

ET İŞLEME TESİSLERİ VE YERLEŞİM YERİ ATIKLARININ KARASU NEHRİNE ETKİSİ

Ümmühan DANIŞ

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum

ÖZET

Erzurum 'da Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde kalan ve halen bir arıtma tesisi bulunmayan Erzurum Et Kesimhanesi ve et işleme tesisleri atıksuları, Karasu nehrine deşarj edilmektedir. Özellikle mezbahalarda, kesimhane ve et işleme sırasında oluşan atıksular, genellikle yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam katı madde (TKM), yağ ve gres ve yüzer madde içermektedir. Bu haliyle mezbaha atıksuları yöremizde bir takım çevresel sorunlar oluşturmaktadır. Bu çalışmada Erzurum Et Kesimhanesi, et işleme tesisleri ve yerleşim yeri atıksularının Karasu 'ya etkileri incelenmiştir. Bu amaç için araştırma sahasında 8 ayrı noktadan örnekler alınmış ve bu örnekler laboratuvarında anında analiz edilerek atıksularda debi, pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), BOİ₅, KOİ, toplam fosfor toplam kjeldahl azot (TKA), TKM, toplam asılı katı madde (AKM), toplam uçucu madde (TUM), yağ ve gres, klorür ve koliform gibi parametreler için ölçümler yapılmıştır. Elde edilen bulguların su kirliliği limitleri ile karşılaştırılması sonucu, en fazla kirliliğin et kesimhanesi atıksularından kaynaklandığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Evsel kullanılmış su, Et kesimhane

THE EFFECT OF WASTEWATER OF DOMESTIC AND MEAT PROCESSING PLANT ON THE RIVER OF KARASU

ABSTRACT

The wastewaters of the slaughterhouse and meat processing plant in Erzurum city, which don't have any wastewater treatment plant is discharged to the Karasu river. The wastewater, especially occurred during slaughtering and processing of meat, contained high level of COD, BOD₅, total suspended solid, fat and grease and total solid. Therefore these wastewaters cause some environmental problems in the city. This paper presents the effect of wastewaters from resident area slaughterhouse, and meat processing plants on the river of Karasu. For this purpose some samples taken from eight different points around the river were analysed in order to obtain values of dissolved oxygen, BOD₅, COD, total phosphorus, total kjeldahl nitrogen, total suspended solid, total solid, total volatile suspended solid, fat and grease, chlorides and coliform. From the results obtained, it is found out that the wastewaters from the slaughterhouse has the biggest pollutant effect in the river.

Key Word : Sewage, Slaughterhouse

1.GİRİŞ

Doğal su kaynaklarının ekonomik şekilde kullanılmasının yanında, kirlenmeden kullanılması

da çevre sağlığı ve su ürünleri potansiyeli yönünden oldukça önemlidir. Erzurum 'da gerek yerleşim yeri ve gerekse endüstriyel üretime bağlı sıvı atıklar, hiç bir ön arıtıma tutulmadan su kaynaklarına

boşaltılmaktadır. Sulama amacıyla tarımda kullanılan kentsel atıksuların bakteri, mantar ve virüslere ek olarak çeşitli protozoa, barsak solucanı ve tenya gibi barsak parazitlerinin, tarım toprağından veya çığ yenen sebzelerden hayvan ve insana geçerek çeşitli barsak hastalıklarının ortaya çıkmasına neden olabileceği öne sürülmüştür (Gür, 1985).

Hindistan 'da yapılan bir çalışma da ise (Gür, 1985), kanalizasyon suyunun sulama suyu olarak kullanıldığı tarım işletmelerinde çalışan işçilerin sağlık durumları izlenmiş ve işçiler arasında mide, solunum yolu, anemi (kansızlık), deri ve barsak hastalıklarının yayılma oranlarının yüksek olduğu saptanmıştır.

