

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKOMEZBAHA TASARIMI İLE ENERJİ VE MADDE
GERİ KAZANIMI**

Çevre Mühendisi Mehmetakif DAZKIR

**FBE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Çevre Mühendisliği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Hürrem BAYHAN

İSTANBUL, 2010

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKOMEZBAHA TASARIMI İLE ENERJİ VE MADDE
GERİ KAZANIMI

Çevre Mühendisi Mehmetakif DAZKIR

FBE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Çevre Mühendisliği Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarih : 22.10.2010

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Hürrem BAYHAN

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Osman Arıkan

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Gürdal KANAT

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	4
1.3 Çalışma Yaklaşımı.....	4
2. TÜRKİYE VE DÜNYADA HAYVANSAL ÜRETİM DURUMU	7
2.1 Dünya’da Kırmızı Et Üretim Durumu	7
2.1.1 Büyükbaş Hayvan Üretimi	7
2.1.2 Küçükbaş Hayvan Üretimi	8
2.2 Türkiye’de Kırmızı Et Üretim Durumu	9
2.3 Dünyada ve Türkiye’de Kırmızı Et Tüketim Durumu	11
3. MEZBAHA-ET ENTEGRE TESİSLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ	14
3.1 Mezbahalar ve Et Entegre Tesislerinden Elde Edilen Ana ve Yan Ürünler.....	15
3.1.1 Birinci Temel Ürünler	15
3.1.2 İkinci Temel Ürünler	15
3.1.3 Yan Ürünler	18
4. MEZBAHALARDAN KAYNAKLANAN ATIKLAR, KULLANILAN ARITMA YÖNTEMLERİ VE ÇEVRESEL ETKİLER	19
4.1 Mezbahalar ve Et Entegre Tesislerinden Alıcı Ortama Verilen Atık Türleri.....	19

4.2	Kullanılan Arıtma Yöntemleri.....	21
4.2.1	Mezbahalara Ait Arıtma Düzeyleri	22
4.2.2	Mezbahalar ve Et Entegre Tesisleri İçin En Uygun Arıtma Teknolojisi.....	24
4.2.3	Mezbaha Atıklarının Arıtılması İçin Yapılan Çalışmalar.....	25
4.3	Çevresel Etkileri	41
5.	PROJE KAPSAMINDA KULLANILAN LİTERATÜR BİLGİLERİ	43
5.1	Protein İhtiyacı	43
5.2	Mezbaha Tip Seçimi.....	45
5.3	Mezbaha Üniteleri	45
5.3.1	Genel Mezbaha Özellikleri.....	46
5.3.2	Hayvan Borsası ve Padok Özellikleri.....	49
5.3.3	Veterinerlik Hizmetleri ve Muayene Odası Özellikleri.....	51
5.3.4	Kesim Bölümü Özellikleri.....	52
5.3.5	Parçalama Bölümü Özellikleri.....	54
5.3.6	Sakatat Temizleme-İşleme Bölümü Özellikleri	55
5.3.7	Soğuk Depo Tesisleri Özellikleri.....	55
5.4	Arıtma ve Ayrı Toplama Sistemleri	57
5.4.1	Sıvı Gübre (İdrar)	57
5.4.2	Gübre	61
5.5	Kesim Esnasında ve Sonrasında Oluşması Muhtemel Atıklar	91
5.5.1	Kesim Esnasında Oluşan Atıklar	91
5.5.2	Et İşleme Esnasında Oluşan Atıklar	91
5.5.3	İşletmeden Kaynaklanan Atıklar	97
6.	EKOMEZBAHA TASARIM KRİTERLERİ	98
6.1	Kesim Öncesi Oluşan Atıklar	98
6.1.1	Sıvı Gübre (İdrar)	98
6.1.2	Gübre	99

6.2	Kesim Esnasında Oluşan Atıklar	102
6.3	İşletmeden Kaynaklanan Atıklar	103
7.	EKONOMİK DEĞERLENDİRME	104
7.1	Klasik Mezbaha	104
7.1.1	Yatırım Maliyetleri	104
7.1.2	İşletme Maliyetleri.....	109
7.2	Ekomezbaha.....	112
7.2.1	Yatırım Maliyetleri	112
7.2.2	İşletme Maliyetleri.....	118
7.3	Ekomezbaha Tasarımı İle İlave Kazanç Sağlayan Parametreler	121
7.3.1	Madde Geri Kazanımı	121
7.3.2	Enerji Geri Kazanımı.....	123
7.3.3	Arıtma Tasarrufu	124
7.3.4	Hammadde Olarak Kullanım.....	124
7.4	Ekomezbaha ile Klasik Mezbaha Maliyet Karşılaştırılması.....	125
8.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	128
	KAYNAKLAR.....	131
	EKLER	135
	ÖZGEÇMİŞ	139

SİMGE LİSTESİ

$\text{PO}_4\text{-P}$	Fosfat
$\text{NH}_3\text{-N}$	Amonyak Azotu
CH_4	Metan
CO_2	Karbondioksit
CaCO_3	Kalsiyum Karbonat
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Na	Sodyum
Mg	Magnezyum
H_2S	Hidrojen Sülfür
Fe	Demir
Mn	Mangan
CO	Karbonmonoksit
H_2	Hidrojen
NO_x	Nitroksit
P_2O_5	Fosfor Penta Oksit
K_2O	Potasyum Oksit
SO_4	Sülfat
Zn	Çinko
Cu	Bakır
B	Bor

KISALTMA LİSTESİ

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UYA	Uçucu Yağ Asitleri
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
TKM	Toplam Katı Madde
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BB	Büyükbaş
KB	Küçükbaş
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
AKM	Askıda Katı Madde
DAF	Diffused Air Flootation(Çözünmüş Hava ile Yüzdürme)
TKOİ	Toplam Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ACR	Anaerobic Creation of Reaktör (Anaerobik Reaktör Dizaynı)
UKM	Uçucu Katı Madde
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Yukarı Akışlı Anaerobik Reaktör)
UAKM	Uçucu Askıda Katı Madde
ÇKOİ	Çözünmüş Kimyasal Oksijen İhtiyacı
AKAR(SBR)	Ardışık Kesikli Anaerobik Reaktör
TP	Toplam Fosfor
TAKM	Toplam Askıda Katı Madde
H	Yükseklik
r	Yarıçap
R	Çap
Kg	Kilogram

L	Litre
TL	Türk Lirası
Cm	Santimetre
M	Metre
°C	Santigrat Derece
BTU	British Thermal Unit (İngiliz Enerji Birimi)
KJ	Kilojulle
MJ	Megajulle
Kcal	Kilokalori
L	Uzunluk
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
gr	Gram
ED	Ekstraktif Distilasyon
İD	İzotropik Distilasyon
SSA	Sıvı-Sıvı Ayırma
kWh	Kilovat saat

