

Çevre Kirlenmesi Bakımından Süt İşletmelerinde Alınması Gereken Tedbirler

Dr. Erol ERGÜLLÜ

Ege Üniversitesi Ziraat
Fakültesi Süt Teknolojisi
Kürsüsü - İZMİR

1 — GİRİŞ

Artan nüfusumuzla beraber ortaya çıkan iş gücü fazlalığına iş imkanları sağlamak, gelişen teknolojinin gereksinimlerini karşılamak amacıyla her gün yeni fabrikalar açılmaktadır ve gereklidir de. Ancak yeni tesislerin açılmasıyla birlikte çok büyük bir sorun da ortaya çıkmaktadır. «Çevre kirlenmesi». Bu sorun maalesef şimdiye kadar dikkate alınmamıştır. Fakat son boyutlarına varan hava kirliliği, yaşamı tehdit eden dere, nehir, göl ve deniz kirliliği konuya gereken önemi vermeyi gerektirmektedir. Zira çevre kirlenmesi doğal dengenin bozulmasına ve bunun toplum tarafından hissedilmesine yol açmıştır. Çevre kirliliğinin boyutlarının büyümesi ve önemli bir sorun olarak ortaya çıkışı bir yandan coğrafik ve iklimsel duruma, öte yandan da sanayileşmenin düzeyine, kentleşmeye ve nüfus yoğunluğuna bağlıdır. Bu soruna duyarlılık derecesi de gelişmişlik düzeyiyle orantılı olmaktadır.

Çevre kirlenmesinde belirli bir sınırın aşılması doğal dengenin bozulmasına neden olmakta, ortamdaki mevcut canlıların ve hatta insanların yaşamını tehlikeye atmaktadır. Halihazırda 9 kentimizde hava kirliliği son boyutlarına ulaşmış, ortamdaki canlıların ölümüne yol açmaya başlamıştır.

Çevre kirlenmesinin önemini kavramak, neredenli zararlı olabileceğini bilmek önce tesis sahiplerine bırakılmalıdır. Yoksa «ben fabrikamda 1000 işçi çalıştırıyorum, elbette bacamdan pis duman çıkacak, artıklarımı kanala akıtacağım; bu sanayileşmenin, gelişmenin sembolüdür» diye düşünmek yersizdir.

Bu gün için çevre kirlenmesi bütün ülkelerde bir sorun olarak karşımıza çıkmakta, zararları görülmektedir. Japonya'da endüstri artıklarının akıtıldığı bir koydan elde edilen ba-

lıkların yenilmesiyle 45 kişi hayatlarını, 146 kişi de akli dengesini kaybetmiştir. Almanya'da her yıl 400.000 ton % 20 lik sülfirik asit Ren nehrine akıtılmaktadır (2) Londra, Tokyo ve ülkemizde Ankara kentleri hava kirliliği bakımından son boyutlarına erişmiştir.

Gelişmiş ülkeler bu sorunun önemini çok daha önceden anlamışlar ve çözüm yollarını ortaya koymuşlardır. Gerekli yasalar çıkartılmış ve çevre kirlenmesine yol açan her türlü artık için çok ağır cezalar konmuştur.

Ülkemizde ise çevre kirlenmesini önleyecek yasalar yeterli derecede değildir. Halbuki bazı şehirlerimizde ve sularımızda, çevre kirlenmesi belirli sınırları aşmış, ortamdaki mevcut canlıların ve bizzat insanların yaşamını tehlikeye sokmuştur ve gelecek yıllarda tedbir alınmassa telafisi mümkün olmayan sonuçlar ortaya çıkacaktır.

2 — SÜT FABRİKASI ARTIKLARININ ÇEVRE KİRLENMESİNE ETKİSİ

Süt fabrikalarında imalat, temizleme ısıtma ve soğutma işlemleri için her gün önemli ölçüde su sarfedilir. Su sarfiyatı her işletme için farklıdır ve işletmelerin teknolojik yapısına ve imalat programına göre değişir. Genel olarak 1 ton sütün işlenmesi için 2,5 ile 13 m³ arasında su sarfiyatı olmaktadır.

Süt fabrikalarında kullanılan suyu 5 kısımda toplamak mümkündür.

- 1 — İmalatta kullanılan su (süt tozu, tereyağ v.s. de).
- 2 — Soğutmada kullanılan su
- 3 — Temizlemede kullanılan su
- 4 — Isıtmada kullanılan su
- 5 — Sosyal hizmetlerde kullanılan su (mutfak, duş v.s.).

Almanya'da süt fabrikalarının yoğun olduğu Bayern eyaletinde yapılan bir araştırmada işletmelerin çok farklı miktarda su sarfettikleri ortaya konulmuştur. Farklı kapasiteli süt fabrikalarındaki su sarfiyatı tablo 1 de görülmektedir (2).

Tablo : 1 Süt Fabrikalarında Su Sarfiyatı

Günlük süt alımı (ton olarak)	Süt fabrika sayısı	Süt fabrika sayısı %
0—5	5	3,8
10—30	31	23,7
30—50	22	16,9
50—100	39	30,1
100—150	15	11,7
150—200	7	5,4
200—300	6	4,6
300	5	3,8
	130	100,0
Ortalama su su sarfiyatı m³/gün (1 ton süt için)	Su sarfiyatında ekstrem değerler m³/gün (1 ton süt için)	
	min	Max
3,2	—	—
2,7	0,6	6,0
2,8	0,8	11,4
3,1	0,7	10,7
4,6	—	12,9
4,4	—	9,3
4,4	0,5	10,0
6,4	—	9,6

Tablo 1 deki değerlerden anlaşılacağı üzere işletmelerin günlük su sarfiyatı işlenen süt miktarına göre değişmektedir. Günde 10 ile 30 ton arasında süt işleyen 31 işletme 1 ton süt için ortalama 2,7 ton su sarfetmektedir.

Günlük süt işleme kapasitesi fazla olan işletmelerde su sarfiyatı artmakta ve günde 300 tondan fazla süt işleyen işletmelerde ortalama su sarfiyatı 1 ton süt için 6,4 m³ e kadar çıkmaktadır. Su sarfiyatındaki ekstrem değerler ise çok büyük farklılık göstermektedir. Işletmelerde 1 ton sütün işlenmesi için minimum su sarfiyatı 0,5 m³ olmasına karşılık, maksimum su sarfiyatı 12,9 m³ bulunmuştur.

Araştırmada ortaya çıkan diğer sonuç da şudur. Su sarfiyatı, su fiyatının çok düşük olduğu işletmelerde çok fazla olmuş, buna karşılık suya yüksek fiyat ödenen işletmelerde su sarfiyatında bir kısıtlama, dolayısıyla azalma grlmştir.

Su sarfiyatı işletmelerin çeşitli ünitelerine göre de farklılık göstermektedir. Bu konuda Framhius'un (6) yaptığı araştırmaya göre süt fabrikalarının farklı ünitelerinde su sarfiyatı ortalama 4,6 m³ ile 9,0 m³ arasında değişmektedir (Tablo 2).

Tablo : 2 Süt fabrikasının farklı ünitelerinde su sarfiyatı (m³/gün)

	1 ton süt için
Tereyağı nitesi	4,6
Ime sütü	5,5
Süt alım	6,0
Peynir	9,0

Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere süt işletmelerinde her gün önemli ölçüde su sarfedilmektedir. Roterau (2) günde 100 ton süt işleyen bir işletmenin su sarfiyatının takriben 65 bin kişinin sarfettiği suya eşdeğer olduğunu belirtmektedir.