Erzurum ilinde, Et ve Balık Kurumu Kesimhanesi kirli suları ile bu sularla sulanan tarım topraklarındaki mikrobiyal kirlenmenin incelendiği bir araştırma da söz konusu atık sularda ve tarım topraklarında Salmonella, Shigella, E. coli ve bazı koliform bakterilerin çok yüksek olduğu saptanmıştır (Özçelik,1980).

Karasu kirlilik araştırmalarında, Erzurum ovasındaki tarımsal alanların fazla suyunu boşaltan açık drenaj kanallarının tümünün Karasu 'ya boşaltıldığı ve böylece tarımsal topraklardan yıkanarak uzaklaşan kimyasal maddelerin su kaynağına karışması ile önemli ölçüde ötrifikasyonun ortaya çıktığı ve bu durumun özellikle sıcak yaz aylarında daha da belirginleştiği rapor edilmiştir (Kırımhan vd., 1984).

Yapılan bu çalışmada, Erzurum ilinde en fazla kirlenmeye maruz kalan Karasu ırmağı ele alınarak, Erzurum Et Kesimhanesi çevresinde bulunan belediyeye ait özel et işleme tesislerinin ve yerleşim yeri atıksularının neden olduğu su kirliliği etüt edilmiş ve kirliliğin en fazla hangi kaynaktan meydana geldiği tesbit edilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Karasu ve Et Kesimhanesinin Tanıtımı

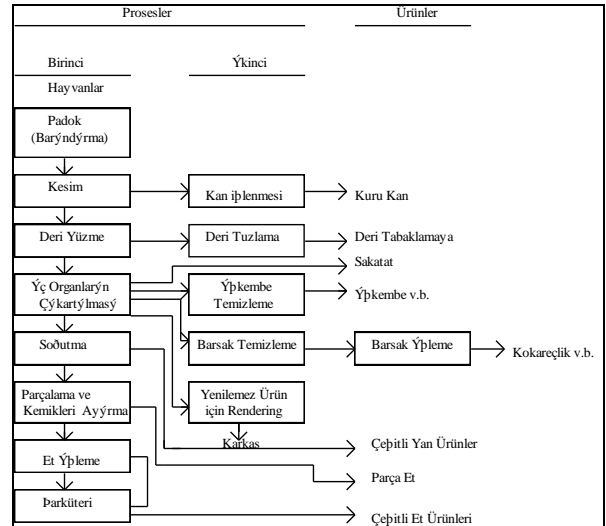
Erzurum ilinin en önemli akarsularından biri olan Karasu ırmağı, Dumlu dağı eteklerinden doğarak Erzurum ovası içerisinden geçip, ovanın tahliyesini sağlayan yan kollarla beslenerek, ılıca yakınlarında Pulur deresi, Ağaver köyü dolaylarında Titkir deresi, Kesik köprü yakınında İkiz dere ve daha sonra Serçeme ve Çağdarış derelerinin suyunu toplayarak

Aşkale 'ye doğru akmaktadır. Bu noktadan sonra daha büyük yan kollarla beslenen Karasu, suyunu Keban barajı gölüne ulaştırmaktadır.

Erzurum Et Kesimhanesi ilin merkez yerleşim yeri yakınında kurulmuştur. Kuruluş amacı: "Ülke hayvancılığının kalkınması, kasaplık hayvan üretimi ile et üretim ve tüketiminin düzenli olarak yürütülmesinin sağlanmasıdır. Kurum büyük ve küçükbaş hayvanların kesiminin yapıldığı, parçalandığı, derisinin yüzülüp, iç organlarının ayıklandığı ve bu şekilde elde edilen karkasın çeşitli etlere ve et ürünlerine dönüştürüldüğü bir tesis halinde çalışmaktadır". Tesis bu şekliyle mezbaha olarak çalışmanın yanısıra et işleme ve mezbaha atıklarının geri kazanımı (rendering) işlemleriyle kesimhane özelliği taşımaktadır.

