



# İTÜ 5. ENDÜSTRİYEL KİRLENME KONTROLÜ SEMPOZYUMU'96

25-27 Eylül 1996  
İSTANBUL

## DOMATES İŞLEME FABRİKALARI ATIKSULARININ ARITIMINDA OKSİJEN GEREKSİNİMİ

Kürşat BAŞDEMİR, Işın KAYA

Birleşik Oksijen Sanayi A.Ş.  
Büyükdere Caddesi 145/1 Kat 3  
Zincirlikuyu - İstanbul

### ÖZET

Bu çalışma, aeratörlerde birlikte saf oksijen sisteminin uygulandığı domates işleme fabrikaları atıksu arıtma tesisindeki aktif çamur prosesinin verilerinin değerlendirilmesi amaçlı yapılmıştır. Tesisin atıksu kaynakları, oksijen kullanımı, çamur hacim indeksi, KOİ giderimi incelenmiştir. Oksijen kullanımındaki zamana göre değişiklikler incelenmiş ve konvansiyonel sisteme göre işletme maliyetleri karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak düşük havalandırma sürelerinde %95'in üzerinde kimyasal oksijen ihtiyacı verimi sağladığı görülmüştür. Bu çalışma domates işleme fabrikaları atıksularının arıtılması için yapılacak proses seçimi ve projelendirme çalışmalarına da baz oluşturacaktır.

### ANAHTAR KELİMELER

Domates işleme atıksuları, saf oksijenli aktif çamur tesisi, KOİ giderimi, Çamur hacim indeksi.

### SUMMARY

The aim of the study was to evaluate the data of a tomato processing waste water treatment plant working with a pure oxygen system. The sources and characteristics of waste water were investigated. The performance of KOİ reduction, oxygen demand and sludge volume index were studied.

The performance of the plant was found satisfactory in small aeration tanks. The changes of oxygen demands with respect to time were studied and the operating costs of pure oxygen system and conventional activated sludge system were compared.

### KEY WORDS

Waste water of tomato processes, pure oxygen activated sludge plants, removal of chemical oxygen demand, sludge volume index.

## GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük kapasiteli domates işleme fabrikasındaki aktif çamur tesisi verilerini değerlendirmektir. Tat Konserve Mustafa Kemal Paşa Tesislerinden kaynaklanan atıksular hem aeratörlerin kullanıldığı hem de Vitox saf oksijen sisteminin kullanıldığı arıtma sisteminde arıtılmaktadır. Kapasite artışına göre saf oksijen kullanımları incelenmiş ve sonuçları maliyet ve verim açısından irdelenmiştir.

## ÜRETİM PROSESLERİNİN KISACA TANITIMI

Tat Konserve MKP Fabrikasında ağırlıklı olarak domates salçası ve doğranmış domates üretimi yapılmaktadır. Domates salçası üretimi yılda 22.000 - 30.000 ton, doğranmış domates üretimi ise, 7.000 ton civarındadır.

Bu üretim proseslerinin yanısıra çeşitli sebze, meyve konserveleri ve diğer gıda maddeleri imalatı da yapılmaktadır. Bu ürünlerden de yaklaşık yılda 7.000 ton üretilmektedir. Fabrikanın ağırlıklı üretimi domates salçası ve doğranmış domates üretimi olup üretim, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılmaktadır.

## ATIKSU KARAKTERİ VE MİKTARI

İşletmeden gelen atıksular genel olarak iki grupta değerlendirilebilir. Bunlar evsel atıksular ve endüstriyel atıksulardır. Evsel atıksular atıksu anıtma tesisinden çıkan suların geri kazanımında problem oluşturabileceğinden ve miktarı endüstriyel atıksuya göre çok düşük olduğundan ayrı bir arıtma tesisinde arıtılması öngörülmüştür.