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 2008 Yılı Türkiye’de Kesilen Hayvanların Yüzdeleri	1
Şekil 1.2 2008 Yılı Türkiye Kırmızı Et Üretim Oranları	2
Şekil 1.3 Kurban Bayramı’ndan Kesim Manzaraları	3
Şekil 2.1 Dünya Büyükbaş Hayvan Et Üretimi Pazar Payı Oranları.....	7
Şekil 2.2 Dünya Küçükbaş Hayvan Et Üretimi Pazar Payı Oranları.....	9
Şekil 2.3 Dünyada BB Hayvan Ürünleri Tüketim Miktarındaki Değişim Oranları.....	12
Şekil 2.4 Dünyada KB Hayvan Üretim Oranları.....	13
Şekil 3.1 Klasik Mezbahalarda Gözlemlenen Akım Şeması.....	17
Şekil 4.1 Arıtmada Kullanılan DAF Ünitesi	26
Şekil 4.2 Mezbaha ve Et İşleme Endüstrisi Atık Arıtma Teknolojisi (Kimyasal Arıtma)	27
Şekil 4.3 AKAR Sisteminin Şematik Gösterimi	36
Şekil 4.4 Kanada Mezbaha Atıksularının Arıtımında Kullanılan Anaerobik Reaktörün Şematik Gösterimi	39
Şekil 5.1 Mezbahalarda Kullanılan Havalandırma Sistemi.....	46
Şekil 5.2 Mezbaha ve Kesimhanelere Ait Genel Görünüş	47
Şekil 5.3 Mezbaha ve Kesimhane İçin Genel İşleyiş Şeması.....	48
Şekil 5.4 KB, BB Hayvanlar İçin Padok ve Canlı Hayvan Borsası Resimleri.....	50
Şekil 5.5 Mezbahalar İçin Kullanılan Duvar Kaplama Malzemesi	51
Şekil 5.6 Mezbahalarda Gerçekleştirilen Kesim İşlemi	52
Şekil 5.7 Modern Mezbahalarda Bulunan Deri Yüzme Ekipmanı	53
Şekil 5.8 Kesimhaneye Ait Kesim Bölümü ve Kullanılan Araçlar	54
Şekil 5.9 Kesimhanelerde Kullanılan Parçalama İşlemi Ekipmanları.....	54
Şekil 5.10 Kesimhanelerde Bulunan Paketleme ve Depolama Alanı.....	55
Şekil 5.11 Kombina ve Büyük Kesimhanelerde Bulunan Soğuk Depo ve Ray Hattı	56

Şekil 5.12 Mezbahalarda Ayrı Toplanan Sıvı Gübreler İçin Örnek Depo	57
Şekil 5.13 Sıvı Gübreyi Tarlaya Dağıtmak İçin Kullanılan Makine	59
Şekil 5.14 Sıvı Gübre Dağıtma Ekipmanlarından Bumlu Dağıtım Tipi.....	60
Şekil 5.15 Hayvansal Atıkların Anaerobik Olarak Arıtılmasında Kullanılan Akım Şeması ...	62
Şekil 5.16 Anaerobik Arıtma ve Biyogaz Ünitesi	63
Şekil 5.17 Seçilen Dekantör Santrifüje Ait Görünüş.....	64
Şekil 5.18 Arıtma Çamurunun Kurutma İşleminde Kullanılan Konveyör	66
Şekil 5.19 Çimento Fabrikalarında Çamur Kurutma İşlemi Akım Şeması	66
Şekil 5.20 Çimento Fabrikasında İlave Yakıt Olarak Kullanılacak Kurutulmuş Çamur	67
Şekil 5.21 Kesimhanede Oluşan Katı Atıkların Gazlaştırılmasında Kullanılması Gereken Üniteler	68
Şekil 5.22 Genel Gazifikasyon Akım Şeması	69
Şekil 5.23 Klasik Kompost İşlemi İçin Gerekli Alan.....	74
Şekil 5.24 Su Mercimeği Havuzuna Ait Görünüş	75
Şekil 5.25 Basit Bir Ekstraktif Distilasyon Sisteminin Görünüşü.....	82
Şekil 5.26 ED Kolonu İle Piroлиз Gazdan Stirenin Ayrılması	85
Şekil 5.27 Paralel İki ED Kolonu İle Farklı Sıcaklıklardaki Aromatiklerin Ayrılması	86
Şekil 5.28 Ekstraktif Distilasyon Kolonu Şematik Görünüşü	88
Şekil 5.29 S/F Oranı 2 Olduğunda Adiponitrile`nin Etkinliği.....	89
Şekil 5.30 S/F Oranı 3,33 Olduğunda Adiponitrile`nin Etkinliği.....	89
Şekil 5.31 S/F Oranı 2 Olduğunda Sulfolane`in Etkinliği.....	89
Şekil 5.32 S/F Oranı 3,33 Olduğunda Sulfolane`in Etkinliği.....	90
Şekil 5.33 S/F Oranlarına Göre Solventlerin Kıyaslanması	90
Şekil 7.1 Paket Kimyasal Arıtmaya Ait Örnek Görünüş.....	107
Şekil 7.2 Kimyasal Paket Arıtmaya Ait Akım Şeması	107
Şekil 7.3 Biyogaz Oluşumuna Ait Akım Şeması	115

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 Türkiye’de Kesilen Hayvan Sayılarının Türlerle Göre Değişimi.....	1
Çizelge 1.2 Türkiye Kırmızı Et Üretim Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi.....	2
Çizelge 2.1 Türkiye’de Türlerine Göre Kesilen Hayvan Sayıları	10
Çizelge 2.2 Türkiye’de Türlerine Göre Hayvansal Ürün Oranları	11
Çizelge 2.3 Dünyada Kişi Başı BB Hayvan Ürünleri Tüketim Oranları.....	12
Çizelge 3.1 Mezbaha Tipleri, Oluşan Ana ve Yardımcı Ürünler	16
Çizelge 4.1 Dünya Literatüründe Tespit Edilen Mezbaha Atıksu Karakterizasyonu.....	20
Çizelge 4.2 Türkiye’de Tespit Edilen Mezbaha Atıksu Karakterizasyonu	21
Çizelge 4.3 Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri Deşarj Standartları	21
Çizelge 4.4 Kanada’da Kesimhane Arıtma Tesis Girişinden Alınan Numune Değerleri	33
Çizelge 4.5 Kanada’da Kesimhane Arıtma Tesis Çıkışından Alınan Numune Değerleri.....	34
Çizelge 4.6 Kanada Mezbaha Atıksularından Sabah Alınan Numune Değerleri.....	37
Çizelge 4.7 Kanada Mezbaha Sularındaki 24 Saatlik Değerler.....	38
Çizelge 4.8 Kanada Mezbaha Çıkış Suyu Konsantrasyonları	40
Çizelge 5.1 Türkiye’ye Ait Hayvansal Besin Miktarları	43
Çizelge 5.2 Türkiye’de Tüketilen Hayvansal Protein Miktarları	44
Çizelge 5.3 Mezbaha ve Kesimhanelerde Ayrı Toplanan Doğal Sıvı Gübrenin Özellikleri....	58
Çizelge 5.4 Yapay Olarak Oluşturulan Sıvı Gübrenin Özellikleri	58
Çizelge 5.5 Proje Kapsamında Seçilen Dekantör Santrifüj Bilgileri ($Q=85,6 \text{ m}^3/\text{h}$)	64
Çizelge 5.6 Gazifikasyon İşlemi Sonucunda Oluşması Beklenen Emisyon Değerleri	70
Çizelge 5.7 Gazifikasyon Tesislerinin Avantaj ve Dezavantajları	71
Çizelge 5.8 Kompostta Kullanılabilecek Hammaddeler	72
Çizelge 5.9 Kompost Sonucunda Oluşacak Ürünlerin Özellikleri	74
Çizelge 5.10 Asetik Asit Ayırma Teknolojisi Seçimi	80

