

BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA SİSTEMLERİNDE MATEMATİK MODELLER
İLE ENERJİ TÜKETİMİ İLİŞKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet Berkün

Prof.Dr.

K.T.Ü. İnş.Müh.Böl.

Trabzon

Serkan Nas

Arş.Gör.Yük.Müh.

K.T.Ü. İnş.Müh.Böl.

Gümüşhane

ÖZET:

Çeşitleri oldukça fazla olan atık su arıtma tesislerinde enerji tasarrufu, bu tesislerin seçiminde önemli bir faktördür. Güç ekonomisi, atıksu arıtma tesislerinde birim güç tüketimine karşılık düşen organik madde giderimi olarak tarif edilebilir. Bu makalede, aerobik bir atık su oksitleme havuzu için güç ekonomisi ifadesi verilerek, diğer biyolojik atık su arıtma sistemlerinin güç ekonomileri ile karşılaştırılmıştır.

GİRİŞ:

Atıksu arıtma sistemlerinden yüksek kalitede çıkış suyu elde edilebilmesi için, oldukça fazla miktarda enerji tüketimi gerekir. Modern aerobik arıtma sistemlerinin yapıları birbirinden ayrıcalıklar gösterirler. Bu tesislerde organik maddenin stabilizasyonu ve asimilasyonu için gerekli miktarda oksijenin atmosferden mikroorganizmalara temin edilmesi, enerji tüketiminin esas sebebini oluşturur.

Son zamanlarda enerji tasarrufuna duyulan gereksinimin artması sonucu, istenilen kalitede tesis çıkış sularının düşük enerji gereksinimleri ile sağlanması önem kazanmıştır. Enerji gereksinimini minimuma indirebilmek için arıtma tesisinin çeşidinin ve boyutlarının atık suyun miktar ve kalitesini karşılayabilecek yeterlilikte yapılması optimum çözümü sağlayabilir. Her bir yöntemin performansının tayini için çok çeşitli operasyon koşulları altında organik giderme verimi-enerji tüketimi ilişkileri ile ilgili miktarsal verilerin

olması gerekir. Bu sebeplerden dolayı, yöntemin karakteristiklerini operasyon parametrelerinin fonksiyonu olarak göstermek için , matematik modellerin kullanılması gerekir.

GÜÇ EKONOMİSİNİN TARİFİ :

Güç ekonomisi kavramı ilk önce aktif çamur arıtma sistemi için tanımlanmış ve havalandırma haznesinde birim güç kullanımına karşılık olarak suda çözünen oksijen miktarı olarak tarif edilmiştir. Bu kavram hava ve su temasını sağlayan sistemin performansının kararlaştırılmasında bir gösterge olmuştur. Hosano et.al (1980) güç ekonomisi kavramını damlatmalı filtreler için kullanmıştır. Bu çalışmada güç ekonomisi, birim güç için giderilen BOİ miktarı olarak tarif edilmiştir.

Damlatmalı filtre ve biyodisk yöntemlerinde kullanılan oksijen miktarı hemen tayin edilememesine rağmen sarfedilen BOİ ölçülebilmektedir. Bu sebeple BOİ giderimine dayalı güç ekonomisi kavramı kullanılarak, farklı biyolojik arıtma yöntemleri güç sarfiyatlarına göre kolayca karşılaştırılabilirler.

Kararlı operasyon koşulları altında, atıksuyun sistem içine sabit giriş debisi Q , giriş BOİ konsantrasyonu S_o , sistem çıkış suyu BOİ konsantrasyonu S_e , ve BOİ giderim yüzdesi x , olarak, $x=[1-(S_e/S_o)]$ için atıksu arıtma ünitesinde BOİ giderme miktarı (W) şu şekilde bulunabilir.

$$W=Q.(S_o-S_e)=Q.S_o.x \quad (1)$$

Güç gereksinimi P_w ile gösterilirse, güç ekonomisi (W/P_w) şeklinde ifade edilebilir.

Q ve S_o 'da günlük salınımların olması halinde ortalama güç ekonomisi bulunarak kullanılmalıdır.