2.2 Et Kesimhanesi Atıksu Kaynakları ve Özellikleri

Kesimhanedeki üretim düzeni barındırma ile başlayıp, kesimle elde edilen karkasın ve ortaya çıkan ürünlerin işlendiği ve geri kazanıldığı bir dizi işlemi kapsamaktadır. Kesimhanenin üretim düzeni Şekil 1 'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Erzurum Kesimhanesi işletme akım şeması

Mezbalalarda kesimhane ve et işleme prosesleri sırasında oluşan atıksular, genellikle KOİ, BOİ₅, TKM, yağ ve gres ve yüzer madde içermektedir. Mezbaha ve et entegre tesisleri atıksuları kan, et, yağ ve sakatat parçacıklarını taşımaktadır. Et endüstrisi atıklarında bulunan en önemli kirlilik kaynağını, temizlik işlemleri oluşturmaktadır. Kesimhanenin

faaliyetleri gözönüne alındığında, atıksuların kirlileti özelliklerinin belirlenmesinde 1. ve 2. derecede önemli olan parametreleri şöyle sıralayabiliriz (Eckenfelder, 1980):

1. Derecede	2. Derecede
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	pH
Yağ ve gres	Kimyasal oksijen ihtiyacı
Toplam asıllı madde	Klorür
Toplam kjeldah azotu	Fosfor
	Toplam koliform

2.3 Su Kullanımı ve Atıksu Kalitesinin Belirlenmesi

Araştırmamıza konu olan kesimhanede hemen her işlem sırasında su kullanılmaktadır. Kullanılan su miktarı yıllık ortalama 240000 - 288000 ton civarındadır.

Erzurum Et Kesimhanesi çevresinde belediyeye ait bazı özel et işleme tesisleri bulunmaktadır. Bu küçük özel tesislerin atıksuları, kesimhanenin atıksuları ile birleşmektedir. Araştırmanın 1. safhasında kirliliğin hangi kaynaktan geldiğini saptamak amacıyla, kirlilik araştırması yapılmıştır. Amaca yönelik olarak, araştırma sahasında 8 ayrı noktadan 15 gün aralıklarla örnekler alınarak laboratuvarında, anında analiz edilmiştir. Üç ay boyunca yapılan incelemeler

sonunda, kirliliğin et kesimhane atıksularından kaynaklandığı saptanmıştır (Tablo 1). Araştırmanın 2. safhası et kesimhane atıksularının arıtılabilirliği üzerine yoğunlaşmıştır. Su örneklerinin alındığı istasyonlar haritada gösterilmiştir (Şekil 2).

2.4 İnceleme Yöntemleri

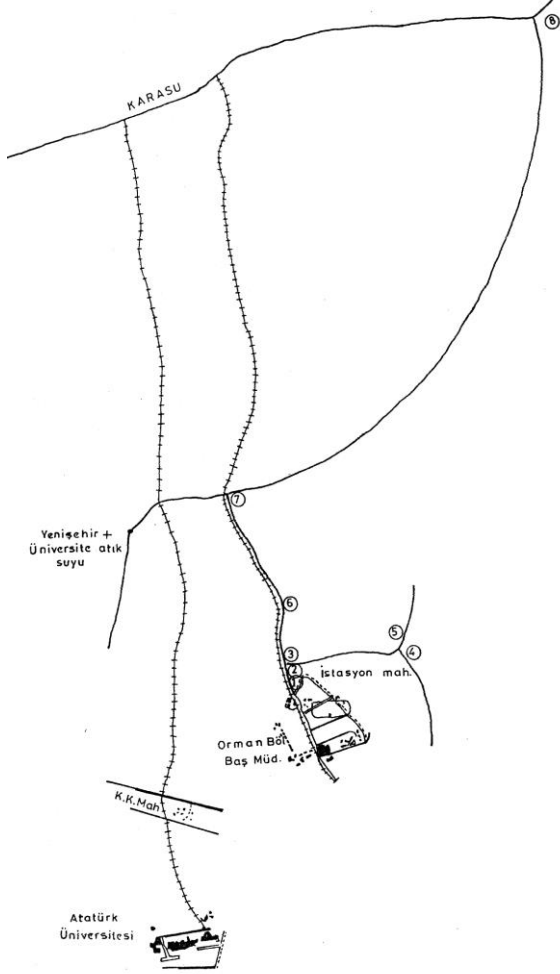
Örneklerin alındığı yerlerde atıksuyun pH sıcaklığı, debisi ve çözünmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Daha sonra usulüne uygun olarak alınan örnekler laboratuvara getirilmiş ve atıksu örneklerinin BOİ₅ ile KOİ, TUM, AKM, Cl⁻, PO₄⁼, yağ ve gres, TKM, TKA gibi parametreleri belirlenmiştir. Bu parametrelerden BOİ₅, Winkler yöntemiyle ve ayrıca manometrik BOİ ölçer cihazı (WTW model 606T) yardımıyla ölçülmüştür (AWWA, 1985). Diğer parametrelerden KOİ, kromat; TUM, TKM, AKM ise gravimetrik yöntemle saptanmıştır. Cl⁻, Mohr; PO₄⁼, kalay klorür; yağ ve gres miktarı, Soxhlet ekstraksiyon; kjeldahl azot miktarı ise kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (AWWA, 1985). Toplam koliform, koloni sayma aleti (WTW model BZG 28) ile saptanmıştır. Denemeler sırasında oluşan kolonilerin koliform olup olmadığı BGB (Brillant Green Buyyon) tüpleriyle de doğrulanmıştır (Anonymous, 1976).