Çizelge 5.11 Ekstraktif Distilasyonda Kullanılacak Solventlerin Kıyaslanması	84
Çizelge 5.12 Kesimhanede Oluşan Ana ve Yan Ürün Yüzdeleri.....	93
Çizelge 5.13 Kesimhanede Oluşabilecek Hayvansal Yan Ürünler ve Kullanım Alanları	95
Çizelge 6.1 Kesimhanede Oluşacak Katı Atık Miktarı ve Biyogaz Hesapları.....	100
Çizelge 7.1 Klasik Mezbaha Ekipman Sayıları ve Maliyetleri	106
Çizelge 7.2 Ekomezbaha Ekipman Sayıları ve Maliyetleri.....	114
Çizelge 7.3 İller Bankası Tarafından 300 m ³ Hacimli Depo İçin Belirlenen 2010 Birim Fiyatlar.....	117
Çizelge 7.4 Klasik Mezbaha İle Ekomezbaha Maliyet Kıyaslaması.....	126
Çizelge 7.5 Ekomezbaha Enerji ve Madde Geri Kazanım Bedelleri	127

ÖNSÖZ

Gelişen teknolojiler ve buna bağlı değişen ihtiyaçlar nedeniyle oluşan atık miktarında hızlı bir artış gözlemlenmektedir. Oluşan bu atıklar dünya çapında çok ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır. Yenilenen ihtiyaçları karşılamak için sayıca artan sanayi sektörlerinden çok yüklü miktarlarda organik atık oluşmaktadır. Bu atıkların bertarafı veya geri kazanılması hem ekonomik açıdan hem de çevre sağlığı açısından çok önemlidir.

Tüm dünya ülkelerinin son günlerdeki en büyük problemi oluşan atık miktarındaki hızlı artış ve atıkların bertarafında kullanılan yöntemlerin ekonomik açıdan yüksek değerlere sahip olmasıdır. Günümüzde ülkeler bu sorunlar ve bu sorunlardan kaynaklanan olumsuz etkiler nedeniyle önlemler almaya başlamışlardır. Çevre bilincinin artması ve küresel dünya fikrinin yerleşmesi ile birlikte oluşan atıkların azaltılması, etkilerinin incelenmesi, atıkların bertarafı ve geri kazanımı konularını çok önemli bir hale gelmiştir.

Atık miktarında görülen hızlı artış ve etkilerinin büyük olması bu durumu çevre tehdidi haline getirdi. Küresel dünya bilinci ile ülkeler bu konuda uluslar arası ortak hareket etmeye ve anlaşmalar yaparak yeni yönetmelikler oluşturmaya başlamışlardır. Bu sayede teknolojik gelişimler engellenmeden çevre kirliliğinin önüne geçilmesi planlanmaktadır.

Bu çalışmada, mezbahalardan kaynaklanacak atık maddeler, neden olacakları kirlilik, arıtma ihtiyacı ve masrafları, atıkların geri kazanımı konularını içermektedir. Atıkların maddesel ve enerjisel geri kazanımı ile çevreye zarar verebilecek atık miktarının azaltılması ve hammadde ihtiyacının bir kısmının atıklardan karşılanması hedeflenmektedir. Ayrıca araştırmada Türkiye’de kesilen hayvan sayıları, kayıtlı mezbaha sayıları ve çıkan atıklar hakkında bilgi, Dünya’da ve Türkiye’de uygulanan mezbaha atık su arıtım teknikleri, oluşan atıkların hangi sektörlerde hammadde olarak kullanılabileceği, enerji geri kazanımları ve işkembe atıklarından geri kazanılabilecek maddeler ve bunların kazanım metotları bulunmaktadır.

Çalışmalarında bana yol gösteren ve yardımcı olan Yrd. Doç.Dr. Hürrem BAYHAN’a, mezbaha mimari çiziminde bana yardımcı olan F.Ayşin ABDÜSSELAMOĞLU’na, benden desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, küçükbaş ve büyükbaş hayvan kesimhaneleri için, kasaplık et ve sakatatların teknik ve hijyenik şartlara uygun şekilde muayene, kesim, parçalama, soğutma, muhafaza, ambalajlama ve nakliyesini içeren tip bir akım şeması oluşturmak ve bu akım şemasına göre tasarlanan tesislerde oluşan atıklardan malzeme ve enerji kazanımını artırmaktır.

İlgili yönetmelikler doğrultusunda İstanbul'un kırmızı et ihtiyacını karşılayacak mezbaha sayısı ve kapasitesi belirlenerek, üretim esnasında oluşabilecek atıkların en uygun şekilde yeniden kullanılması sağlanacaktır.

Mezbahalarda oluşacak en önemli atık borsada ve kesim öncesinde padokta bekletilen hayvanların gübreleridir. Diğer kirleticiler ise, kesim sırasında oluşan kan, kanın temizlenmesi için kullanılan yıkama suları, idari binalarda çalışanların oluşturduğu kullanım suları ve işkembe özsuyudur.

Gübrenin bertaraf edilmesi için seçilen yöntem anaerobik arıtmadır. Bu sayede biyogaz oluşumu gerçekleştirilecek, elektrik ve ısı enerjisine dönüşüm sağlanacaktır. Gerekli olan sulandırma işlemi için kan ve yıkama suyu kullanılacaktır. Arıtma işleminden sonra elde edilen atık santrifüj ile katı-sıvı ayırımına tabi tutulacaktır. Oluşacak katı maddeler kompost ünitesine, sıvı atıklar ise su mercimeği ve su sümbülü üretim sahasına gönderilecektir. Hayvanlardan kaynaklanan sıvı atıklar ise ayrı toplanarak dezenfeksiyon işleminden sonra sıvı gübre olarak kullanılacaktır.

İşkembenin satışa hazırlanması sırasında temizleme işlemi yapılırken ortaya çıkan atıklar ise özel kurulacak bir tesis ile madde geri kazanımına tabi tutulacaktır. Madde geri kazanımı dahilinde ortaya çıkacak uçucu yağ asitleri, proteinler, enzimler vb maddeler satışa sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mezbaha, işkembe, geri kazanım, uçucu yağ asitleri, ekstraksiyon

ABSTRACT

The aim of this study is to create a modal flowchart for sheep, goat and cattle slaughterhouses ensuring inspection, slaughtering, chopping, cooling, storage, packaging and transportation of meat and offal convenient with technical and hygienic conditions, and also enhance material and energy recovery of wastes of slaughterhouses designed regarding the modal flowchart.

With determination of the number and capacity (towards related regulations) of slaughterhouses that can meet the demand for red meat in Istanbul, waste generated during production can be recovered in most convenient way.

The most important waste generated in slaughterhouses is the manure from animals waiting in stock market and paddock before slaughtering. Other pollutants are blood spilled during slaughtering, wash water used for cleaning of blood, potable water used by employees in administrative building and ruminal waste.

Anaerobic treatment is the method selected for manure treatment. By this means biogas is produced and converted to electric and heat energy. Blood and wash water are used for requisite dilution process. The waste obtained from the treatment process is subjected to a centrifuge system for solid –liquid separation. Solid waste occurred after this process is transferred to composting unit and liquid waste is transfer to duckweed and water orchid production area. Liquid waste originating from animals are separately collected and used as liquid manure after disinfection.