Işletmelerde sarfedilen su ile birlikte dışarı atılan atık miktarı da, işletmenin byklğine ve teknolojik yapısına göre değişmektedir. Dışarıya atılan su kirli sudur ve içerisinde süt ve mamullerinin bileşimine giren maddeler bulunur. Süt işletmelerinden atılan kirli suları 3 kısımda incelemek mümkündür.

a — Süt ve mamullerinin içerdiği maddeleri bulunduran pis sular :

Sütün ve mamullerin işlendiği tesislerin, işleme esnasında zemine akan veya dökülen atıkların temizlenmesiyle ortaya çıkan kirli sulardır. Miktarı işletme byklğu ve teknolojisine göre değişmekle beraber, genellikle günlük işlenen süt miktarının 0,8 ile 1,5 katı civarındadır (14).

b — Sosyal tesislerin pis suları :

Mutfak, duş v.s. gibi yerlerde meydana gelen pis sulardır. Miktar işletmede çalışanların sayısına göre değişmekle beraber kişi başına bir iş gününde 75 litre olarak hesaplanmaktadır.

c — Soğutma tesisleri ve soğutma işlemlerinde kullanılan sular :

Miktar olarak işlenen süt miktarının 2-4 katı kadardır.

Bunlar içerisinde çevre kirlenmesi açısından süt ve mamulleri atıklarını içeren kirli sular en önemlisidir. Süt işletmelerinde sarfedilen suya karışan atıkları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1 — Güğümlerin ve tankların, sütün işlendiği tesislerin temizlenmesi sonucu suya karışan, süt alım yerinde veya işleme esnasında damlayan veya dökülen sütler (Şekil 1).



Şekil : 1 Şişelere doldurulma sırasında dökülen sütler

2 — Tereyağı yıkama suları ile tereyağı atıkları.

3 — Peynir parçaları ile peynir suyu

4 — Süt tozu atıkları

5 — Temizlikte kullanılan asit ve alkali maddeler (Şekil 2).



Şekil : 2 Süt şişelerinin temizliğinde ortaya çıkan dezenfektan maddeler

6 — Salamura kazanlarının boşaltılmasıyla ortaya çıkan atıklar.

7 — İşletme bünyesinde yapılan yağ tayini sonucu meydana gelen sülfürik asit amil alkol ve yağ atıkları.

8 — Santrifüj çamuru ve diğerleri.

Süt fabrikaları atıkları, diğer fabrika atıklarından çok büyük farklılık gösterir ve içerisinde küçümsenmeyecek ölçülerde süt şekeri, protein ve yağ gibi organik maddeler bulunur.

Tablo 3 de süt fabrikalarının çeşitli ünitelerindeki atık suların içerdiği maddeler ve pH değerleri görülmektedir. (14).

Tablo : 3 Süt fabrikalarının çeşitli ünitelerinden alınan kirli suların bileşimindeki maddeler ve pH değerleri (gr/Litre)

	Süt alım ünitesi	Tereyağ ünitesi	Peynir ünitesi
Kuru madde	1,5 - 1,6	0,4 - 7,5	1,2 - 16,2
Kül	0,5 - 1,1	0,3 - 2,1	0,4 - 2,9
Protein	0,2 - 1,0	0,02 - 2,9	0,4 - 2,0
Yağ	0,3 - 1,1	0,1 - 0,6	0,3 - 0,5
Laktoz	0,2 - 1,4	0,02 - 2,6	0,1 - 9,4
pH değeri	8,3 - 10,1	6,5 - 9,7	4,3 - 7,9

Tabloda da görüldüğü üzere sütün peynire işlendiği kısımdaki atıklarda kurumadde miktarı litrede 16,2 grama kadar çıkmıştır. Süt şekeri miktarı ise litrede 9,4 gr bulunmuştur.

Atıklarda protein miktarı en fazla tereyağının işlendiği kısımda görülmüş ve litrede 2,9 gr olarak saptanmıştır.

Süt yağı ise sütün suya karıştığı süt alım yerindeki atık sularda en fazla olmuş ve litrede 11 grama kadar çıkmıştır.

Steensland (15) yaptığı araştırmada yılda 25 milyon litre (günde takriben 70 ton) süt alınan ve günde 4 ton tereyağı ile 3 ton peynir yapılan bir işletmede her gün aşağıdaki maddelerin kirli su ile birlikte dışarıya atıldığını ortaya koymuştur.

Kurumadde	=	415 kg.
Okside olabilir madde miktarı	=	220 kg.
Yağ	=	41 kg.
Kül	=	145 kg.
Azot	=	10,4 kg.
Fosfor	=	3,7 kg.

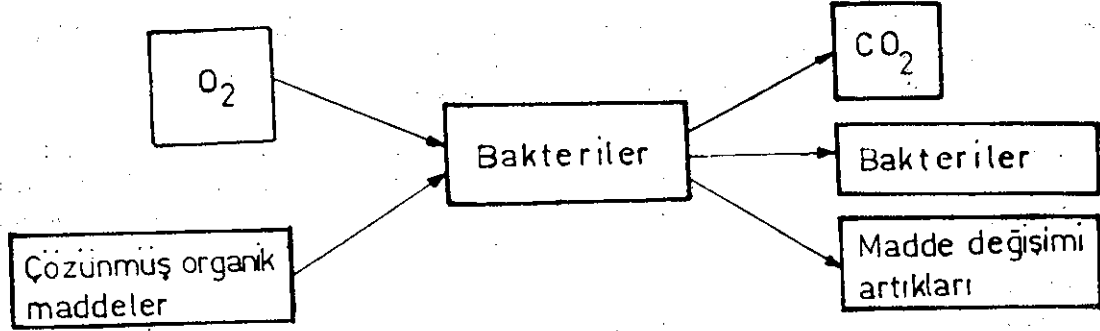
Atık sulardaki protein, şeker, yağ gibi organik maddelerin bulunuşu büyük önem taşımaktadır. Yani organik maddeler büyük ölçüde esas kirlenme kaynağıdır. Sudaki erimiş oksijeni kullandıklarından, suda yaşayan canlılar kendi yaşamları için gerekli oksijeni bulamaz ve ölmeye başlarlar. Ancak bu maddelerin miktarı belirli sınırları aşmadıkça, doğadaki denge sağlanmakta ve organik maddelerin parçalanması mikroorganizmalar tarafından

yapılmaktadır. Bu bakımdan mikroorganizmaların yaşamdaki görevi çok büyüktür. Fakat mikroorganizma faaliyetinin olması ancak ortamdaki oksijen miktarına bağlıdır. Ortamda kafi miktarda oksijen bulunduğu zaman suda çözünen organik bileşikler mikroorganizmalar tarafından besin ortamı olarak kullanılarak, parçalanmaktadır. Bu madde değişim işlemi sonunda oksidasyon atıkları, örneğin CO₂ ve su meydana gelmekte ve mikroorganizmalar aynı zamanda yeni hücre maddesi meydana getirerek, hücre bölünmesi sonucu çoğalmaktadır. Suda çözünmeyen maddeler ise çökmektedir (Tablo 4).