Endüstriyel atıksular üç ayrı kısımda değerlendirilebilir. Bunlar ilk yıkama, ikinci yıkama ve proses atıksulardır. İlk yıkama atıksuları, sebze ve meyvelerin ilk yıkanması ile üretim hatlarına taşınması sırasında oluşmaktadır. İkinci yıkama atıksuları ise hammaddenin ikinci kez yıkanması ile üretime uygun olmayanların ayrılması sırasında oluşmaktadır. Bu atıksuların içerisinde bir miktar proses atıksuyu da vardır.

Bu atıksuların kirlilik profillerinin saptanması su kullanımındaki farklılıklar nedeni ile lt atıksu / kg domates ve gr KOİ / kg domates bazında değerlendirilmiştir. Endüstriyel atıksu miktarı 12.000 m<sup>3</sup>/gün ve üretimde kullanılan domates miktarı 600 ton iken, ortalama KOİ 330 mg/lt, BOİ 235 mg/lt , AKM ise 200 mg/lt dir. Bu hesaplar dikkate alındığında birim kg domates başına kullanılan su miktarı 20 lt su / kg domates ve birim kg domates başına düşen KOİ miktarı 6.6 gr KOİ / kg domatesdir. Endüstriyel atıksuların maksimum olduğu dönemde ise debi 30.000 m<sup>3</sup>/gün ve üretimde kullanılan domates miktarı 3.100 ton'dur. Atıksu miktarı bu değere eriştiğinde ortalama 725 mg/lt KOİ, 520 mg/lt BOİ, 350 mg/lt AKM değerleri bulunmuştur. Bu durumda ise yukarıda bahsedilen değerler sırayla 10 lt su / kg domates ve 7 gr KOİ / kg domatesdir.

Yukarıdaki hesaplar dikkate alındığında kg domates başına düşen yıkama suyu miktarı üretimdeki artışa göre 10-20 lt arasında üretimdeki artışa göre değişmektedir. Ancak kg domates başına düşen KOİ miktarı yaklaşık aynıdır. Bu miktar nihai olarak 7 gr KOİ / kg domates kabul edilmiştir. Atıksu arıtma tesisinin projelendirilmesinde ve işletilmesinde bu değerler kullanılmıştır.

## AKTİF ÇAMUR TESİSİ

Fabrikada toplanan atıksular önce bir ana kanalda toplanmakta ve daha sonra dalgıç tip bir pompa ile ızgaralara basılmaktadır. Izzaralar tambur tip olup 760 mikron aralığındadır. Bu bölümde %5-%10 arasında KOİ giderimi sağlanmaktadır. Daha sonra yine pompaj hattı ile atıksular saf oksijenli sistemin bulunduğu aktif çamur tesisine basılmaktadır. Aktif çamur tesisi 2700 m<sup>3</sup> kapasiteli 3 adet havalandırma havuzu ve 21 m çapında 3 adet çökeltme havuzundan oluşmaktadır. Maksimum debide havalandırma havuzunda bekleme süresi 6.5 saattir. Bu havuzların herbirinde 2 adet 37 kw aeratör ve 0-125 kg O<sub>2</sub> /saat kapasiteli Vitox Saf Oksijen

Teknolojisi ekipmanı vardır. Saf oksijen ihtiyaca göre devreye girip çıkmaktadır. Tesise giren atıksu durumuna göre havuzlar değişik sayılarda devreye alınmaktadır. Salça üretiminin yapılmadığı diğer aylarda ise sadece bir havuz devrededir. Bakteri ile homojen ortamda reaksiyona giren atıksu oksijenin yardımı ile organik yükleri karbondioksit ve suya dönüştürmektedir. Havalandırma havuzundan çökeltilme havuzuna geçen su dinlendirilmekte ve savaklardan arıtılmış bir şekilde deşarj edilmektedir.