Waste generated during cleaning of rumen prepared for selling is recovered with a special facility that is to be erected. Volatile fatty acids, proteins, enzymes and etc. generated during recovery are sold separately.

Key Words: Slaughterhouse, ruminal wastes, recycle, reuse, volatile fatty acids, extraction

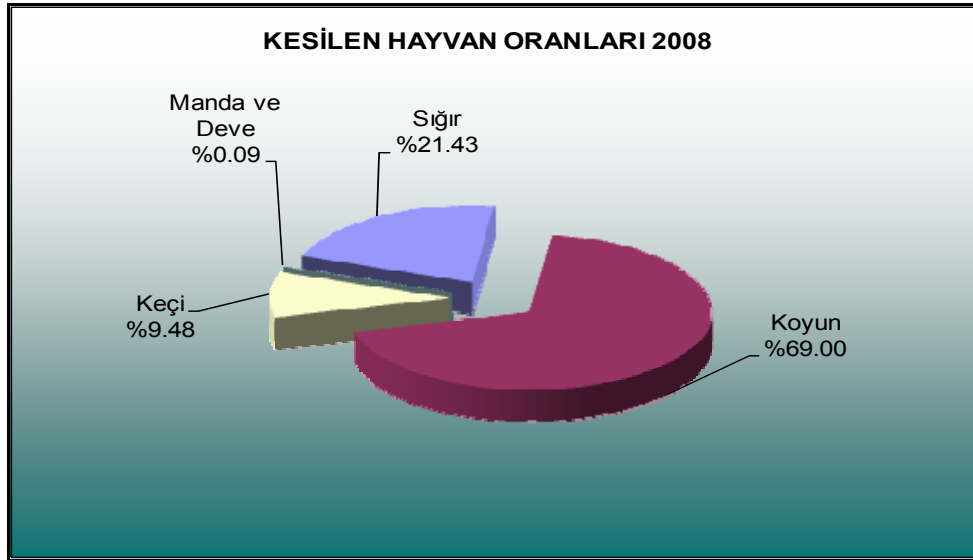
1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Türkiye protein ihtiyacının büyük kısmının kırmızı etten karşılandığı ülkeler arasında yer almaktadır. 2008 Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre yılda yaklaşık olarak 8,1 milyon hayvan kırmızı et tüketimi için kesilmektedir. Kesilen hayvanların büyük kısmını küçükbaş hayvanlar oluşturmaktadır. Yaklaşık %70'ini oluşturan koyundan sonra en çok kesilen hayvan türü sığır, inek gibi büyükbaş hayvanlardır. Türkiye’de kesilen hayvanların türlere göre değişimi Çizelge 1.1’de, 2008 yılında kesilen hayvanların türlere göre yüzdeleri ise Şekil 1.1’de verilmektedir. [17]

Çizelge 1.1 Türkiye’de Kesilen Hayvan Sayılarının Türlerine Göre Değişimi (Türkiye İstatistik Kurumu)

Kesilen Hayvan Sayıları (Baş)	2005	2006	2007	2008
Sığır	1,630,471	1,750,997	2,003,991	1,736,107
Koyun	4,145,343	4,763,394	6,428,866	5,588,906
Keçi	688,704	803,063	1,256,348	767,522
Manda ve Deve	8,969	9,713	9,565	7,298
TOPLAM	6,473,487	7,327,167	9,698,770	8,099,833

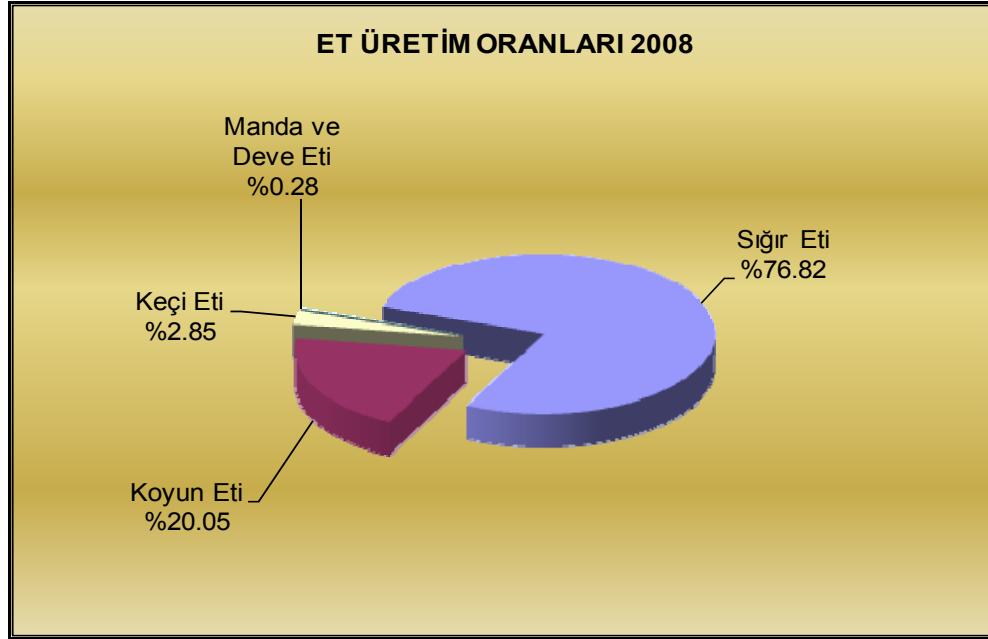


Şekil 1.1 2008 Yılı Türkiye’de Kesilen Hayvanların Yüzdeleri (Türkiye İstatistik Kurumu)

Kesilen hayvan sayılarında küçükbaş hayvanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Fakat büyükbaş hayvandan elde edilen kırmızı et miktarının küçükbaş hayvandan elde edilen kırmızı et miktarının yaklaşık 10 katı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye’de kırmızı et tüketiminin ilk sırasında büyükbaş hayvanlar yer almaktadır. Üretilen kırmızı et miktarlarının yıllara göre değişim Çizelge 1.2’de verilmektedir. Üretilen et miktarlarına bakıldığında sığır eti üretiminin koyun eti üretime oranla 4 kat fazla olduğu gözlemlenmektedir. Şekil 1.2’de 2008 yılı kırmızı et üretim oranları verilmektedir. [17]

Çizelge 1.2 Türkiye Kırmızı Et Üretim Miktarlarının Yıllara Göre Değişimi (Türkiye İstatistik Kurumu)

Üretilen Et Cinsi (Ton)	2005	2006	2007	2008
Sığır Eti	321,681	340,705	431,963	370,619
Koyun Eti	73,743	81,899	117,524	96,738
Keçi Eti	12,390	14,133	24,136	13,753
Manda ve Deve Eti	1,596	1,793	1,999	1,348
TOPLAM	409,410	438,530	575,622	482,458



Şekil 1.2 2008 Yılı Türkiye Kırmızı Et Üretim Oranları (Türkiye İstatistik Kurumu)

TÜİK'ten alınan hayvan kesim sayıları dışında Kurban Bayramı'nda küçük ve büyükbaş hayvan kesimi yapılmaktadır. 3 gün gibi kısa bir sürede neredeyse yıllık kesilen hayvan sayısının yarısı kadar küçük ve büyük baş hayvanın kesildiği tahmin edilmektedir. Kesim işlemlerinin tamamının kayıt altında bulunan resmi kesimhanelerde olmaması, rakamın net olarak bilinmesini engellemektedir. Hayvan satış miktarlarından yola çıkılarak yapılan tahminlerde her yıl Kurban Bayramı'nda 4-5 milyon hayvanın kesildiği öngörülmektedir. Kurban Bayramı'nda kesim işlemleri hijyenik şekilde yapılmamakta ve kesim sonrası oluşan atıklar yeniden değerlendirilmeden doğaya kirlilik olarak bırakılmaktadır. Kurban Bayramı'nda yapılan kesimler ve kesim sonrası oluşan atıklara ait resimler Şekil 1.3'te verilmektedir.