Tablo 1. Erzurum Et Kesimhanesi ve Entegre Et Tesisleri Atıklarının Özellikleri*

İstasyon ismi	Et kesimhanesi atıksu kanalı	Göncüoğlu, Etsan, Ettat ve Etbalık atıksu kanalı	Birleşim kanalı	Kesimhane altı	PTT yanı	Üniversite ve Yenişehir kanalizasyon suyu	Karasu ana kanalı	Kesimhane altı Dadaş köyü kanalizasyon suyu
Örnek tipi (Kompozit - 2 saatlik)*								
Parametre	Ortalama değerler							
Debi m ³ /s	0.0325	0.283	0.0933	-**	-**	0.206	11.79	-**
Sıcaklık °C	12.8	11.5	9.71	10.5	11	8.9	3.96	14.6
pH	7.31	7.44	7.6	7.4	7.5	7.73	7.54	7.54
ÇO mg/l	8.6	8	9.52	9	8.8	9.42	10.8	8
BOİ ₅ mg/l	1256	933	296	775	675	305	21	996
KOİ mg/l	3883	1506	924	1575	1617	366	258	397
TKM mg/l	3882	1992	1500	2191	2234	1414	2279	1057
AKM mg/l	1851	541	409	723	637	630	1221	194
TUM mg/l	758	776	363	673	932	134	166	172
Yağ mg/l	2705	698	695	1234	1256	286	200	246
Klorür mg/l	438	82	144	195	240	227	46	110
Toplam P. mg/l	1.75	1.7	1.4	1.6	1.27	1.5	0.49	1.05
TKA mg/l	31.2	25.4	29.2	35	23.3	52	20.5	45
Koliform /100 ml	42x10 ⁶	84x10 ⁴	8x10 ⁵	1x10 ⁷	58x10 ⁴	45x10 ⁶	50x10 ⁶	30x10 ⁴

*Tablodaki değerler 3 aylık (Şubat, Mart, Nisan - 1990) ortalama değerlerdir.

**Tabloda boş bırakılan yerlerde debi ölçümü yapılmamıştır.



İstasyon No	İstasyon İsmi
1	Et kesimhanesi atıksu kanalı
2	Göncüoğlu, Etsan, Ettat ve Etbalık atıksu kanalı
3	Birleşim kanalı
4	Kesimhane altı Dadaş köyü kanalizasyon suyu
5	Et kesimhane altı
6	PTT yanı
7	Üniversite, Yenışehir kanalizasyon suyu
8	Karasu ana kanalı

Şekil 2 Erzurum Et Kesimhanesi ve Entegre Et Tesisleri atıksularına ait örneklerin alındığı istasyonlar