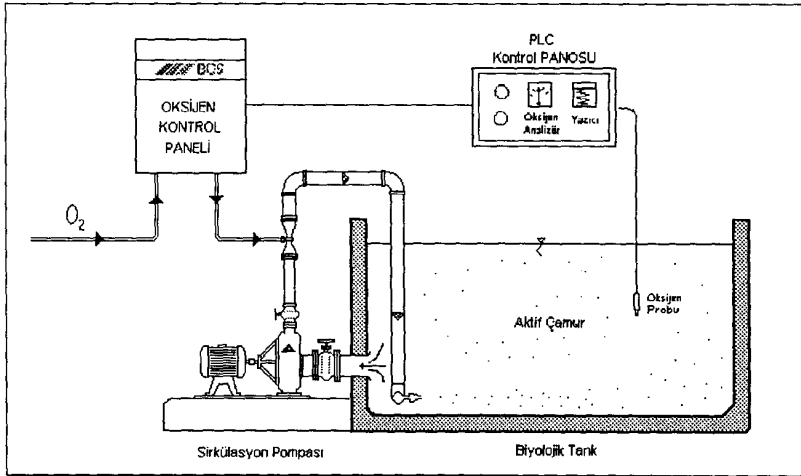
### Vitox Oksijenasyon Teknolojisi

Resürkülasyon bir pompa ile yapılmaktadır. Bu pompa hem kuruda çalışan hem de dalgiç bir pompa olabilir. Emme hattından alınan aktif çamur tesisi suyunu basma hattında bir ventüri sistemi ile oksijenlendirerek tekrar havuza nozullar vasıtasıyla verilmektedir. Bu karışımı sağlayan ekipmanlar ve ekipman kapasiteleri uzun denemeler sonucu saptanmış ve her tesisin kapasitesine göre değişmektedir.

Oksijen tesisi ise, tankerlerde belirli sürelerde periyodik dolumu yapılan ve emniyet açısından dünyadaki en ileri teknolojilerin uygulandığı sıvı oksijen tankı ve buharlaştırıcı sisteminden oluşmaktadır. Buharlaştırıcı tesisinden çıkan gaz haline dönüşmüş oksijen, oksijen panelinden geçerek pompa resürkülasyon sistemindeki ventüri yardımı ile sisteme iletilmektedir.

Endüstriyel atıksularda kirlilik değişimleri genellikle çok fazladır. Havalandırıcı bir ekipman seçerken pik değerler gözönünde bulundurulmalıdır. Bu ise çok fazlaca gereksiz elektrik tüketimine neden olmaktadır. Ancak, ülkemizde seçilen havalandırıcılar, yeterince sık aralıkta ve yeterli sayıda atıksu analizi yapılmadığından genellikle düşük kapasitededir ve pik değerleri karşılayamaz. Bu durum ise, yapılan yatırımın boşa gitmesine ve istenen verime ulaşamamasına neden olur. Vitox oksijenasyon sisteminin burada önemli bir ayrıcalığı vardır. Oksijen kontrollü sistemi sayesinde yük ne olursa olsun oksijeni gerektiği kadar verir. Pik değerlerde artış, minimum değerlerde ise azalış sağlar. Bu ise önemli ölçülerde enerji tasarrufu elde edilir. Bu nedenlerden dolayı istenen verime ulaşamayan arıtma tesislerinde saf oksijen sistemi ilave edilerek verimi istenen ölçülere kolayca getirilebilir. Ayrıca, sistemde bulunan PLC, biokimyasal reaksiyon olmadığı durumlarda biyo alarm sinyali vererek operatörü uyarır. Böylece aksamalar anında fark edilir.

### BOS - VITOX SİSTEMİ



ŞEKİL 1 : Vitox Oksijenasyon Teknolojisi

Havuzun içinde bulunan çözünmüş oksijen probu ile mesajlar 24 saat boyunca elektrik kontrol panosuna gönderilmektedir. Bu panoda kayıt edici sayesinde oksijenin bakterie tarafından kullanımı grafiksel olarak gözlemlenirken çözünmüş oksijen kontrol cihazı ile oksijen konsantrasyonu izlenmektedir. Biyolojik arıtma havuzundan alınan mesajlar ile gaz kontrol panosu oksijeni gerektiği kadar vermektedir. Çok yüksek kirliliklerde yardımcı oksijen sistemi açılarak artan ihtiyaç karşılanmaktadır. Dolayısıyla sisteme sadece gerektiği kadar oksijen verilmektedir. Nozullardan yüksek hızla çıkan oksijen havuzu %98 oksijen çözünürlüğü verimiyle karıştırmakta ve bakterieyle girdiği etkin reaksiyon sonucu %97 - %99 oranında biyolojik oksijen ihtiyacı veya kimyasal oksijen ihtiyacı giderimini sağlamaktadır.