Şekil 1.3 Kurban Bayramı'ndan Kesim Manzaraları

Resimlerde görüldüğü üzere hem kesim şartları uygun değildir hem de atıklar çevreye zarar verecek şekilde atılmaktadır.

Bu görüntülerin bir benzerinin de kesimhane, mezbaha vb. kesim merkezlerinde oluştuğunu ve atıkların tam anlamıyla değerlendirilemediği görülmektedir. Oysaki atık olarak çevreye bırakılan yenemeyen bazı maddelerin geri dönüşümü sağlanabilmektedir. Bu geri dönüşüm enerji veya maddesel olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu sayede atıkların azaltılması ve değerlendirilmesi sağlanabilmektedir.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmayla Türkiye’de mezbahaların durumunun incelenmesi, hijyenik kesim şartlarının oluşturulması, kesim esnasında çıkacak atıklar ve bu atıkların değerlendirilmesi ve ekonomik analizlerin yapılması amaçlanmaktadır.

Bu amaçla yeni bir mezbaha tasarlanması öngörülmektedir. Planlanan mezbaha tipi ekomezbaha olup çevreye duyarlı ve ekonomik açıdan yararlı bir kesimhanenin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Ekolojik mezbahada proje kapsamında hijyenik kesim şartlarının oluşturulması, Kurban Bayramı’nda da kullanılabilir olması, kesimhaneden atık oluşmamasının sağlanması, maksimum düzeyde enerji ve maddesel geri kazanımın sağlanması tasarım kriterleri olarak seçilmektedir.

Ekolojik mezbaha tasarımında hijyenik kesim şartlarının sağlanması için “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Kuruluş, Açılış, Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik”te belirtilen önlemler uygulanmaktadır.

Kesim öncesi, kesim esnası ve kesimden sonra oluşabilecek atıklar ve miktarları hesaplanarak değerlendirilme yöntemleri ortaya konulmaktadır. Atıkların değerlendirilmesinde ilk olarak maddesel geri kazanım kullanılmış olup bu şartlarla değerlendirilemeyen atıklar enerji geri kazanımına tabi tutulmaktadır.

Klasik mezbahalar ve çıkan atıkların değerlendirilme yöntemleri ile Ekomezbaha tasarımında oluşacak atıklar ve değerlendirilme yöntemleri karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajlar ortaya konulmaktadır. Net kıyaslamaların yapılabilmesi amacıyla ekonomik analizler yapılarak yatırım, işletme maliyetleri oluşturulmuştur. Ekonomik analizler inşaat ve işletme aşamalarını kapsayacak şekilde hazırlanmış ve birim hayvan başına düşen masraflar belirlenmiştir.

1.3 Çalışma Yaklaşımı

Bu çalışma kapsamında prototip mezbaha tasarımı yaparak maksimum oranda atıkların geri kazanılması düşünülmüştür. Geri kazanımın temelini büyük oranda, Dazkır M., (2006) tarafından yapılan “Küçükbaş ve Büyükbaş Hayvanların İşkembe Atıklarının Kimyasal Madde Kaynağı Olarak Kullanılması” tez araştırmasındaki işkembe özsuyunun geri kazanılabileceği bir ünitenin mezbahaya entegre edilmesi oluşturmaktadır.

Hayvan işkembeleri incelendiğinde 100–1501 arasında kompleks katı-sıvı karışımların bulunduğu tespit edilmiştir (Czerkowski, 1986). Kompleks karışımların var olduğu bu büyük sindirim organlarında çok büyük miktarda ve çeşitlilikte mikrobiyal popülasyon

bulunmaktadır. Bu popülasyonun görevi işkembeyi anaerobik bir reaktör gibi çalıştırarak lifli yiyeceklerin sindirilmesini sağlamaktır. Bu nedenle işkembe özsuyu olarak nitelendirilen sıvının KOİ ve BOİ değerleri çok yüksektir. Kesilen hayvan sayıları göz önünde alındığında yüksek KOİ değerleri ek arıtma maliyetlerini de beraberinde getirmekte ve et endüstrisi için çok ciddi bir problem oluşturmaktadır. İşkembe özsuyunun mezbaha atıksularına verilmeden ayrı olarak değerlendirilmesi hem arıtma masraflarının azalmasına hem de geri kazanım ürünlerinin satılarak maddi kazanç sağlanması olanak tanımaktadır.

İşkembe özsuyu incelendiğinde bünyesinde sindirilemeyen yemekler, bakteriler, funguslar, uçucu yağ asitleri, enzim ve su bulunmaktadır. İşkembe özsuyundaki UYA asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asitten oluşmaktadır (Hungate, 1966). Bergman (1990) yaptığı araştırmada belirttiği gibi doğal beslenme sistemleri UYA oluşum oranını etkilemektedir. Türkiye’deki beslenme şartları, hazır yem endüstrisi vb. konular göz önüne alınarak 2006 yılında Dazkır M. tarafından yapılan araştırmada küçükbaş ve büyükbaş hayvanlardaki UYA miktarları, KOİ, BOİ, TKM vb. parametreler tespit edilmiştir. Tespit edilen rakamlara göre UYA miktarlarının yüksek olduğu ve geri kazanma metotlarından birine tabi tutulabileceği ortaya çıkmaktadır.

Ayırma metotları incelendiğinde sıvı-sıvı ayırma metotlarından en uygun olanının ekstraktif distilasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemin seçilmesindeki amaç kaynama sıcaklıkları birbirine yakın olan UYA asitlerinin solvent ilavesi ile kaynama noktaları arasındaki farkın artırılması ve ayırma işleminin gerçekleştirilmesidir. Kullanılacak solvent tipi ve miktarı bu çalışmada belirlenerek prototip mezbaha içerisine entegre edilmiştir.

Geri kazanım için düşünölen işkembe özsuyundan UYA ayrılması madde ve enerji geri kazanım yöntemlerinden sadece birisini oluşturmaktadır. Mezbahalarda hayvan borsasından başlayarak kesim sonucunda hayvanların paketlenmesi aşamasına kadar oluşacak bütün atıklar tespit edilerek geri kazanım ve yeniden kullanım alanları araştırılmıştır.

Padok ve borsada bekletilen hayvanlardan kaynaklanacak katı atıkların anaerobik olarak arıtılması tasarlanmış ve biyogaz elde edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen biyogaz ile tesisin ihtiyaı olan ısıtma ve elektrik giderleri azaltılmıştır. Padok ve hayvan borsasında bekletilen hayvanlar için sıvı gübreyi ayrı toplayacak tasarımlar yapılmaktadır. Ayrı toplanan sıvı gübre belli oranlarda seyreltilerek tarlalarda kullanılmak üzere satışa sunulacaktır.

