determine the characterization of sewage sludge, the Capillary Suction Time (CST), Specific Filter Resistance (SRF), viscosity parameters were analyzed. While the highest amounts of humic acid, protein and carbohydrate were detected in domestic wastewater sludge, high levels of humic acid and polysaccharide (453 mg / L) were observed in potato chips processing sludge in terms of food sector.

**Keywords:** Sewage Sludge, Extracellular Polymeric Substances (EPS), Dewatering.

### 1. Giriş

Hücre dışı polimerik bileşenler (EPS), bakteriyel hücrelerin yüzeylerinde bulunan metabolik ürünlerden oluşmaktadır. Bunlar; karbonhidratlar, polisakkaritler, proteinler, deoksiribonükleik asitler, hümik asit vb. gibi çeşitli organik maddeler içermektedir. Çamur içerisindeki proteinler EPS bileşiminde daha baskındır. Biyolojik çamurların içerdiği hücre dışı polimerik bileşenlerin, bu çamurların suyunu vermesini zorlaştırdığı ifade edilmektedir (Ayol vd., 2007). Benzer olarak yapılan bir çalışmada da düşük EPS içerikli çamurların kolay susuzlaştırılabilir olduğunu belirtilmiştir (Mikkelsen ve Keiding, 2002).

Aktif çamur olarak bilinen aerobik biyolojik arıtım sonucunda elde edilen çamur ağırlıklı olarak

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, 14030, Bolu, TURKEY

<sup>2</sup>Düzce University, Faculty of Engineering, 81900, Düzce, TURKEY

\* Corresponding author (İletişim yazarı): [nazlipakdil@gmail.com](mailto:nazlipakdil@gmail.com)

Citation (Atıf): Baldan Pakdil, N., Solak M., Karşoğlu, C., İpek, Y., Uzun, B. (2018). Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2 (Special Issue): 92-97.

mikroorganizmalar ve adsorbe katı madde ve kolloidlerden oluşmaktadır. Biyolojik çamur organik madde içeriği tipik olarak % 75, ortalama % 60-80 değerleri arasında değişmektedir. Organik madde içeriğine bağlı olarak EPS içeriğine sahiptirler (Tuan, 2012). Çamur susuzlaştırma işlemleri, EPS ile ilgili çamurun flok yapısı, boyutu ve bağlı su içeriği gibi değişkenlerden etkilenmektedir. Bakterilerin dışında, hücre dışı polimerik maddeler (EPS) ve çeşitli organik ve inorganik yapılardan oluşmaktadır (Jin ve ark., 2004). Hücre yapısında bulunan EPS, toksisite veya pH değişimi gibi durumlarda hücreyi dış etkenlerden koruma fonksiyonuna sahiptir (Liu ve Fang, 2003). Ancak, hem metabolizma veya mikroorganizma yıkımlarından hem de atıksuda adsorbe edilmiş bileşenlerden kaynaklanan EPS'nin fonksiyonlarının kesin işlevi tam olarak bilinmemektedir (Jin ve ark., 2004).

Bu çalışmada, evsel arıtma çamurları, patates işletme endüstrisinden, maya üretim endüstrisinden gelen arıtma çamurları kullanılarak, susuzlaştırmayı etkileyen önemli göstergelerden biri olan hücre dışı polimer bileşiklerinin etkileri, çamurun susuzlaştırılabilirliği hakkında bilgi veren parametrelerle birlikte incelenmiştir. Arıtma çamuru numunelerinde EPSprotein, EPS hümik asit, EPS polisakkarit, EPS karbonhidrat parametrelerinin analizi yapılarak arıtma çamurlarının toplam EPS içeriği belirlenmiştir. Arıtma çamuru numunelerinin karakterizasyonunun belirlenmesi için Kapiler Emme Süresi-KES, Özgül Filtre Direnci-ÖFD, viskozite parametreleri analizlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan arıtma çamurları evsel atıksu arıtma tesisi, patates işletme endüstrisi arıtma tesisi ve maya üretim endüstrisi arıtma tesisinden tedarik edilmiştir. Alınan arıtma çamuru örnekleri iki gün süre ile bekletilip çamurun yoğunlaşması sağlandıktan sonra üst suyu alınarak elde edilen yoğun çamur örneği deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Çamur numuneleri +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Yoğun çamur numunesinin karakterizasyonu belirlenmesi için Kapiler Emme Süresi-KES, Whatman 17 filtre kağıdı kullanılarak (Triton 304 cihazı ile SM 2710 G), Özgül Filtre Direnci-ÖFD, Whatman 2 filtre kağıdı kullanılarak 35 kPa basınç altında (SM 2710 H), Viskozite Brookfield viscometer DV2TLV cihazı ile analizlenmiştir (Lo vd, 2001, APHA, 2005). Deneysel çalışmalar, 25±0,2°C'de gerçekleştirilmiştir.