ölçümleri Tablo 2 'de özetlenmiştir. Tablo 2 'de yerleşim yeri sıvı atıkları, kesimhane ve et işleme tesisleri atıksularının deşarjından önce Karasu 'daki su kalitesi önemli parametreler çerçevesinde verilmekte Tablo 1 'de ise bu parametrelerden bazılarının atıksu deşarjından sonraki bir kesimde, deşarj nedeni ile ne ölçüde değiştikleri belirtilmektedir. Karasu, yerleşim yeri sıvı atıkları,

kesimhane ve et işleme tesisleri atıksu deşarjı öncesi oldukça fazla miktarda BOİ₅, KOİ, AKM, yağ ve gres taşıyan bir kirlenme belirtisi özelliği göstermektedir. Yerleşim yeri sıvı atıkları, kesimhane ve et işleme tesisleri atıksu deşarjı nehrin su kalitesini önemli ölçüde düşürerek kirlenmektedir.

2.6 Arıtma Gereksinmesi

Yapılan incelemeler sonucu, atıksuda yüksek derişimde KOİ, BOİ₅, yağ ve gres ve AKM tesbit edilmiştir (Tablo 3). Böylece su ürünleri sirkülerinin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, kabul edilebilir özellikte bir deşarj sağlamak için, inceleme sahasındaki atıksularda organik maddeler, AKM, yağ ve gres'in %89-98, iki saatlik kompozit numunelerde ise %93-100, yirmidört saatlik kompozit numunelerde ise %95-100 oranında giderilmesi gerekliliği ortaya çıkarılmıştır (Anonymous, 1992).

Belirli bir tasfiye işleminden geçirilmeyen et kesimhane, et işleme tesisleri ve yerleşim yeri atıksularında sınır değerleri aşıl原因 parametreler Tablo 1 'de özetlenmiştir. Bu bulgular incelendiğinde BOİ₅, KOİ, TKM, yağ, AKM, TUM ve Koliform değerlerinin çok yüksek boyutlara ulaştığı görülmektedir. 1,2,3,4,5,6,7 ve 8 nolu istasyonlardan elde edilen değerler incelendiğinde Şubat, Mart, Nisan aylarında çözünmüş oksijen ve pH değerleri

Tablo 2. Karasu 'da Su Kalitesi

Parametre	Numunenin alındığı ay		
	15.02.90	04.03.90	19.04.90
Sıcaklık ° C	3.2	4.8	3.52
pH	8.9	8.6	8.4
ECx10 ⁶ , mho	146	150	152
ÇO ₂ , mg/l	12.52	10	11
Toplam alkalinite, meg/l	1.3	1.2	1.3
AKM, mg/l	14	17	13
TKM, mg/l	94	92	91
Mg ⁺⁺ , mg/l	4	3.6	3.9
Ca ⁺⁺ , mg/l	22	18	19
CO ₃ ⁻² , mg/l	0.02	0.02	0.02
HCO ₃ ⁻ , mg/l	81.6	80.1	79.8
Nitrit, mg/l	0.5	0.6	0.7
Nitrat, mg/l	5.2	5.0	4.9
Amonyak, mg/l	0.05	0.03	0.05
Sülfat, mg/l	0.28	0.26	0.25
Klorür, mg/l	2.9	3.0	2.9
Toplam sertlik	65	54	57
Fosfat, mg/l	0.04	0.03	0.03
BOİ ₅ , mg/l	0.6	0.7	0.9
Koliform/100	1.2x10 ³	1x10 ³	0.9x10 ³