### Tesis Veriminin incelenmesi

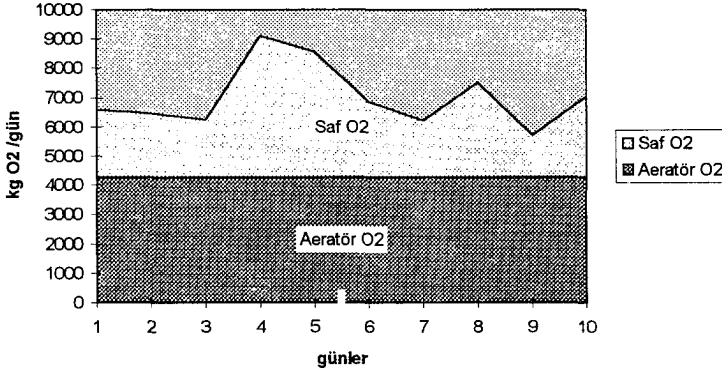
Aktif çamur tesisinin veriminin incelenmesi iki aşamalı olarak yapılmış önce üç havalandırma havuzu çalıştırılmıştır. Daha sonra iki havuz çalıştırılarak F<sub>o</sub>/M oranı artırılmıştır. Elde edilen sonuçlar gözden geçirilerek en uygun çalışma sistemi saptanmıştır. Bu çalışmalara başlamadan önce Vitox Oksijenasyon Sistemi ve aeratörlerin oksijen verimleri deneysel olarak araştırılmıştır. 26 °C de atıksu koşullarında saf oksijen çözündürme verimi %95, aeratör verimi ise 0.8 kg O<sub>2</sub> / kwh olarak bulunmuştur. Tablo 1, genel olarak değişik çalışma koşullarındaki tesis verilerini göstermektedir. Tablodan da anlaşılacağı gibi F<sub>o</sub>/M oranı 0.08 - 0.3 arasında değişmektedir. Havalandırma havuzunda bekleme süresi ise 7.7 - 16.9 saat arasında değişmektedir.

Tarih	DEBİ	KOİ(giriş)	KOİ(çıkış)	F <sub>o</sub> /M	HBS*	KOİ Verimi
	m3/gün	mg/lit	mg/lit	/gün	Saat	%
11/09/95	11520	570	54	0.12	11.3	91
12/09/95	11520	860	68	0.19	11.3	92
13/09/95	11520	1140	41	0.26	11.3	96
14/09/95	11520	550	40	0.12	11.3	93
15/09/95	11520	570	74	0.12	11.3	87
16/09/95	11520	660	50	0.14	11.3	92
17/09/95	11520	700	74	0.15	11.3	89
18/09/95	11520	690	43	0.15	11.3	94
19/09/95	20160	800	80	0.30	9.6	90
20/09/95	20160	570	90	0.28	9.6	84
21/09/95	23040	480	106	0.22	8.4	78
22/09/95	19200	530	55	0.23	10.1	90
23/09/95	11520	510	48	0.12	16.9	91
24/09/95	11520	600	68	0.15	16.9	89
25/09/95	13440	590	63	0.15	14.5	89
26/09/95	11520	510	52	0.12	16.9	90
27/09/95	16800	410	21	0.14	11.6	95
28/09/95	13440	320	52	0.08	14.5	84
29/09/95	16800	400	64	0.12	7.7	84

Tablo 1: Domates İşleme Dönemine Ait Tesis Verileri.