EPS konsantrasyonunun belirlenmesinde öncelikle EPS içeriği arıtma çamurlarından ekstrakte edilmiştir (Frolund, 1996). Ekstraksiyon işleminin ardından elde edilen ekstrat içerisinde protein, karbonhidrat, polisakkarit ve hümik asit konsantrasyonları belirlenmiştir. Protein konsantrasyonu standart Bovine Albumin Çözeltilisi temel alınarak spektrofotometrik olarak 750 nm dalga boyunda analizlenmiştir (Lowry vd., 1951). Karbonhidrat konsantrasyonunun belirlenmesi için standart madde olarak aljinat seçilmiş ve 480 nm'de spektrometrede belirlenmiştir (Dubois vd., 1956). Polisakkarit belirlenmesinde reaktif olarak, fenol ve sülfirik asit, absorbans eğrisi hazırlanması için D-glukozmonohidrat kullanılmıştır. Polisakkarit analizi 490 nm de gerçekleştirilmiştir (Dubois vd., 1956). Hümik asit analizi için Lowry metodu modifiye edilerek hümik asit standardı kullanılmış ve 750 nm'de analizlenmiştir (Lowry vd., 1951).

## 3. Bulgular

Deneysel çalışmalarda öncelikle ham çamurların susuzlaştırılabilirliklerini gösteren Kapiler Emme Süresi (KES), Özgül filtre direnci (ÖFD) ve viskozite parametreleri analizlenmiştir. Buna göre patates çipsi endüstrisinin en yüksek KES değerine sahip olduğu, maya endüstrisinin ise en yüksek ÖFD değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ham çamur karakterizasyonu sonucu yoğun evsel arıtma çamuru, patates endüstrisi arıtma çamuru ve maya endüstrisi arıtma çamuru karakteristiği için elde edilen değerler Çizelge 1' de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Yoğun Eysel Arıtma Çamuru, Patates Cipsi Üretim Endüstrisi Arıtma Çamuru ve Maya Endüstrisi Arıtma Çamuru Karakteristiği

	Eysel Arıtma Çamuru	Patates Arıtma Çamuru	Maya Arıtma Çamuru
KES (sn)	14,6±7	68,9±15	10,5±2
ÖFD (m/kg)	$1,23 \times 10^{14} \pm 9 \times 10^{13}$	$4,33 \times 10^{13} \pm 1 \times 10^{13}$	$1,55 \times 10^{15} \pm 7 \times 10^{15}$
Viskozite (N.s/m <sup>2</sup> )	0,59±0,2	0,30±0,2	17,93 ±14

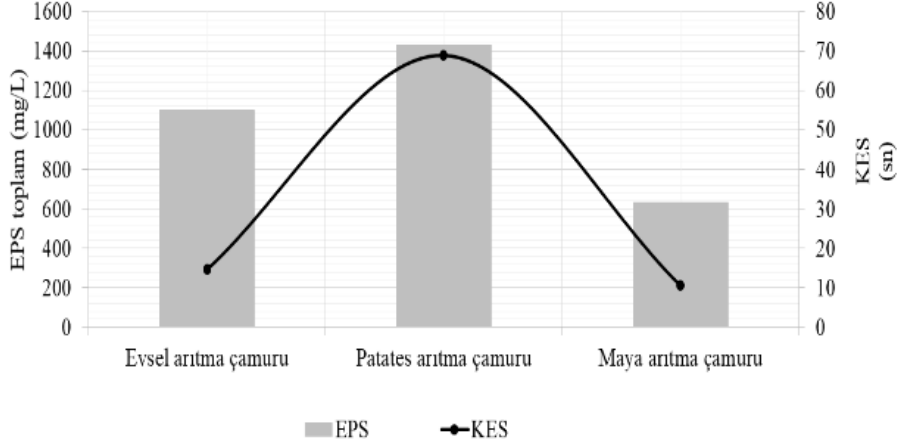
Çamurların toplam EPS içeriğinin belirlenmesi amacıyla ham çamur örneklerinin EPS (protein, hümkik asit, karbonhidrat, polisakkarit) değerleri belirlenmiştir. Farklı endüstrilere ait ham arıtma çamurlarının EPS konsantrasyon değerleri Çizelge 2’ de verilmiştir. Toplam EPS içeriği bakımından patates cipsi endüstrisi en yüksek konsantrasyon değerine sahip olduğu görülmüştür. Tüm arıtma çamuru numunelerinde toplam EPS değerinin önemli bir bölümünün hümkik asit konsantrasyonunun oluşturduğu, patates cipsi endüstrisi arıtma çamurunda ise polisakkarit konsantrasyonu yüksek olduğu görülmüştür (Uzun, 2015).