Tablo 3. Arıtma Gereksinmesi

Parametre	Et kesimhanesi atıksu özellikleri	Su kirliliği yönetmeliği limitleri				Sağlanması gerekli giderme verimi(%)		
		Su ürünleri sirküleri	2 Saatlik kompozit	24 Saatlik kompozit	Arıtma gereksinmesi	Su ürünleri sirküleri	2 saatlik kompozit	24 saatlik kompozit
BOİ ₅ (mg/l)	1256	50	-	40	var	96	-	97
KOİ (mg/l)	3662	70	250	160	var	98	93	95
AKM (mg/l)	1851	200	-	-	var	89	-	-
Yağ (mg/l)	2705	30	30	20	var	98	98	99
TKA (mg/l)	31.2	-	-	-	var			
Toplam P(mg/l)	1.75	-	-	-				
pH	7.5-5.5	5.0-9.0	6.0-5.0	6.0-9.0				

açısından kirliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca 1,2,3,4,5,6,7 'nolu istasyonlarda BOİ₅, KOİ, AKM, TKA ve yağ parametreleri su kirliliği yönetmeliğine göre verilen limit değerlerin üzerindedir. Sekiz nolu istasyonda (kesimhane, özel et işleme tesisleri ve yerleşim yeri atıksularının Karasu 'ya döküldüğü kısımda) ölçülen değerler diğer istasyonlarda ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında, elde edilen değerlerin düşük olduğu görülmektedir.

Analiz yapılan aylarda Erzurum 'da yerleşim yeri sıvı atıkları, kesimhane ve et işleme tesisleri atıksuları çoğunlukla tarım topraklarının sulanmasında kullanılmaktadır. Bu nedenle sulamaya ihtiyaç duyulan aylarda atıksuların Karasu ırmağına ulaşan miktarı oldukça az ve çalışmanın sürdürüldüğü Şubat, Mart, Nisan ayına ait ortalama debi ise 11.790 m³/s dir. En düşük ortalama debi 0.239 m³/s olarak Ağustos ayında görülmektedir. Tablo 1'e bakıldığında istasyonlardaki çözünmüş oksijen değerleri oldukça yüksek görülmektedir. Böylece yaz aylarında çözünmüş oksijen değerlerinin sıcaklığa bağlı olarak azalacağı ve debideki değişimler nedeniyle kirlenmenin artacağı söylenebilir. Yine 1,2,3,4,5,6,7,8 nolu istasyonlarda koli bakterisinin, 1000 koliform /100 ml sınırını aştığı gözlenmiştir (Anonymous,1992). Böylece Karasu'yun sulama yapılmadığı aylarda et kesimhane atıksuları ile kirleneceğini söyleyebiliriz. Çeşitli parametrelere göre saptanan atık yükü ise kg KCA olarak aşağıda tabloda verilmiştir (Tablo 4).

Bulgularımız sonucu, atık yükleri ile ilgili olarak elde edilen değerlerin, literatür verileriyle karşılaştırılmasıyla, bu değerlerin TKM; yağ ve gres için verilen literatür değerlerinden fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın TKA, toplam fosfor. için elde edilen verilerin literatürde belirtilen değerlerin

Tablo 4. Çeşitli Parametrelere Göre Saptanan Atık Yükleri

Parametre	kg /gün	Atık yükü (kg/KCA*)
BOİ ₅	1331.3	18.4
KOİ	3881.7	53.8
TKM	4115.9	57.08
Yağ ve gres	2867.3	39.7
TKA	33.072	0.45
Toplam fosfor	1.855	0.025
Klorür	464.28	6.43

*KCA: Kesilen canlı ağırlık

Tablo 5. Çok İşlemlili Kesimhanelerde Atık Yükleri (Gönenç vd., 1986)

Parametre	Değişim
Atıksu debisi (m ³ /ton KCA)	5.4 - 20.3
Kesim (KCA/gün)	8.8 - 1233
BOİ ₅ (kg/KCA)	6.2 - 30.5
TKM (kg/KCA)	1.7 - 22.5
Yağ ve gres (kg/KCA)	2.8 - 27.0
TKA (kg/KCA)	0.8 - 36.7
Toplam fosfor (kg/KCA)	0.2 - 0.63

altında, klorürün ise belirtilen değerler arasında, bir değere sahip olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 5).