Anaerobik arıtmadan çıkan sıvı kısım lagüne gönderilerek su mercimeği ve su sümbölü yardımıyla hem ikincil arıtma gerekleştirilmış hem de sıvı gübrenin seyreltme suyu ve

kompost ünitesine ilave kaynak doğal arıtmadan sağlanmış olacaktır. Arıtmadan çıkan katı kısım ise tesis içerisinde teşkil edilmiş olan kompost alanına gönderilerek geri dönüşümü sağlanacaktır.

Mezbaha ve kesimhanelerin atıksu arıtım masrafları incelendiğinde tesis işletmesine çok büyük yük getirdiği gözlemlenmektedir. Tasarımı yapılacak mezbaha ile arıtım giderleri azaltılırken elde edilecek yan ürünlerin satışı ve atıkların geri kazanılması sayesinde gelir düzeyleri arttırılacak ve daha temiz bir çevrenin oluşmasına katkı sağlanacaktır.

2. TÜRKİYE VE DÜNYADA HAYVANSAL ÜRETİM DURUMU

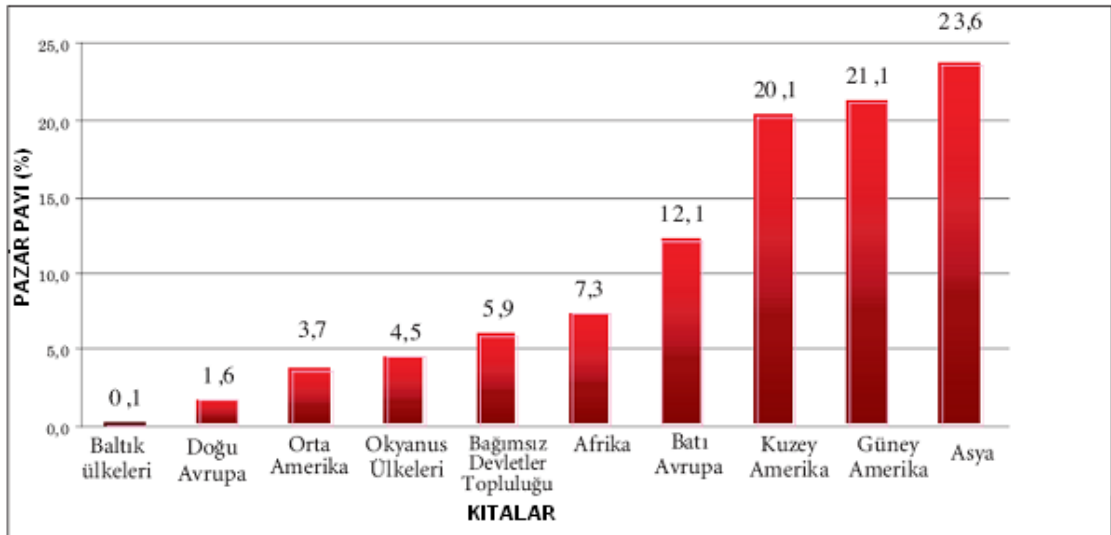
2.1 Dünya’da Kırmızı Et Üretim Durumu

2.1.1 Büyükbaş Hayvan Üretimi

Dünya’da büyükbaş hayvan üretimine bakıldığında ilk akla gelen BB hayvancılıktır. Et ihtiyacının büyük kısmının karşılandığı sığırcılık dünyanın pek çok ülkesinde istihdam kaynağı olarak görülmektedir.

FAO 2004 yılı verileri incelendiğinde dünyada 62.244.000 ton büyükbaş hayvan et üretimi gerçekleştirilmiştir. Kıtalar arası dağılıma bakıldığında %23,6’lık pay ile Asya Kıtası ilk sırada yer almaktadır. %21,1 ile Güney Amerika ve %20,1 ile Kuzey Amerika Asya Kıtası’nı takip etmektedir.

Türkiye ve Dünya’daki üretim değişkenliği kıyaslandığında artış ve azalışların uyumlu olmadığını görmekteyiz. Bunun nedeni olarak Türkiye’deki hayvancılığın yeterince gelişmemesi ve dünya ülkeleri tarafından üretim kalitesinin yeterli bulunmamasıdır. Ülkemizde yetişen türler genelde düşük verimli türlerden ve çok az sayıda da kültür melezinden oluşmaktadır. Bu da üretim kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Üretim kalitesi dikkate alındığında en çok üretim yapan ülkenin ABD olduğu görülmektedir. Türkiye’nin ise bu pazardaki payı yaklaşık %1,7’dir. Pazar payı dağılımlarına ait grafik Şekil 2.1’de verilmiştir. [3]



Şekil 2.1 Dünya Büyükbaş Hayvan Et Üretimi Pazar Payı Oranları

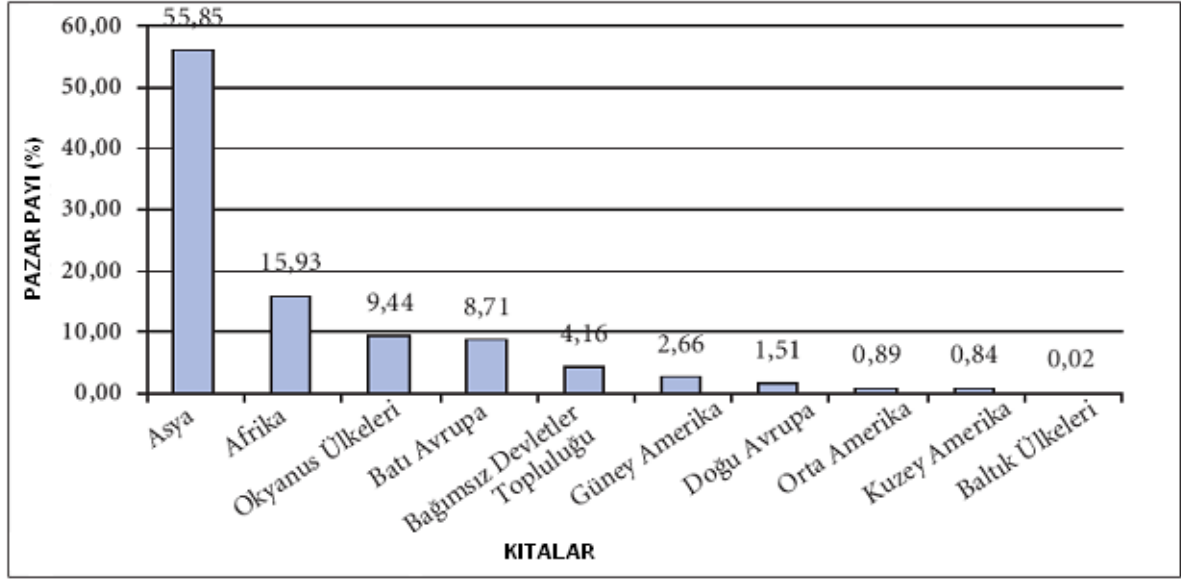
Dünya’da yıllara göre et üretim miktarındaki değişimler gözlemlendiğinde gelişmiş ülkelerde arz-talep doğrultusunda istikrarlı olarak seyretmektedir. Daha az gelişmiş ülkelerde ise bu dengenin olmadığı ve dünyada gözlemlenen arz-talep dengesinin dışında değişimler olduğu gözlemlenmektedir.