KOİ giderme verimi %78-%96 arasında değişmektedir. Ancak bu verilerin bir de kullanılan oksijen miktarı açısından irdelenmesi gereklidir. Oksijen miktarı saptanırken aeratör verimi

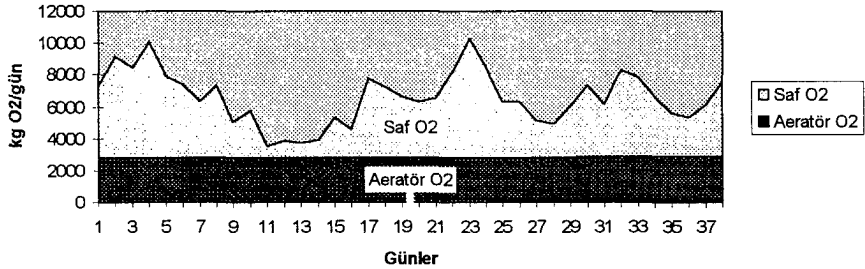
deneysel olarak bulunan  $0.8 \text{ kg O}_2 / \text{kws}$  alınmıştır.



**ŞEKİL 2: Üç Adet Havalandırma Havuzu Kullanıldığında Toplam Oksijen Kullanımı**

Şekil 2'den de görüldüğü gibi oksijen kullanımı debinin ve kimyasal oksijen ihtiyacının birbirinden bağımsız olarak değişken olduğundan dolayı saf oksijen ihtiyacı sürekli olarak değişmektedir. Toplam oksijen ihtiyacı maksimum 9083 kg/gün, minimum 5691 kg/gün, ortalama 7024 kg/gün'dür.

Tesis veriminin incelenmesinde 3 adet havalandırma havuzu yerine 2 adet havalandırma havuzu kullanıldığında toplam hacim  $8100 \text{ m}^3$ 'den  $5400 \text{ m}^3$ 'e düşmektedir. Aynı zamanda 6 adet 37 kw aeratör yerine 4 adet 37 kw aeratör kullanılmıştır. Bu durumdaki oksijen kullanımı aşağıdaki grafikte verilmiştir.



**ŞEKİL 3: İki Adet Havalandırma Havuzu Kullanıldığında Toplam Oksijen İhtiyacı**

Şekil 3'de verilen değerler dikkate alındığında maksimum oksijen kullanımı  $10.035 \text{ kg/gün}$ , ortalama oksijen kullanımı  $6.590 \text{ kg/gün}$ , minimum oksijen kullanımı ise  $3561 \text{ kg/gün}$  olduğu görülmektedir. Yapılan hesaplara göre kg oksijen maliyeti 3 adet havalandırma havuzu ile çalışıldığında 6674 TL, 2 adet havalandırma havuzu ile çalışıldığında ise 5999 TL bulunmuştur. Her iki sistem de  $20.000 \text{ m}^3/\text{gün}$  kapasitede arıtma sağlayabildiğine göre sadece 2 adet havalandırma havuzu kullanılmasının yeterli olduğu görülmüştür.

Toplamda maksimum ihtiyaç olan 10.035 kg O<sub>2</sub> /gün değerinin tamamı aynı koşullarda aeratörlerle sağlanırsa bu miktar ancak 14 adet 37 kw aeratörle karşılanacak, gerekli havalandırma hacmi de 5.400 m<sup>3</sup> yerine 17.250 m<sup>3</sup> olacaktır.

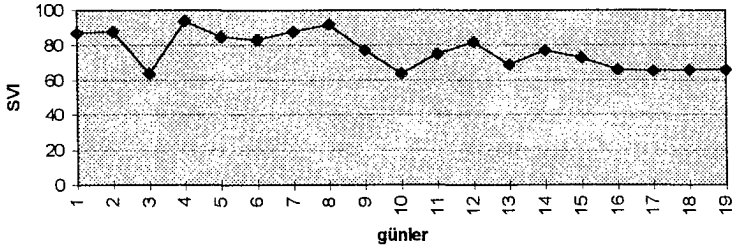
### Çamur Hacim İndeksi :

Domates işleme dönemi boyunca yapılan çökme deneyleri ve tam karışimli askıda katı madde (MLSS) deneyleri, çamur hacim endeksini (SVI) belirleyecek bir veri tabanı oluşturmuştur. Tablo 2 çeşitli zamanlarda ölçülen çökme ve MLSS deneyleri sonucu bulunan SVI değerlerini göstermektedir.