Biyolojik parçalanma için sudaki atık miktarı yanında, ortamdaki oksijen miktarı ve mikroorganizma sayısı da önem taşımaktadır. Bu nedenle doğadaki dengenin sağlanabilmesi için her şeyden önce sulardaki atık miktarının azaltılması gereklidir. Mineral maddeler o kadar önemli kirlenme kaynağı değildirler. Ancak yüksek konsantrasyonda buldukları ve zehirli oldukları zaman zararlıdır.

Mikroorganizmalar yaşamları bakımından aerob veya anaerob olabilirler. Yani yaşamlarını devam ettirebilmeleri için oksijene gereksinim duyanlar ve duymayanlar. Süt fabrikası atıklarının biyolojik parçalanmasında aerob ortam arzu edilir. Bu nedenle ortamda gerekli miktarda oksijenin bulunması gerekir. Atık miktarı fazla olursa, çok fazla oksijen sarfedilir. Bunun neticesi diğer canlıların hayatı tehlikeye girer. Sularda oksijenin azalması canlıların, özellikle balıkların ölümüne neden olur. Buna karşılık alglerin ve bazı zehirli bitkilerin gelişmesi kolaylaşır (9).

Kirli sularda genellikle bakteriler, mantarlar ve protozoa'lar bulunur. Bunlar içerisinde özellikle bakteriler ve mantarlar, atıkları parçalamada rol oynarlar. Koli-aerogenes bakterileri, Pseudomonas'lar, Flavo bakterileri, Streptokoklar en fazla izole edilenlerdir (9). STEENSLAND (15) mantarlardan genellikle Fusarium, Geotrichum ve Leptomitius'un organik maddelerin parçalanmasında rol oynadıklarını ortaya koymuştur.



Tablo : 4 Suda çözülmüş organik maddelerin bakteriler tarafından parçalanması

Çevre kirlenmesi açısından kirli sularda genellikle şu analizler yapılır.

- 1 — pH değeri
- 2 — Süt şekeri miktarı
- 3 — Süt asidi "
- 4 — Toplam azot "
- 5 — Amonyak "
- 6 — Hidrojen sülfür "
- 7 — Kurumadde "
- 8 — Kül "
- 9 — Yağ "
- 10 — Kimyasal ve biyokimyasal oksijen ihtiyacı.

Bunlar içerisinde kirliliğin ölçülmesinde en önemlileri kimyasal ve biyokimyasal oksijen ihtiyacının belirlenmesidir. Mikroorganizmalarla organik maddelerin parçalanması ortamdaki oksijen tüketimine neden olduğundan kirli suların durumu için indikatör olarak oksijen ihtiyacı dikkate alınmaktadır. Sudaki yaşam için en az 5 mgr/litre miktarında erimiş oksijen gereklidir. Bu miktarın altına düşünce sudaki canlıların yaşamı tehlikede demektir. Oksijen ihtiyacı iki şekilde belirtilmektedir.

- 1 — Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
- 2 — Kimyasal oksijen ihtiyacı

1 — **Biyokimyasal oksijen ihtiyacı** (Biochemical oxygen demand-Biochemische Sauerstoffbedarf) :

Kirli sulardaki organik maddeleri parçalamak için, mikroorganizmalar tarafından sarfedilen oksijen miktarıdır ve litrede mg olarak ifade edilir. Organik maddelerin parçalanma işlemi normal olarak 20 gün devam etmekte-

dir. Fakat araştırmaların daha çabuk yapılabilmesi ve basitleştirilebilmesi için genellikle mikroorganizmaların 5 günlük oksijen ihtiyacı gözönünde bulundurulur ve bu değer BOI₅ şeklinde sembolize edilir. BOI₅'nin büyüklüğü çeşitli faktörlere, örneğin ortamdaki mikroorganizmaların sayısı ve türüne, madde miktarı ve cinsi ile oksijen miktarına bağlıdır.

2 — **Kimyasal oksijen ihtiyacı** (Chemical oxygen demand = Chemische Sauerstoffbedarf) :

Mikroorganizmaların etkisi olmadan, organik maddelerin yalnız kimyasal oksidasyonu için gerekli oksijen miktarıdır. Değerlendirmede ortamdaki okside olabilir anorganik madde miktarının da gözönünde bulundurulması gerekir. O halde kimyasal oksijen ihtiyacı, bir atık suyu örneğindeki organik maddelerin kuvvetli bir kimyasal oksitleyici tarafından oksidasyonu sonucu harcanan oksijen miktarına eşdeğerdir. Belirtmede genellikle potasyum bikromat veya potasyum permanganat kullanılır (7).

Her işletmenin atık miktarı belirtildiği gibi işletme programına ve teknolojisine göre değişmektedir. Bu nedenle kirlilikte oksijen sarfiyatı gözönünde bulundurulmakta ve kirlilik derecesi genellikle biyokimyasal oksijen ihtiyacına göre belirlenmektedir.

Araştırmacılar süt ve mamulleri atıklarının parçalanmaları için gerekli biyokimyasal oksijen ihtiyacının (BIO₅) çok yüksek değerlere ulaştığını göstermişlerdir (1, 3, 5). Çeşitli atıklar için BIO₅ ihtiyacı tablo 5 de görülmektedir.

Tablo : 5 Süt fabrikaları atıklarının biyokimyasal oksijen ihtiyacı

	BiO ₂ gr/litre
Tam yağlı süt	110
Yağsız süt	70
Yayıkaltı	70
Peynir suyu	44
Koyulaştırılmış süt	220
Krema	400
Tereyağı yıkama suyu	5-15
Yağsız süt tozu	740
Şekerli koyulaştırılmış yağsız süt	290

Tabloda da belirtildiği üzere süt işletmelerinde ortaya çıkan atıkların mikroorganizmalar tarafından parçalanmaları için çok yüksek miktarlarda oksijen gerekmektedir. Aynı değerler, yani biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kişi başına düşen kirletme miktarını belirtmek için de kullanılmaktadır. Hayat standardının yüksek olduğu, buna bağlı olarak daha fazla su sarfiyatı ve atıklarının meydana geldiği ülkelerde kişi başına günde takriben 54 gr biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve ortalama 100 litre su sarfiyatı hesaplanmaktadır. Buna göre tablo 6 daki değerler ortaya çıkmaktadır.

Tablo : 6 Süt fabrikası atıklarının kişi başına düşen kirletme eşdeğerleri

	Kişi başına düşen kirletme eşdeğeri (takriben)
1 litre tam yağlı süt	2
1 litre yağsız süt	1
1 litre peynir suyu	1
1 litre tereyağı yıkama suyu	1/2

Görüldüğü üzere 1 litre tam yağlı sütün pis sulara karışmasıyla meydana gelen kirlilik miktarı 2 kişiyi kirletmektedir.

Tablo : 7 Süt fabrikasının farklı ünitelerinde meydana gelen atıklar ve bunların kişi başına düşen kirletme eşdeğerleri**Süt fabrikası atıkları**

İçme sütü ünitesi (1000 litre/gün)	30
Tereyağı " (100 Kg/gün)	100
Peynir " (100 Kg/gün)	100*
Süt tozu " (1000 litre/gün)	18,5
Koyulaştırılmış süt ünitesi (1000 litre/gün)	18,5

(*) Peynir suyunun değerlendirilmesi halinde geçerlidir.

lik miktarı 2 kişinin bir günde sarfettiği suyla birlikte ortaya çıkan atık miktarına eşit olmaktadır.