Avrupa birliği ülkelerinde et ihtiyacının büyük kısmını 4 büyük ülke gidermektedir. Fransa(%21,4), Almanya(%17,9), İtalya(%14,6) ve İngiltere(%9,25) yüksek üretim oranları ile Avrupa et pazarını ellerinde bulundurmaktadırlar. AB ülkelerinde ortalama kişi başı yıllık tüketilen et miktarı 91,7 kg’dır. Tüketilen et miktarlarında ilk sırayı domuz eti alırken ikinci sırada dana ve sığır eti gelmektedir. Yaşanan deli dana salgını vb. hadiseler et tüketim oranlarında değişimlere sebep olsa da yıllara göre değişimlerde BB hayvanlar ikincil et kaynağı olarak ön plana çıkmaktadır.

2.1.2 Küçükbaş Hayvan Üretimi

Küçükbaş hayvancılığın büyükbaş hayvancılığa göre daha kolay olması, daha elverişsiz ortamlarda bile yapılabilmesi, besi ihtiyacının az olması gibi nedenlerden dolayı üretim miktarlarının daha fazla olduğu görülmektedir. Birim hayvan başına et üretimi az olmasına rağmen yetiştirilen hayvan sayısının fazla olması nedeniyle kırmızı et ihtiyacının yaklaşık %35 koyun, keçi gibi küçükbaş hayvanlardan karşılanmaktadır.

Dünya üretim durumuna göz attığımızda BB hayvan yetiştiriciliğinde olduğu gibi ilk sırayı Asya Kıtası’nın aldığı ve yıllık küçükbaş üretiminin %55’ini karşıladığı tespit edilmiştir. Otlak ve mera alanlarının fazla olması bu bölgede KB hayvan yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasındaki en önemli etkidir. Türkiye’de yetiştirilen ırkların verimsiz, küçük cüsseli ve süt veren cins olması nedeniyle rağbet görmemektedir. Bu nedenle Türkiye’nin KB hayvan yetiştiriciliğinde dünyadaki payı %2’de kalmıştır. KB hayvan yetiştiriciliğinde pazar payı dağılımlarına ait grafik Şekil 2.2’de verilmiştir. [3]



Şekil 2.2 Dünya Küçükbaş Hayvan Et Üretimi Pazar Payı Oranları

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde de büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde olduğu gibi kararsızlıklar gözlemlenmektedir. Dünya et tüketim miktarında artış olduğu dönemlerde Türkiye’deki üretim oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir.

2.2 Türkiye’de Kırmızı Et Üretim Durumu

Ülkemizde hayvansal ürünlerin tüketim miktarı Dünya ve Avrupa standartlarının çok altında kalmaktadır. Bunun başlıca nedeni ise ülkemizin ekonomik yönden yeterli gelişim düzeyine ulaşamamış olmasıdır. Enflasyon oranlarının yüksek olması ve gelir gücünün azalması et ürünlerinin tüketim oranlarını düşürmektedir.

Hayvansal üretim miktarlarına göre hayvansal gıda ihtiyacının büyük kısmını BB hayvanlardan elde edilen kırmızı et ürünleri oluşturmaktadır. BB hayvanlarda görülen hastalıklar nedeniyle tüketim miktarlarında azalmalar meydana gelse de protein ihtiyacının büyük kısmı BB hayvan et ürünlerinden karşılanmaktadır. Türkiye’de türlerine göre kesilen hayvan sayıları Çizelge 2.1’de verilmiştir. [17]

Çizelge 2.1 Türkiye’de Türlerine Göre Kesilen Hayvan Sayıları (Türkiye İstatistik Kurumu)

	Koyun - Sheep	Keçi - Goat	Sığır - Cattle	Manda (Buffaloes)	Deve (Camel)	Domuz (Pig)
	(baş - heads)	(baş - heads)	(baş - heads)	(baş - heads)	(baş - heads)	(baş - heads)
1936	2 118 056	880 273	279 990	20 951	769	2 008
1940	2 756 578	759 421	414 711	40 967	2 455	2 450
1945	2 489 283	873 006	347 276	37 576	1 551	1 462
1950	3 052 234	803 875	445 297	21 352	956	2 388
1955	3 849 903	1 082 849	842 700	55 193	1 959	2 646
1960	4 780 430	1 320 273	978 895	48 291	1 215	4 671
1965	4 874 670	236 010	1 177 120	88 270	3 384	4 374
1970	6 712 640	1 739 206	1 584 910	136 695	3 140	5 515
1975	7 901 185	1 442 080	1 935 930	147 110	740	2 925
1980	5 616 560	1 149 560	1 822 960	94 950	400	6 390
1985	8 440 340	862 280	2 121 510	95 731	1 960	10 110
1990	8 759 862	1 125 655	2 289 413	82 834	315	6 550
1995	5 493 520	842 770	1 820 770	38 310	70	5 570
2000	6 110 853	1 166 169	2 101 583	23 518	29	3 650
2005	4 145 343	688 704	1 630 471	8 920	49	278
2006	4 763 394	803 063	1 750 997	9 658	55	
2007	6 428 866	1 256 348	2 003 991	9 532	33	0
2008	5 588 906	767 522	1 736 107	7 251	47	0
2009	3 997 348	606 042	1 502 073	4 857	55	47

Ülkemizde BB hayvan ve KB hayvan karkas ağırlıkları sırasıyla 180 kg ve 18 kg olarak genellenmektedir. Dünya standartları ile karşılaştırıldığında karkas ağırlıklarının daha az olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ülkemizde geliştirilen besicilik yöntemleriyle 1980’li yıllardan bu yana karkas ağırlığı sürekli olarak artmaktadır.

TÜİK verilerine göre 2009 yılında üretilen 412.621 ton etin % 79,08’i BB, %20,92’si KB hayvanlardan sağlanmıştır. Ülkemizde BB hayvan üretiminin ağırlıkla yapıldığı görülmektedir. Ülkemizde kırmızı et üretim oranları Çizelge 2.2’de verilmiştir. [17]

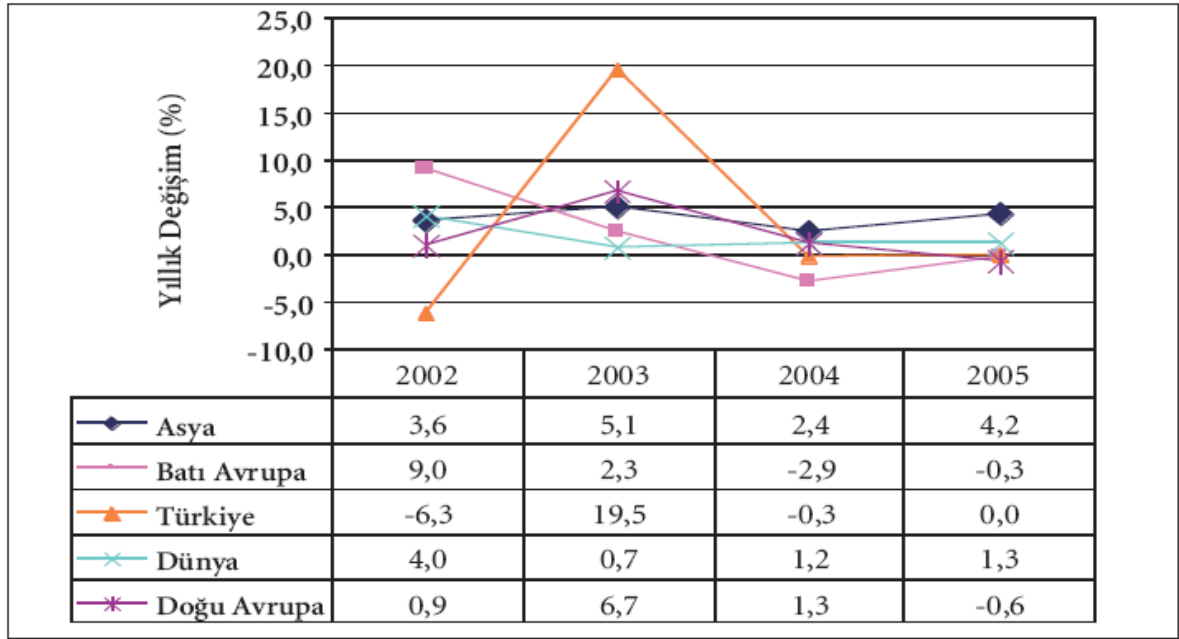
Çizelge 2.2 Türkiye’de Türlerine Göre Hayvansal Ürün Oranları (Türkiye İstatistik Kurumu)