Eğer atık su arıtma tesisinde oksijenin harcanma miktarı bulunabilirse güç ekonomisi şu şekilde de ifade edilebilir.

$$W/P_w = O / (Y_o \cdot P_w) \quad (2)$$

Y_o: Birim miktarda BOİ giderimi için tüketilen toplam oksijen miktarı

O : Havalandırma haznesinde oksijen tüketim miktarı

Aerobik biyolojik arıtma yöntemlerinde oksijen tüketimi, organik maddenin biyooksidasyonu, hücrelerin içsel solumaları ve amonyağın nitrifikasyonu nedenleri ile oluşmaktadır.

GELENEKSEL AKTİF ÇAMUR YÖNTEMİ İÇİN GÜÇ EKONOMİSİ :

Difüzerli havalandırma haznelerinde enerji tüketiminin sebebi, havanın basıncının atmosferik basınçtan, difüzer derinliğindeki basınca çıkarılmasıdır. Adiyabatik basınç kabulü ile enerji gereksinimi şu şekilde ifade edilebilir.

$$P_w = [G_v \cdot \gamma / \epsilon(\gamma-1)] \cdot (P_2 / P_1)^{(\gamma-1)/\gamma} - 1 \quad (3)$$

G_v: Havanın hacimsel verilme miktarı

P₁,P₂: kompresörün giriş ve çıkışında basınçlar

γ: Isı kapasite oranı

ε : Kompresörün ve hava yayıcısının toplam verimi

Kubota ve Fujie (1985) bir havalandırma haznesi için parametre değişimleri ile yaptıkları bir çalışmada (W/P_w)-Se ilişkisini vermişlerdir. Derine hava enjeksiyonu sağlayan bir saft sistemi ile donatılarak değiştirilmiş bir aktif çamur sistemi için (W/P_w)-Se ilişkisi Kubota et al. (1979) tarafından incelenmiştir.

DAMLATMALI FİLTRE YÖNTEMİ İÇİN GÜÇ EKONOMİSİ :

Damlatmalı filtrelerde güç gereksinimi , atık suyun filtrenin üst kısmına pompalanması içindir. Yüksek hızlı filtrelerde ise sıvının geriye sirkülasyonu için gerekli güç buna eklenebilir. Güç gereksinimi için şu formül kullanılabilir.

$$P_w = \Delta H \cdot \rho \cdot Q / \varepsilon \quad (4)$$

Q: Pompalanan sıvının debisi

ε : Pompa verimi

ρ : sıvı yoğunluğu

ΔH : net yük

Fujie et al. (1982), (W/P_w)-Se ilişkisini incelemişlerdir.

BİYODİSKLER İÇİN GÜÇ EKONOMİSİ :

Fujie et al.(1983) tarafından karıştırmalı bir haznenin karıştırıcısı ile benzeşim kurularak biyodisklerde disk dönüşü için güç gereksinimi aşağıdaki formül ile verilmiştir. Eğer disk dönme hızı (N) düşük ise (diskler arası laminar akış hali)

$$P_w/A = \lambda_1 \cdot (N \cdot D)^2 \quad (5)$$

Eğer disk dönme hızı (N) yüksek ise (türbülanslı akış hali)

$$P_w/A = \lambda_2 \cdot (N \cdot D)^3 \quad (6)$$

D: disk çapı

A: disk yüzey alanı

λ_1, λ_2 : diskler arası uzaklığa ve disk yüzeyinin yapısına bağlı katsayılar

Bunun için örnek bir çalışma diğerleri gibi kararlı koşullar altında Kuboda ve Fujie (1985) tarafından yapılarak (W/P_w)-Se bağıntısı verilmiştir.