Bu değerleri gözönüne alırsak süt fabrikaları atıklarının şehir nüfusu olarak kirletme eşdeğeri çok büyük boyutlara erişmektedir. Engelhard (5) süt fabrikalarındaki bazı atıkların şehir nüfusu olarak kirletme eşdeğerlerini tablo 7 de görüldüğü şekilde bildirmektedir.

Tabloda da anlaşılacağı üzere günde 1 ton sütün içme sütüne işlenmesi halinde 30, 1 ton sütün süt tozu veya koyulaştırılmış süte işlenmesi halinde ise 18,5 kişinin meydana getirdiği kirliliğe eşdeğer atık ortaya çıkmaktadır. Kirlilik miktarı tereyağı ve peynir imalatında artmakta ve günde 100 kg tereyağı veya peynir imalatında meydana gelen atık, 100 kişinin meydana getirdiği kirliliğe eşdeğer olmaktadır.

Bu değerleri gözönüne alırsak, orta büyüklükteki bir süt fabrikasında bir günde meydana gelen atık miktarı takriben 3400 kişinin meydana getirdiği kirliliğe eşdeğer bulunmaktadır (Tablo 8).

Tablo : 8 Orta kapasiteli bir süt fabrikası atıklarının kişi başına düşen kirletme eşdeğeri

	Kişi olarak kirletme eşdeğeri
İçme sütü 36.000 litre	1200
Tereyağı 500 Kg.	500
Peynir 1.700 Kg.	1700

Çok fazla sayıdaki süt fabrikalarının atıkları üzerinde yapılan araştırmalar, 1000 litre sütün işlenmesi sonucu meydana gelen atıkların parçalanması için 1,2 ile 2 kg arasında biyokimyasal oksijen ihtiyacı gerektiğini ortaya koymuştur. Günde 100 ton süt işleyen bir

Kişi başına düşen kirletme eşdeğeri

fabrikanın atıkları için biyokimyasal oksijen ihtiyacı :

$$\frac{100.000 \cdot 2}{1000} = 200 \text{ Kg BiO}_5 \text{ bulunur.}$$

Görülüyorki süt fabrikaları atıkları çevre kirlenmesine çok büyük ölçüde etkili olmakta ve parçalanmaları için ortamda fazla miktarda oksijen bulunması gerekmektedir. Atıkların fazla olmasıyla ortamdaki oksijen azalmakta ve bu durum diğer canlıların ölümüne yol açmaktadır.

4 — SÜT İŞLETMELERİNDE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Daha önce belirtilen değerler dikkate alınırsa, süt fabrikaları atıkları suların kirlenmesinde büyük ölçüde etkili olmaktadır. Bu nedenle arıtma tesislerinin olmadığı işletmelerde kirlenmeyi asgariye indirmek ilk yapılacak işlem olmalıdır.

Atık miktarını dolayısıyla kirlilik derecesini azaltmak, bazı önlemleri almakla mümkün olabilir. Bu önlemleri şöyle sıralayabiliriz :

1 — Teknoloji ve temizlikte kullanılan suyun miktarını asgariye indirmek. Örneğin temizlik esnasında, zemindeki süt mamulü atıklarını (küçük peynir parçaları, süt tozu, tereyağı v.s. gibi) su sıkarak temizlemek yerine, bunları önce fırça ile toplamak, hem su sarfiyatını ve hem de kirliliği azaltır.

2 — Her işletmede pis sularla ilgili bir sorumlunun bulunması gerekir. İşletmede çalışanları aydınlatmak, su sarfiyatını en düşük seviyeye indirmek ve kirliliği azaltacak önlemleri almak bu şahsın görevi olmalıdır.

3 — Süt alım yerinde, doldurma ve depolama yerlerinde damlayan veya dökülen sütlerin toplanacağı ayrı bir kabın bulunması gerekir. Toplanmış olan sütler hayvan yemlerine karıştırılarak değerlendirilmelidir. Üzeri açık süt depolama tankları bir alarm sistemi ile donatılmalı veya sütün taşmasına mani olmak için otomatik bir termostat düzeni yerleştirilmelidir. Diğer taraftan en az miktarlarda bile sütün akmasına meydan vermemek için bütün vanalar ve boru bağlantı yerleri en iyi şekilde sıkılmış olmalıdır.

4 — Süt kaplarının, depo tanklarının v.s. nin temizlenmesinde kullanılan su fazla miktarda süt ihtiva eder. Bu nedenle dökülmeyip, ayrı bir kapta toplanmalı ve yemleme maksadıyla kullanılmalıdır.

5 — Tereyağı yıkama suları (özellikle birinci yıkama suyu) hayvan beslenmesinde kullanılmak üzere süt kooperatiflerine geri verilmeli veya yoğurt yapılacak sütlere katılarak değerlendirilmelidir.

6 — Kirlilik derecesine en çok etki eden peynir suları dökülmemelidir. Lor yapılacak, hayvan yemlerine karıştırılarak veya peynir suyu tozu elde ederek peynir sularını değerlendirmek mümkündür.

Framhius (4) bütün değerlendirme olanaklarının kullanılmasına karşılık Norveç'te 1 günde pis sulara karışan peynir suyu miktarını 125.000 litre olarak bildirmektedir.

7 — Tesislerin temizlenmesinde kullanılan asit ve alkali çözeltiler kanalizasyon veya temizleme havuzlarına ancak nötralize edildikten sonra akıtılmalıdır. Biyolojik temizleme tesislerinde pis sulardaki atıkların parçalanmasında pH değeri önemli bir rol oynar. Rinn'e (11) göre pH değerinin 6,5 ile 8,5 arasında bulunması gerekir.

8 — Konsantre şekilde tuz içeren sular, örneğin satamura havuzlarının boşaltılması, ancak çok fazla seyreltilerek yapılmalıdır.

9 — İşletme bünyesinde yapılan yağ tayini sonucu ortaya çıkan atıklar, yani sülfirik asit, amil alkol ve süt yağı karışımı iyice sulandırıldıktan sonra akıtılmalıdır. Her gün çok fazla sayıda yağ tayini yapılan işletmelerde atıklar dökülmeden önce, özellikle sülfirik asidin nötralize edilmesi gerekir.

10 — Soğutma tesislerinde kullanılan amonyak herhangi bir şekilde su ile absorbe edilirse, meydana gelen amonyum hidroksit, kanalizasyona dökülmeden önce hidroklorik asit ile nötralize edilmelidir.

11 — İşletmede kullanılan yakıt maddeleri (fuel-oil v.s.) ve yağlar atık sulara karıştırılmamalı ve özel kaplarda toplanmalıdır.

12 — Soğutma ve ısıtma işlemlerinde kullanılan sular, su hacmini artırmamak için pis sulara karıştırılmamalı ve tekrar kullanılmak üzere toplanmalıdır.

13 — Sütlerin temizlenmesi sırasında separatör içerisinde kalan pislikler, pis sulara karıştırılmamalıdır. En iyisi bu şekilde atıkların her gün yakılması veya toprağa gömülmesidir. Uygun olanı yakma metodudur. Bu nedenle kazan dairesi yanında yakma fırınlarının yaptırılması ve santrifüj çamurunun her gün bu fırınlarda yakılması gerekir. Bu fırınlar aynı zamanda imalatla ortaya çıkan bozuk paketlerin, kâğıt v.s. gibi atıkların yakılmasında da kullanılabilir.