Erzurum Et Kesimhanesinde bir işletme akım şeması mevcuttur (Şekil 1). Ancak yaptığımız gözlemler sonucu kesim sırasında yere akan kanların, kan toplama çukuruna gönderilmediği ve doğrudan atıksu kanalına verildiği ve böylece işletmede kirlilik yükünün büyük ölçüde arttığı tesbit edilmiştir. Yine incelemelerimiz sonucu hayvan iç organlarının çıkarılması sırasında oluşan sakatat atıkları ile sindirim organlarının ve ayrıca bağırsakların

temizlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar, yağlar, kıl, et parçaları vb. atıkların atıksu kanalına boşaltıldığı görülmüştür. Bu atıkların kanala boşaltılmaları, toplam katı madde derişimini artırmaktadır. Atıkların boşaltıldıkları kanal, üstü açık bir kanal olup, estetik yönden iyi bir görünüm vermemekte ve yaz aylarında koku sorunları yaratmaktadır. Yine kanala boşaltılan sular, daha sonra tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Bu pis sularla sulanan topraklarda yetiştirilen sebzeler, tüketiciler için büyük sorunları beraberinde getirmektedir.

Et endüstrisi atıksularında en önemli kirletici kaynağı kandır. Kanın yan ürün olarak değerlendirilmesi işletmenin kirlilik yükünü büyük ölçüde azaltacaktır. Hayvan kesimi ve işletme tesislerinde önemli bir kirlilik kaynağı da temizlik işlemleridir. Böylece yaş işlemlerde kirlilik yükü yerine, kuru temizleme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Kan, kıl, tüy, kemik, ve kemik unu eldesi, yağın geri kazanılması, deri, barsak gibi ürünler mezbahalarda elde edilen değerli yan ürünlerdir. Kanın, yağın ve katı atıkların atıksudan uzaklaştırılması, atıksuyun BOİ kirlilik yükünü de büyük ölçüde azaltacaktır. Bu nedenle hayvanların iç organlarının temizlenmesi sırasında açığa çıkan atıkların çöp ve katı atık değerlendirme tesislerinde işlenmek üzere uzaklaştırılması, atıksu arıtma tesisine verilecek kirlilik yükünün büyük ölçüde ayarlanması yönünden önem kazanacaktır.

Yöredeki çiftçilerin tarımsal sulamalarında kullandıkları en önemli su kaynaklarından olan Karasu 'da kirlilik olayı başlamış bulunmaktadır. Bu kirliliğin daha da artmaması için Karasu 'ya atık boşaltan tesislerin standartlarına uygun bir şekilde Karasu'ya vermeleri halinde Karasu daha uzun zaman yöre halkına hizmet vermeye devam edecektir.

3. KAYNAKLAR

Anonymous, 1976, Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods APHA (ed.) Washington, DC, USA, p. 1015.

AWWA, 1985, APHA and WPCF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Eckenfelder, W.W., 1980, Principles of Water Quality Management, CBI Publishing Company, Inc., Boston, p. 717.

Gönenç, E.I., Göknül, H.M., Orhon, D., Borat, M. ve Talınlı, I., 1986, Bursa Et Kombinası Atıksu Arıtma Tesisi Projesi, İ.T.Ü., Çevre ve Şehircilik Uygulama Araştırma Merkezi.

Gür, K., 1985, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin Doğal Su Kaynakları ve Sorunları, Sempozyum - 6, Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Erzurum 425 - 435.

Kırımhan, S., Boyabat, N., Keskinler, B., 1984, Karasu Kirlilik Araştırması. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin Doğal Su Kaynakları ve Sorunları Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Erzurum, 454.

Özçelik, S., 1980, Erzurum 'da Kanalizasyon suları ile Sulanan Topraklarda Mikrobiyal Kirlenme. TÜBİTAK - ÇAG. VII. Bilim Kongresi Tebliğleri, İstanbul, 251 - 257.

Anonymous, 1992, Türk Çevre Mevzuatı (Cilt II), Türkiye Çevre Vakfı Yayını, Yayın No: 92. 06. Y. 0011. 44, Ankara, 997.