AEROBİK OKSİTLEME HAVUZLARINDA GÜÇ GEREKSİNİMİ :

Aerobik havuzların güç ekonomileri de BOİ giderimine dayalı olarak ifade edilebilir. Bu tesislerin iç biyolojik yapıları ve buna bağlı olarak da oksijen tüketme mekanizmaları diğer sistemlerden çok farklıdır. Çünkü, bu sistemlerde sistemin verimini ve güç gereksinimini

etkileyen oksijen dengesi, sadece mekanik havalandırıcılar ile değil, bakteri-alg ilişkisi ile de iç içedir. Bu ilişkiler gözönünde bulundurularak, bir aerobik oksitleme havuzunun mekanik havalandırıcısının gücü için şu ifade verilebilir (Gloyna 1971).

$$P_w = S_d / S_s \quad (7)$$

Buna göre güç ekonomisi ,

$$W / P_w = (S_o - S_e) \cdot Q / (S_d / S_s) \quad (8)$$

S_d = oksijen ihtiyacı

S_s : Mekanik havalandırma ile sağlanan oksijen miktarı

$$S_d = a'' \cdot S_r \quad (9)$$

a'' : katsayı

S_r : sarfedilen BOİ = $(S_o - S_e) \cdot Q$ veya,

$$S_d = a' \cdot (S_o - S_e) + b' \cdot X \quad (10)$$

a' : Enerji ve çoğalma için sarfedilen BOİ, (Toplam BOİ veya KOİ'nin yüzdesi olarak)

b' : Günlük içsel solunma hızı, (Toplam BOİ veya KOİ'nin yüzdesi olarak)

X : Karışık mayi içindeki dönüştürülebilir askıda katı madde miktarı

$$S_s = Q_m \cdot \left[\frac{(C_{sw} - C)}{C_s} \right] \cdot \alpha \cdot \theta \quad (11)$$

Q_m : Havalandırma ünitesinin verimi

C_s : Saf suyun 20 C° da oksijene doygunluk miktarı

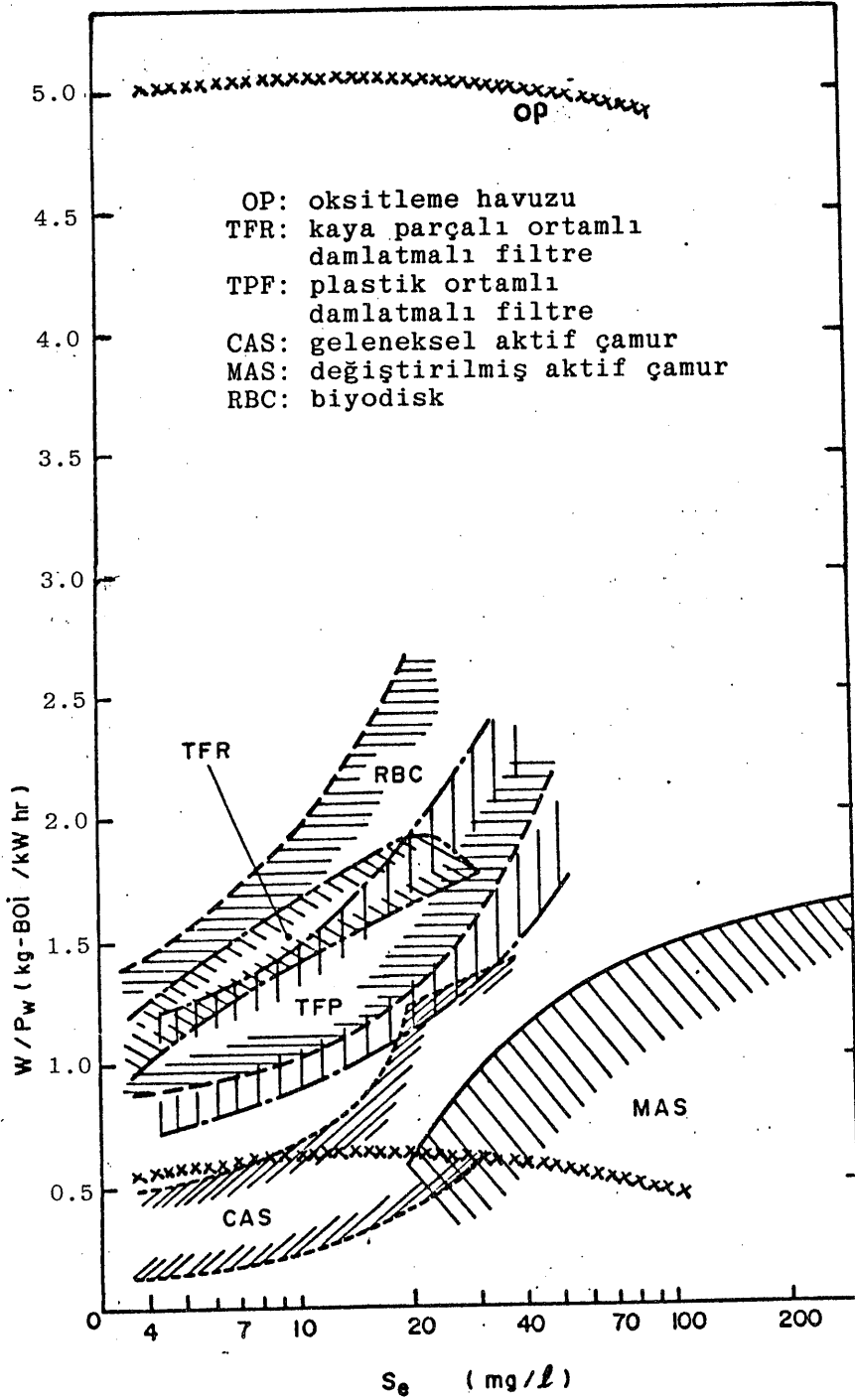
C : Havuzdaki çözünmüş oksijen miktarı (T C° ' da)