5 — ATIKLARIN ARITILMASI

Süt fabrikaları atıklarının arıtılması işlemi çok büyük mali külfet gerektirir. Ayrıca işletme için bir ek gelir etkisi yoktur, yani üretken olmayan bir faaliyettir. Bu nedenle arıtma işlemi için, en ekonomik ve basit yöntemleri seçmek gerekir. Daha önce denenmiş ve iyi sonuçlar vermiş yöntemlerden işletmenin imalat programına en uygununu kullanmak geçerli yoldur. Her işletme bünyesinde arıtma tesisleri yapmak ekonomik olmadığından, böyle tesislerin yakın yerlerde bulunan bir kaç işletme için veya en uygun belediyeler tarafından yaptırılması ve buna her işletmenin büyüklüğüne, su sarfiyatına ve atık miktarına göre mali bakımdan iştirak ettirilmesi daha geçerli bir yoldur. Bu şekilde hem işletme bünyesinde büyük yatırımlara gerek kalmaz hem de bu arıtma tesislerinde, diğer fabrika atıklarının ve binalarda sarfedilen pis suların arıtılması da mümkün olur. Belediyelerce yaptırılacak arıtma tesislerinin bulunması halinde, süt fabrikası atıklarının, doğrudan doğruya kanalizasyona atılması bir sorun yaratmaz.

Atıkları içeren suların arıtılması yanında bu sülardan başka şekillerde de faydalanma imkanı vardır. Böylece hem bu sülardan istifade edilmiş, hem de atıkların kirletme olanağı ortadan kaldırılmış olmaktadır.

En basit yöntem süt işletmelerinden atılan suların yağmurlama sistemi ile tarlalara verilmesidir. Bu durum ancak işletme zirai

alandaki istifade edilen sahada kurulmuşsa söz konusudur.

Pis suların ve özellikle peynir suyunun yağmurlama ile toprağa verilmesinde, hem toprak kalitesi düzelmekte hemde verim artmaktadır. MITCHELL ve CASSIDY (10) yaptıkları araştırmada, peynir suyu ile temizlikte kullanılan su 1:2,5 oranında seyreltilerek çorak bir alana, hektar başına yılda 11 cm olacak şekilde yağdırılmış ve bu sahadan elde edilen yulaf miktarının çok yüksek olduğunu saptamışlardır. Toprak pH sı 5,4 den 5,0 e düşmüş ve Ca ile Mg miktarı azalmıştır. Bu nedenle atık suların kireçli ve çorak arazilerin ıslahında kullanılması mümkün olabilir.

Benzeri bir çalışma SCHARRATT (13) tarafından yapılmıştır. İlbaharda peynir suyu ve fabrika atığı sular tarlaya atılmış. Ekilen mısırdaki kök gelişimi canlanmış ve verim çok yüksek olmuştur. Bitkilerde potasyum, mangan, fosfor ve azot miktarı artmış, buna karşılık kalsiyum ve magnezyum azalmıştır. İki yıl süre ile mısır ekiminde başka gübre kullanılmaksızın mısır yetiştirilebilmiştir. Süt fabrikaları atıklarının gübreleme maksadıyla kullanılmaları yanında, bu atıklardan başka şekillerde faydalanma imkanı bulunmaktadır. Dietrich (4) yaptığı çalışmada, atıklardan önemli miktarda B₁₂ vitamini elde edilebileceğini ortaya koymuştur.

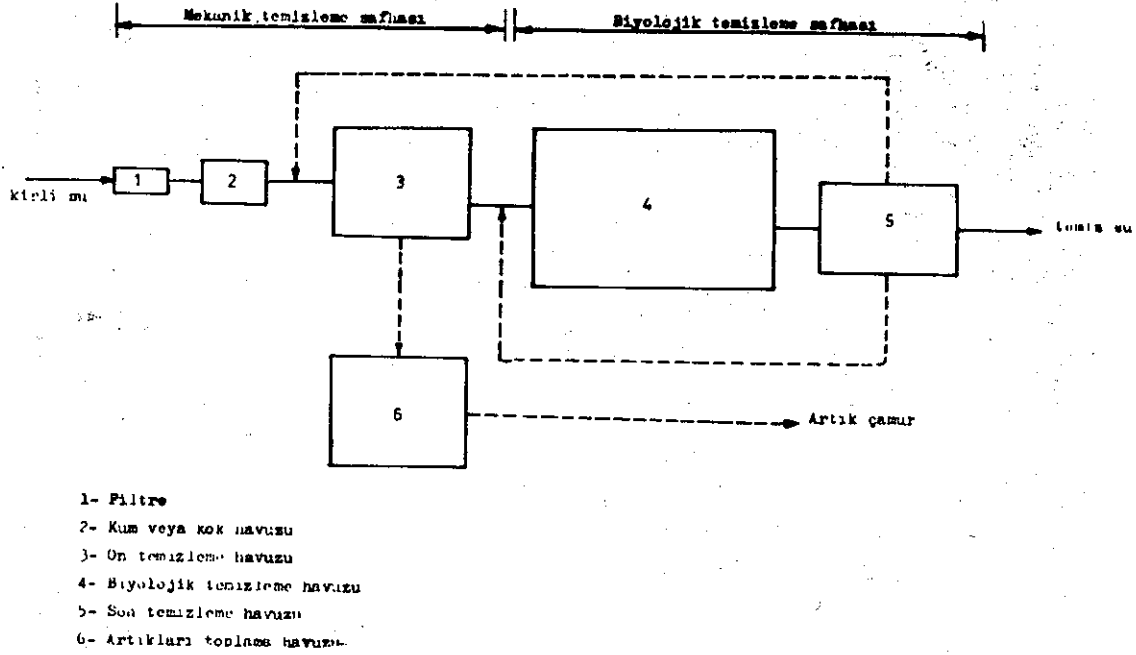
Süt fabrikası atıklarının temizlenmesinde ise, atıkların ve sarfedilen suyun miktarına göre çeşitli metodlar kullanılmaktadır. Temizleme işlemi genellikle iki safhada yapılmaktadır.

1 — Mekanik temizleme safhası

2 — Biyolojik temizleme safhası

1 — Mekanik temizleme safhası :

Atıkların çeşitli şekillerde süzülme işlemidir. Kimyevi maddelerle atıkların daha önce çöktürülmesi sağlanırsa bu safhadaki temizleme daha etkili olur. Kimyevi maddelerden, özellikle proteinlerin çökmesini sağlayan demir klorid, bakır sülfat veya demir ve aliminyum sülfat kullanılabilir (3).