**Çizelge 2.** Farklı Endüstrilere Ait Ham Arıtma Çamurlarının EPS Konsantrasyonları

	Eysel Arıtma Çamuru	Patates Arıtma Çamuru	Maya Arıtma Çamuru
Protein (mg/L)	172,24	210,21	76,81
HümkikAsit (mg/L)	718,36	735,65	286,25
Karbonhidrat (mg/L)	173,71	31,28	30,37
Polisakkarit (mg/L)	34,99	452,90	237,90
EPS toplam (mg/L)	1099,30	1430,04	631,33

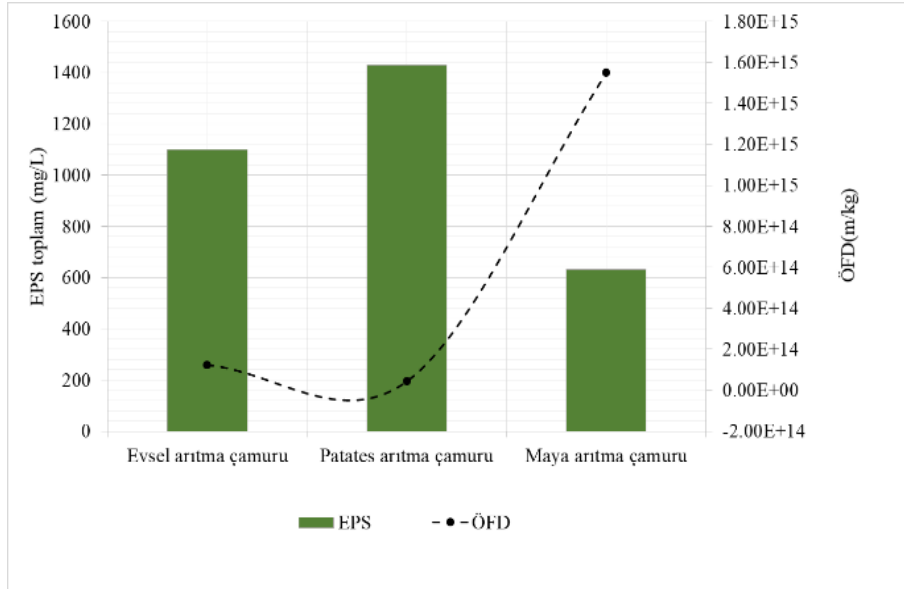
Patates endüstrisi arıtma çamurunda diğer arıtma çamuru örneklerine göre protein konsantrasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Patates işleme endüstrilerinde oluşan atığın cinsi, özellikleri ve miktarı her adımında farklılık gösteren kirlilik yükü ağır olan atıksu olarak değerlendirilir. Karbonhidrat konsantrasyonunun diğer endüstrilere göre evsel arıtma çamurlarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Atıksularda bulunan başlıca organik bileşikler proteinler, karbonhidratlar, yağlar, petrol artıkları ve üredir. Bu kapsamda, evsel arıtma çamurunda yüksek bulunan karbonhidrat konsantrasyonunun insan kaynaklı organik madde girişlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Patates endüstrisi atıksularında bulunan yüksek nişasta içeriğine bağlı olarak patates endüstrisi arıtma çamurlarının polisakkarit konsantrasyonunun diğer endüstrilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Toplam EPS konsantrasyonu KES konsantrasyonu ile uyumlu olduğu yüksek EPS içeriğine sahip olan arıtma çamurunda kapiler emme süresinin daha büyük olduğu ve su verme özelliklerinin daha kötü olduğu gözlenmiştir (Şekil 1)



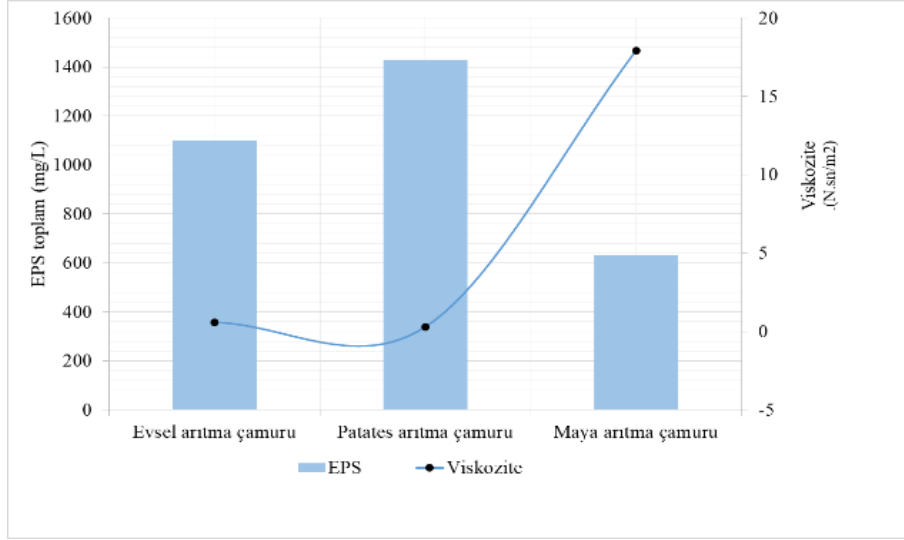
Şekil 1. EPS<sub>toplam</sub> değeri ile KES karşılaştırılması