C_{sw} : Havuz sıcaklığı T°C da atık suyun oksijen doygunluk miktarı

α : (atık su oksijen transfer katsayısı) / (saf su oksijen transfer katsayısı)

θ : Sıcaklık reaksiyon katsayısı

T : Oksitleme havuzundaki atık suyun sıcaklığı



Şekil 1. Çeşitli biyolojik atık su arıtma sistemlerinin, sistem çıkış suyu BOİ değeri ile güç ekonomisi açısından karşılaştırılması.

DEĞERLENDİRME:

Atıksu biyolojik arıtma tesislerinin çeşitleri ile ilgili olarak yukarıda verilen matematik modeller, bu tesislerin optimum boyutlandırılmaları çerçevesinde, enerji tüketimi açısından da birbirlerinden farklı parametrelere bağlı olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, bir arıtma tesisinin seçiminde, boyut optimizasyonu yanında, enerji tüketimi içinde karşılaştırmalı çalışmalara gereksinim vardır. Kubota ve Fujue tarafından , biyolojik atık su arıtma sistemlerinin matematik modellerinin parametreleri değiştirilerek yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada (2) , güç ekonomisi açısından biyodisklerin en ekonomik olduğu, bunu takiben kaya ortamlı damlatmalı filtre, plastik ortamlı damlatmalı filtre ve aktif çamur tesislerinin verilebileceği görülmektedir (Şekil 1). Bu karşılaştırmaya tarafımızdan aynı yöntemler kullanılarak kullanılarak mekanik havalandırmalı aerobik oksitleme havuzlarında ilave edilmiştir. Şekil 1.'den görüleceği gibi oksitleme havuzları diğer sistemlerle kıyas kabul etmeyecek derecede fazla güç ekonomisi sağlayabilmektedir. Diğer bir deyişle, ekonomik sistemlerdir. Özellikle, yurdumuzun bol güneşli ve sıcak iklimli güney bölgeleri için, oksitleme havuzları ekonomileri açısından uygulanabilir özelliktedir.

KAYNAKLAR:

1. Hosono, Y., Kubota, H. And Miyaji, Y.,
Characteristic evaluation of trickling filter process,
Water Research, 14, 581-590, 1980.
- 2.. Kubota, H., Fujie, K.,
Mathematical modelling of energy consumption in biological
wastewater treatment,
Mathematical models in biological wastewater treatment, 691-735,
Elsevier Science Publishers, 1985

3. Kubota ,H., Hoshino,S., Kasakura,T.,

Oxygen transfer in activated sludge aeration tank,

Journal of Japan Sewage Works Association, 16,184,12-18,1979.

4. Fujie,K.,Tsubone,T.,Shibuya,S.,

Estimation of power economy on activated sludge wastewater treatment,

Journal of Japan Sewage Works Association,20,227,25-32,1983.

5. Gloyna, E.F.,

Waste stabilization Ponds,

WHO,1979.