Şekil : 3 Süt fabrikası atıklarının temizleme işlemi

2 — Biyolojik temizleme safhası :

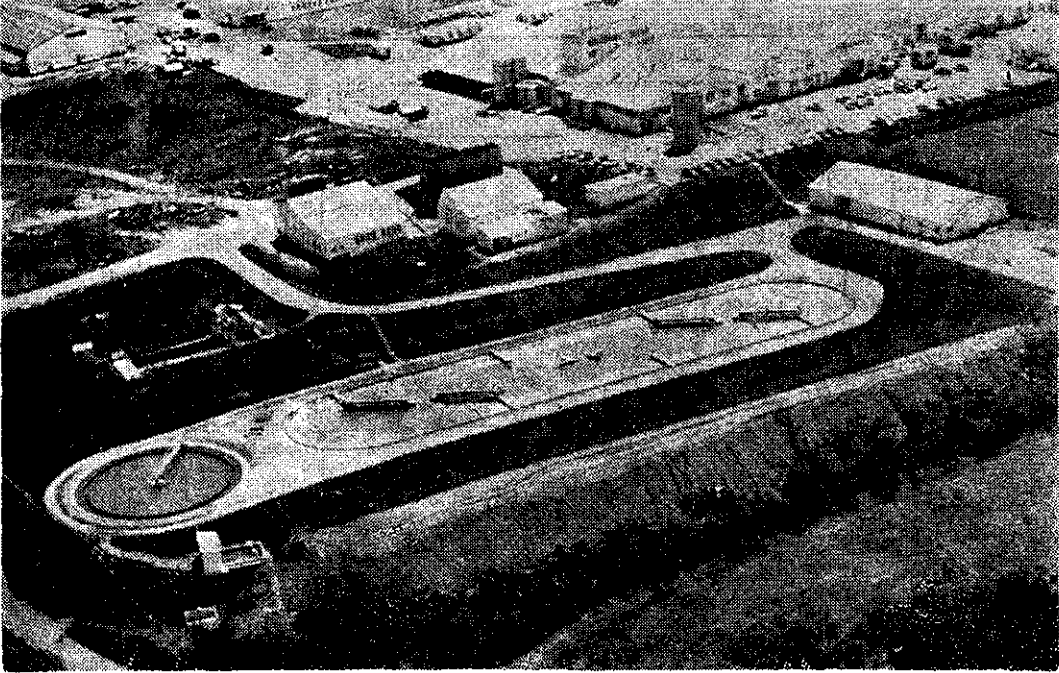
Bilindiği üzere hava oksijeni mevcudiyetinde gelişen mikroorganizmalar (aerob) madde mübadelesi faaliyeti ile organik atıkları parçalarlar ve bunları karbondioksit ve suya indirgerler. Mikroorganizma faaliyetinin olabilmesi için ortamda yeterli miktarda erimiş oksijenin bulunması gerekir. Bu nedenle organik maddelerin parçalanması işlemi, atıkların bulunduğu pis sulara ya hava karıştırılır veya su çok geniş bir alana yayılarak oksijen gereksinimi karşılanır. Şekil 3 de süt fabrikaları atıklarının mekanik ve biyolojik temizleme işlemi görülmektedir. Bu yöntemde göre atıkları içeren kirli sular önce filtreden (1) geçirilir ve kaba kısımlar ayrılır. Daha süspansiyon, içerisinde kum veya kok bulunan havuza (2) gönderilerek süzülmesi sağlanır. Kirli sular bundan sonra ön temizleme havuzuna (3) alınır ve atıkların bir kısmı bu havuzda çamur halinde dibe çöker. Ön temizleme havuzundan sonra kirli sular biyolojik temizleme havuzuna (4) akıtılır. Mikroorganizmalar yardımıyla atıkların parçalanma olayı bu havuzda olur. Daha sonra son temizleme havuzuna (5) alınan temizlenmiş su, kanal, dere veya akarsulara akıtılır.

Biyolojik temizleme havuzundan (4) parçalanmadan geçen atıklar ise son temizleme havuzunda (5) birikir ve bu havuzda meydana gelen çamur tekrar biyolojik temizleme havuzuna gönderilir. Bu şekilde atıkların iyice parçalanması sağlanır. Bu işlemden sonra son temizleme havuzunda birikmiş olan çamur ön temizleme havuzuna alınarak, burada birikmiş olan çamurla birlikte çürütme havuzuna (6) aktarılır.

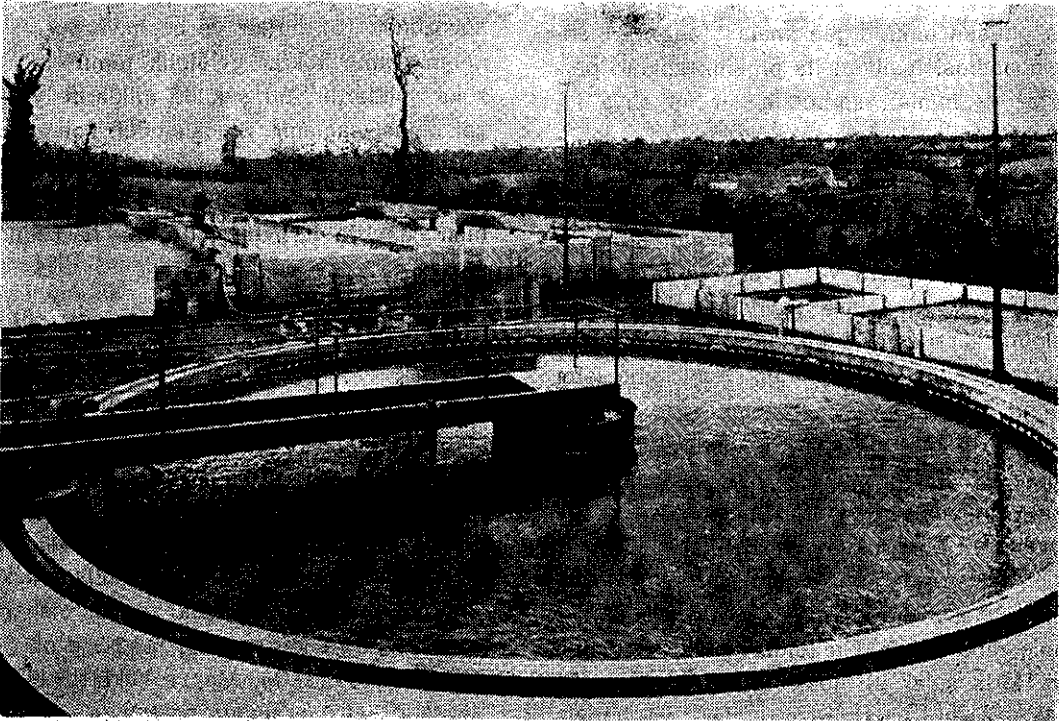
Şekil 4 ve 5 de Fransa'daki bir süt işletmesindeki arıtma tesisleri görülmektedir.

Biyolojik parçalanma sonucu ortaya çıkan çamur da başlı başına bir problemdir. Bu gün Almanya'da 6000 temizleme tesisinde yılda 23 milyon metreküp çamur elde edilmektedir. Meydana gelen çamur arazi ıslahında kullanılabildiği gibi gübre olarakta kullanılmaktadır. Organik maddelerce çok zengin olan çamur atığı % 50-70 kurumadde, % 2-3 azot, % 2-3 fosfat, % 6-12 Ca, Mg ve kükürtlü bileşikler ile % 0,2-0,5 oranında potasyum içermektedir. (16).