Arıtma çamurlarının su verme özelliklerini gösteren parametrelerden biri olan SRF ile EPS konsantrasyonu zıt olarak yüksek EPS içeriğine sahip çamurun özgül filtre direncinin daha az olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. EPS<sub>toplam</sub> değeri ile ÖFD karşılaştırılması

ÖFD ile EPS arasındaki ilişkiye benzer olarak yüksek EPS konsantrasyonuna sahip arıtma çamurunun viskozite değerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Maya endüstrisinden gelen arıtma çamurunun diğer çamur örneklerine göre daha akışkan olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. EPS<sub>toplam</sub> değeri ile Viskozite karşılaştırılması

#### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Sonuç olarak, literatürde de belirtildiği üzere arıtma çamurlarının susuzlaştırılmasında etkili olan EPS konsantrasyonu çeşitli arıtma çamurları için farklı seviyelerde olduğu görülmüştür. Arıtma çamurlarının sahip olduğu EPS miktarı evsel atıksu değerleri göz önüne alındığında en yüksek hümik asit miktarı olduğu gözlenmiştir. Hümik asit miktarı için diğer endüstrilere bakıldığında gıda sektörü çamurlarında en yüksek değerin patates arıtma çamurunda olduğu görülmüştür. Aynı zamanda evsel arıtma çamurunda yüksek oranda protein ve karbonhidrat gözlenmiştir. Patates endüstrisi arıtma çamurlarına bakıldığında polisakkarit miktarının çalışılan diğer endüstri arıtma çamurlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Protein miktarı açısından en yüksek değerin patates endüstrisi ve evsel arıtma çamurunda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çamurun KES parametresi ile Toplam EPS değerinin uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

#### Teşekkürler

Yazarlar, destekleri için TÜBİTAK'a teşekkür ederler (Proje No: 112Y301).

Bu çalışma 5-9 Eylül 2018'de Prizren, Kosova'da gerçekleştirilen "International Conference on Science and Technology (ICONST 2018)" de tam metin olarak yayınlanmıştır. / This study was published as a full text paper in International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) held from September 5 to 9, 2018, in Prizren, Kosovo.

#### Kaynaklar

- American Public Health Association, (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21th Ed.). APHA, AWWA, WEF, Washington.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry. 28, 350-356.
- Frolund, B., Palmigren, R., Keidin, G.K., Nielsen, P.H. (1996). Extraction of extracellular polymer from activated ludge using a cation exchange resin. Water Res. 30, 1749-58.
- Lo, M.C.I., Lai, C.K.K., Chen, G.H., (2001). Salinity effect on mechanical dewatering of sludge with and without. Chemical Conditioning.Sci. Technol. 35 (23), 4691-4696.

- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951), Protein measurement with the Folin phenol reagent. *The Journal of biological chemistry*. 193 (1), 265-275.
- Liu, Y., Fang H.H.P. (2003). Influences of Extracellular Polymeric Substances (EPS) on Flocculation, Settling, and Dewatering of Activated Sludge, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 33 (3), 237-273.
- Ayol, A. (2007). Arıtma çamuru flok ayrıştırma mekanizmalarının çamur su verme özellikleri üzerine etkisi: Enzimlerle arıtım yöntemi İTÜ dergisi/e su kirlenmesi kontrolü, 17 (3), 15-24 Kasım 2007
- Jin, B., Wilén, B.M., Lant, P. (2004). Impacts of morphological, physical and chemical properties of sludge flocs on dewaterability of activated sludge, *Chemical Engineering Journal* 98, 115–126.
- Mikkelsen, L. H., Keiding K. (2002). Physico-chemical characteristics of full scale sewage sludges with implications to dewatering, *Water Research* 36, 2451–2462.
- Uzun, B. 2015. Arıtma çamurlarında EPS (Hücre dışı polimerik maddeler) konsantrasyonu izlenmesi. Bitirme Tezi. AİBÜ Çevre Müh. Böl. Bolu.
- Tuan, P., Mika, S., Pirjo, I. (2012). Sewage Sludge Electro-Dewatering Treatment—A Review, *Drying Technology: An International Journal*, 30 (7), 691-706.