Tarih	Çökme ml/1000ml	MLSS mg/lit	SVI ml/gr
11-Sep-95	520	6000	87
12-Sep-95	500	5700	88
13-Sep-95	625	9720	64
14-Sep-95	470	5000	94
15-Sep-95	550	6460	85
16-Sep-95	560	6020	93
17-Sep-95	550	6280	88
18-Sep-95	540	5860	92
19-Sep-95	470	6080	77
20-Sep-95	270	4220	64
21-Sep-95	365	4850	75
22-Sep-95	400	4890	82
23-Sep-95	370	5400	69
24-Sep-95	400	5200	77
25-Sep-95	430	5900	73
26-Sep-95	370	5580	66
27-Sep-95	370	5700	65
28-Sep-95	380	5800	66
29-Sep-95	360	5450	66

**TABLO : 2 Çamur Hacim İndeksleri Hesapları**

Tablodan da görüldüğü gibi tesisin çamur hacim indeksi ortalama 77'dir. Ancak çökme değerinin yapıldığı imhof hunisi 300ml değerinin üzerinde cam duvar etkisi oluşturarak yanılma payı oluşturacağından bu değeri 65 civarında olması olasıdır. Bu durumda çökebilir askıda katı madde miktarı ortalama 13.000 mg/lit'dir. Şekil 4, 19 gün boyunca ölçülen çamur hacim indekslerinin zamana göre dağılımını göstermektedir. İndeksin klasik sistemlere göre bu derece küçük olması 20000 m<sup>3</sup>/gün su gelmesi durumunda 2 çökeltme havuzunun yeterli olacağını göstermektedir. Örneğin indeks konvansiyonel sistemlerde tipik değer olan 130 ml/gr olsa idi 30.000 m<sup>3</sup>/gün debi için toplam 1038 m<sup>2</sup> yerine 2154 m<sup>2</sup> yüzey alanı gerekecekti



**ŞEKİL : 4 Çamur Hacim İndeksi**

### SONUÇ :

Saf oksijenli sistem ile aeratörlerin birlikte uygulandığı domates işleme fabrikası atıksuları üzerine yapılan çalışmalar sonrası elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Tesisde KOİ değeri 340-1140 mg/lt arasında, tesis debisi ise 7.000 - 23.000 m<sup>3</sup>/gün arasında değişmektedir. Projelendirmeye baz olarak 7 gr KOİ / kg domates alınabilir.
2. Saf oksijenli sistem yardımı ile 7 saat bekleme süreli bir havalandırma havuzu yeterlidir.
- 3.
4. Tesisin maksimum oksijen ihtiyacı 23.000 m<sup>3</sup>/gün atıksu değerinde 10.035 kg O<sub>2</sub>/gün'dür.
5. Çamur Hacim İndeksi 65-75 ml/mg değerleri arasındadır.

### KAYNAKLAR

- (1) British Oxygen Company Environmental, 1991, The Vitox System, London.
- (2) Benefield D. L. ve Randal C.W., Biological Process Design for Wastewater Treatment, Prentice Hall, Inc. ABD 1980.
- (3) U.S. Environmental Protection Agency, Industrial Waste Treatment, California State University, Sacramento, 1989.
- (4) Başdemir K., Çevre Proseslerinde Saf Oksijen, Ozon ve Karbondioksit, İstanbul, 1993.
- (5) Eckenfelder W., Industrial Waste Pollution Control, McGraw Hill Publishing Company, New York, 1989.