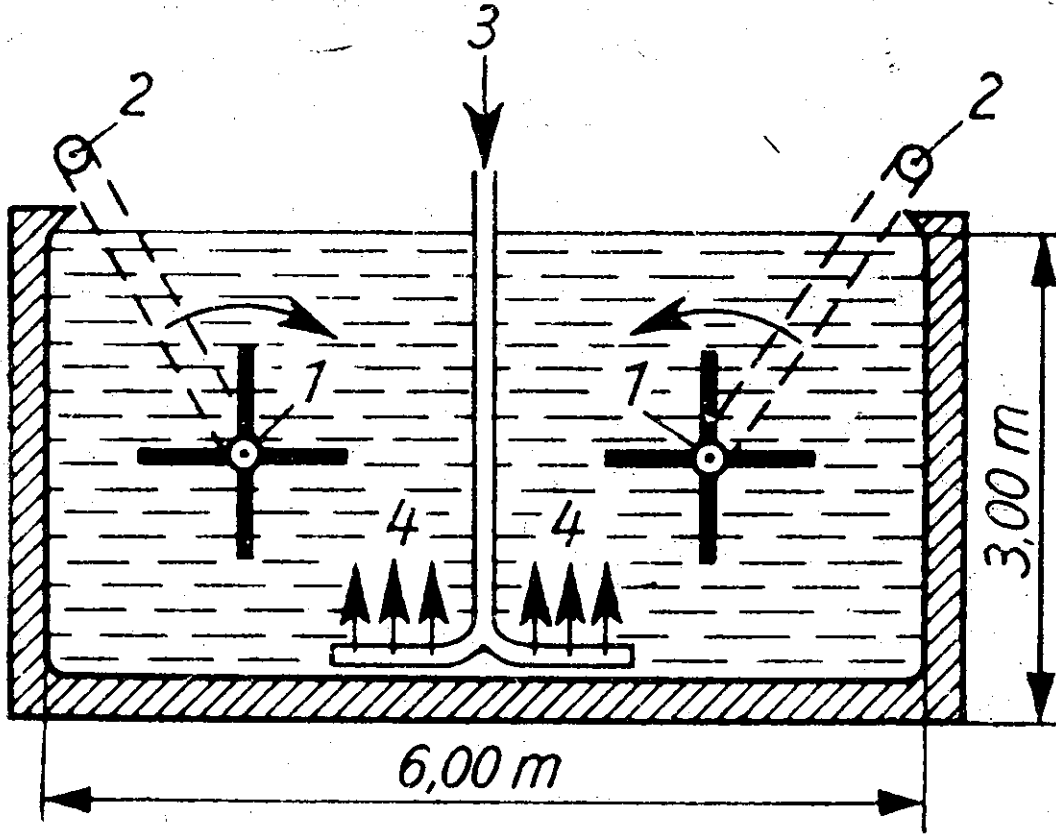
Süt fabrikaları atıklarının biyolojik parçalanma işlemi genellikle 3 yöntemden faydalanılır.



Şekil : 4 Fransa'da bir süt işletmesinde arıtma tesislerinin görünüşü



Şekil : 5 Fransa'da bir süt işletmesinde biyolojik temizleme tesislerinin görünüşü



1 - Karıştırma düzeni
2 - Karıştırıcıya hareket sağlayan düzen

3 - Hava girişi
4 - Hava çıkışı

Şekil : 6 Bir aktif çamur havuzunun şeması

1 — Oksidasyon havuzları : Bu yöntemde kirli su çok yavaş olarak 2-7 m genişliğinde ve 30-40 cm derinliğinde betondan yapılmış havuzlara akıtılır. Havuzda biyolojik parçalamada gerekli oksijen miktarını sağlamak için, bir havalandırma düzeni ile havuz içerisine belirli aralıklarla hava verilir ve böylece biyolojik oksidasyon sağlanmış olur.

2 — Aktif çamur havuzları : Kirli su 6 m genişliğinde 3 metre yükseklikte havuzlara akıtılır. Atıklar çökmeye başladığı zaman, çok kuvvetli bir şekilde hava akımı sağlanır (Şekil 6). Biriken çamur böylece konsantre bir şekilde mikroorganizma faaliyetine bırakılır ve okside edilir.

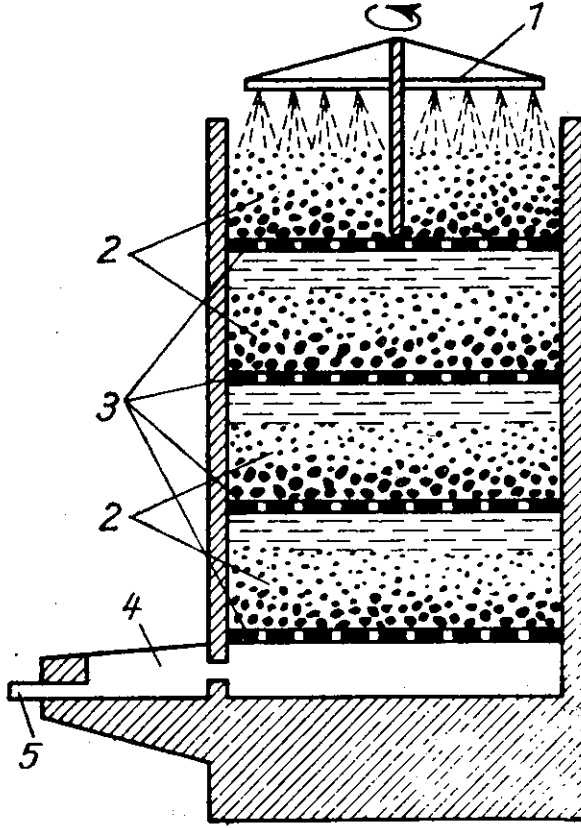
3 — Kule şeklindeki temizleme havuzları: Kirli su kule şeklindeki havuzlara bir yağmurlama düzeniyle akıtılır. Bu kuleler bir kaç katlı olabilir ve her kat arasına ızgaralar yerleştirilmiştir. Bu ızgaralar üzerinde kok, kum v.s. gibi

filtre edici maddeler konulmuştur. Pis su bu maddeler içerisinden geçerken mikroorganizmalar tarafından parçalanır ve okside edilir. Çeşitli kademelerden geçen pis sular temizlendikten sonra en alttaki toplama kısmına alınır ve buradan dışarıya akıtılır (Şekil 7).

Biyolojik temizleme havuzlarında pH'nın 6,5 ile 8,5 arasında olması gerekir. pH'nın bu değerlerin altında veya üzerinde olması mikroorganizmaların ölmesine neden olur ve pis su hiç temizlenmemiş olarak dışarıya atılır. Ayrıca pis su sıcaklığının da ayarlanması ve 35°C nin üzerinde olmaması gerekir.

6 — SONUÇ

Hayvansal protein ihtiyacını karşılamak süt üretim ve tüketimini artırmak nedeniyle süt sanayimiz her gün daha fazla gelişmekte ve mandıra adını verdiğimiz küçük işletmeler yerini büyük çapta süt işleyen fabrikalara ter-



- 1 - Yağmurlama sistemi
2 - Filtre maddeleri
3 - Izgara
4 - Kontrol havuzu
5 - Temiz suyun çıkışı

Şekil : 7 Kule şeklindeki bir biyolojik temizleme havuzunun şeması

ketmektedir. Fakat devlet ve özel sektör tarafından yeni süt fabrikaları açılmakla beraber, bunların getirdikleri sorunlar henüz açığa kavuşmamıştır. Bu gün Türkiye'de, değil süt fabrikalarının daha fazla çevre kirlenmesine yol açan fabrikaların bile atıklarını arıtma yöntemleri yoktur. Bu nedenle akarsularımız göl ve hatta denizlerimiz devamlı olarak kirlenmektedir. Su içerisindeki yaşam tehlikeye girmektedir. Şimdiye kadar çok büyük sorunlar yaratmamış bu sorun artık hissedilmeye başlanmıştır.

Gelişmiş ülkeler konunun önemini çok önceden kavramışlar ve gerekli tedbirleri almışlardır. Yasalar çıkartılmış ve işletmeler çevre kirliliğini asgariye indirecek yöntemleri kullanmaya başlamışlardır. Hatta bu alanda çalışmalar yapan fakülteler dahi açılmıştır. Almanya'da halihazırda % 50'si biyolojik yolla arıtılmakta

olan kirli suların 1985 yılından itibaren % 90 oranında arıtılması (binalarda kullanılan sular dahil) plânlanmıştır.

Ülkemizde ise hava ve deniz kirlenmesinin ne denli zararlı olduğu herkesçe görülmektedir. Hava kirliliği büyük kentlerde başlı başına bir sorun haline gelmiştir ve kış aylarında tehlike son boyutlarına ulaşmaktadır. Ankara'da fabrika ve kalorifer bacalarının dumanı nefes almayı bile güçleştirecek durumdadır. Doğu Karadeniz bölgemizdeki Murgul Etibank bakır işletmeleri bacalarından günde 80-100 ton kükürtdioksit gazı havaya saçılmaktadır (17). Bu sahadaki bitki örtüsü tamamen ortadan kalkmış durumdadır. Bölgede yaşayan halkın % 80 i solunum yollarından rahatsızlanmıştır.

Akarsu ve durgun suların kirlenmesi de gün geçtikçe artmaktadır. Fabrika atıkları hiç bir önlem alınmadan doğrudan doğruya sularımıza karışmaktadır. Deniz kenarındaki kentlerimizde denize girebilmek imkansız duruma gelmiştir. Arıtılmadan denize bırakılan atıklar sularımızda doğal dengeyi bozmakta ve canlı yaşam yerini zehirli bitkilere bırakmakta ve sularımız bir çamur yığını haline dönüşmektedir. Batman bölgesinde petrol atıkları olduğu gibi dicle nehrine akıtılmakta ve nehrin kirlenmesine neden olmaktadır.

Ülkemizde şimdiye kadar kirlilikle ilgili hiç bir önlem alınmamıştır. Tasarılar geliştirilmiş veya getirilmesi düşünülüyorsa da şimdilik çevre kirliliğini önleyen yükümlülük yoktur.

Denizlerin kirlenmesiyle ilgili 618 sayılı limanlar yasası, limanların kirlenmesi halinde en yüksek 1000 TL. para cezası vermektedir. Akarsularımızın kirlenmesi halinde ise hiç bir cezai yükümlülük yoktur. Daha sonra getirilen 1380 sayılı su ürünleri yasası da kirlenmeyi önleyici ağır yükümlülükler getirmekten uzaktır. Halbuki anayasamızın 49. cu maddesi «Devlet herkesin beden ve ruh sağlığı içinde yaşamasını sağlamakla görevlidir» der.

Gerekli yasaların çıkartılması ve çevre kirliliğini hiç olmazsa, azaltacak yöntemlerin kullanılması doğal dengenin tamamen bozulmasını önleyecektir. Genellikle organik madde

olan süt fabrikası atıklarının işletmeler bünyesinde veya müşterek olarak yaptıracağı arıtma tesisleri çevre kirlenmesini büyük ölçüde azaltacaktır. Her gün yeni fabrikaların açılması hepimiz için sevindiricidir. Fakat çevre kirlenmesini önleyecek yöntemlerinden birlikte getirilmesi yine hepimizin arzusu olmalıdır.

Bunun için devletin çıkaracağı yasalarla her fabrikanın meydana getirdiği kirlilik miktarına göre ceza ödemesi zorunlu tutulmalıdır. Kirlenmenin vergilendirilmesi için biyokimyasal ve kimyasal oksijen ihtiyacı gözönünde bulundurulmalı ve buna göre atık miktarı saptanmalıdır. Bu şekilde vergilendirme gelişmiş ülkelerde çok iyi sonuç vermiştir. Örneğin Fransa'da atıklar için vergilendirme,

$$\frac{\text{Kimyasal oksijen ihtiyacı} + 2 \times}{3}$$

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

şeklinde yapılmaktadır.

Almanya'da ise kişi başına düşen kirlenme eşdeğeri göz önünde bulundurulmakta ve takriben 2 lira ceza alınmaktadır (8). Örneğin 3400 kişinin meydana getirdiği kirliliğe eşdeğer atık meydana getiren 100 ton/gün kapasiteli bir süt fabrikasının atıklarını arıtmadan akıtması halinde Almanya'da uygulanan cezai yükümlülüğe göre bir günde ödemesi gereken ceza takriben 6800 TL. sı olmaktadır.

Ülkemizde de fabrika atıklarının miktarı saptanarak, buna göre cezai yükümlülük getirilmeli ve her işletmenin veya yakın yerlerde bulunan işletmelerin temizleme yöntemleri uygulaması sağlanmalıdır. Aksi takdirde sularımızın kirlenmesi devam edecek ve bu durum tafisi mümkün olmayan sonuçlar doğuracaktır.

LİTERATÜR

- 1 — ASKEW, M. W., (1973): Effluent the future water supply. Milk Industry 73, 32-37.
- 2 — BENKENSTEIN, K., (1971): Auswertung und Hinweise über die Erhebung der Abwasserbeseitigung in der milchwirtschaftlichen Betrieben des Landes Bayern Deutsche Molkerei-Ztg. 92, 214-217.
- 3 — DIERKES, H., (1971): Rührwerke bei der Abwasser = Aufbereitung. Deutsche Molkerei-Ztg. 92, 1112-1113.
- 4 — DIETRICH, K. R., (1963): Von der Molke zu hochwertigen Futtermitteln. Molkerei-Ztg. 15, 916-918.
- 5 — ENGELHARDT, E. (1972): Abwasserprobleme in milchwirtschaftlichen Betrieben. Deutsche Molkerei-Ztg. 93, 513-516.
- 6 — FRAMHIUS, O. (1972): Wasserverbrauch und Wasserversorgung der Meiereien. Meieriposten. 61, 968-978.
- 7 — GÜLL, J. (1975): Zur Situation der Abwasserprobleme. Deutsche Molkerei-Ztg. 96, 134-138.
- 8 — GÜLL, J. (1976): Exemplarische Massnahmen zur Konkretisierung der Umweltschutzgesetze in der Molkereiindustrie. Deutsche Molkerei-Ztg. 97, 951-955.
- 9 — LEMBKE, A. (1956): Biologische Grundlagen der Molkereiabwasserbesitzung. Kieler Milchw Forschungsber. 8, 305-376.
- 10 — MITCHELL, W. D. und CASSIDY, N. G. (1966): Verwertung von Abwässern aus der Caseinherstellung bei der Grünlandbewirtschaftung. Milchwissenschaft. 21, 793.
- 11 — RINN, M. (1963): Richtlinien für Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer in milchwirtschaftlichen Betrieben. Milchwissenschaft. 18, 80-82.
- 12 — ROTERAU, J. C. (1969): Considérations générales sur l'industrie laitière et le problème des eaux résiduaires. Industr. Alim. Agric. 9-10, 1225-1236.
- 13 — SCHARRATT, W. J. (1961): Whey, its effect on soil and plant growth. Milchwissenschaft. 16, 375.
- 14 — SPREER, W. (1974): Technologie der Milchverarbeitung. VEB Fachbuchverlag. Leipzig.
- 15 — STEENSLAND, H. (1972): Abwasser biologischen Ursprungs, insbesondere der Lebensmittelindustrie. Meieriposten 61, 551-557.
- 16 — Techniken für die Klärschlammabeseitigung (1976): Deutsche Molkerei-Ztg. 97, 958-959.
- 17 — UŞAKLIGİL, E. (1976): Çevre kirlenmesi. Cumhuriyet. 15 Aralık 1976.