Yıllar	Toplam Üretim (ton)	Toplam Üretimde Payı (%)					
		Koyun	Keçi	Sığır	Manda	Deve	Domuz
1991	466 780	27,56	4,19	66,32	1,89	0,022	0,024
1992	448 943	27,37	3,85	66,97	1,77	0,009	0,024
1993	432 293	26,09	3,74	68,49	1,65	0,007	0,022
1994	466 154	27,10	3,20	67,93	1,75	0,009	0,017
1995	415 239	24,59	3,40	70,43	1,47	0,003	0,107
1996	416 797	23,54	2,94	72,42	0,75	0,001	0,342
1997	516 946	22,46	3,02	73,42	1,09	0,003	0,010
1998	532 504	27,17	4,40	67,47	0,89	0,004	0,059
1999	511 296	25,91	4,63	68,39	1,02	0,002	0,047
2000	491 499	22,61	4,35	72,15	0,82	0,002	0,056
2001	435 778	19,66	3,70	76,09	0,53	0,002	0,020
2002	420 595	18,03	3,67	77,90	0,39	0,004	0,009
2003	366 961	17,17	3,13	79,15	0,47	0,007	0,076
2004	447 154	15,59	2,30	81,63	0,44	0,004	0,039
2005	409 423	18,01	3,03	78,57	0,39	0,004	0,003
2006	438 530	18,68	3,22	77,69	0,40	0,004	0,000
2007	575 622	20,42	4,19	75,04	0,35	0,002	0,000
2008	482 458	20,05	2,85	76,82	0,28	0,003	0,000
2009	412 621	18,09	2,83	78,83	0,24	0,004	0,001

2.3 Dünyada ve Türkiye’de Kırmızı Et Tüketim Durumu

Dengeli ve düzenli beslenmenin temelini oluşturan protein ihtiyacının büyük kısmı kırmızı etten karşılanmaktadır. Et tüketimi gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olarak da kabul görmektedir. Dünya et tüketim oranlarına bakıldığında Asya Kıtası ilk sırada yer almaktadır. Sırasıyla Kuzey ve Güney Amerika Kıtası et tüketiminde Asya Kıtası’nı takip etmektedir.

2002–2005 yılları arasında BB hayvan et tüketimine bakıldığında kararsız değişimler gösterdiği tespit edilmektedir. Et fiyatlarındaki değişimler ve ülkenin içinde bulunduğu ekonomik durum tüketim oranlarını etkilemektedir. Üretim miktarının düşmesi ve hayvancılığın ülkemizin önemli geçim kaynakları arasında yer almaması et fiyatlarını etkilemektedir. Türkiye ve Dünya’daki BB et tüketim miktarlarındaki değişime ait grafik Şekil 2.3’de verilmiştir. [3]



Şekil 2.3 Dünyada BB Hayvan Ürünleri Tüketim Miktarındaki Değişim Oranları

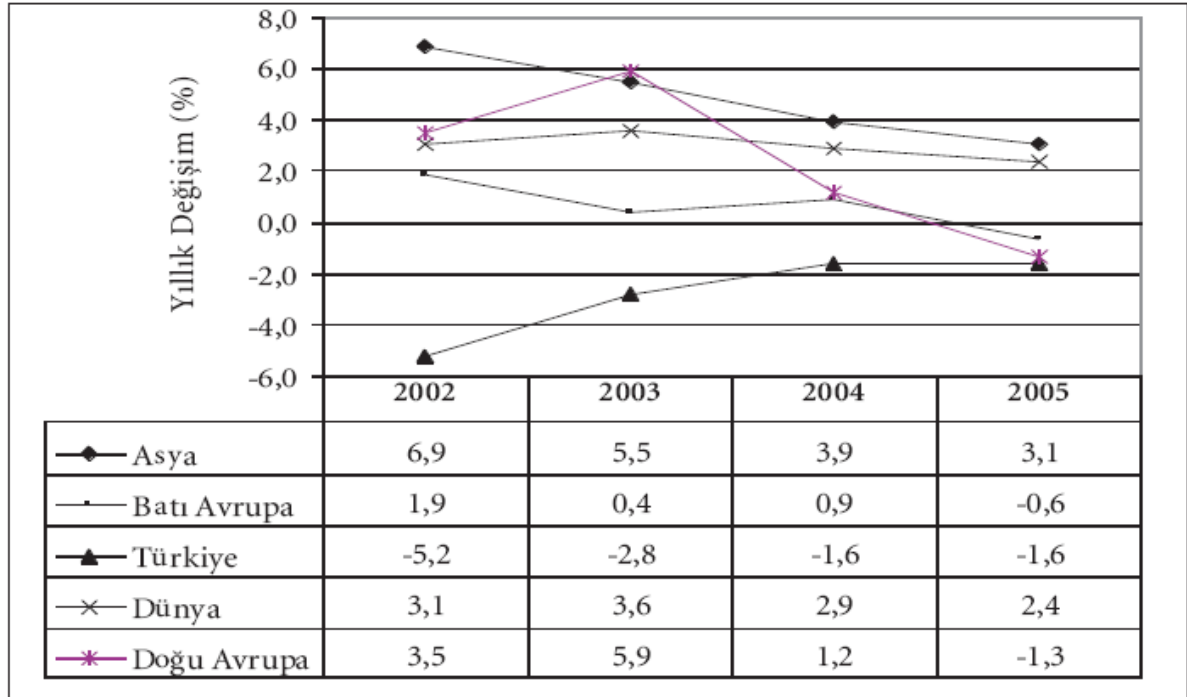
Ülkemizde BB hayvanların tüketim değerleri Asya Kıtası ortalamasının üstünde olmasına rağmen dünya standartlarının gerisinde kalmaktadır. Kuzey Amerika'da yaklaşık %43 tüketim oranı gözlenirken ülkemizde kişi başı tüketim oranında BB hayvanın yeri %5,5 civarındadır. Kişi başı BB hayvan tüketim oranları Çizelge 2.3'te verilmiştir. [3]

Çizelge 2.3 Dünyada Kişi Başı BB Hayvan Ürünleri Tüketim Oranları

Birimler	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Afrika	5.8	5.5	5.7	5.6	5.7	5.8
Kuzey Amerika	43.4	42.2	43.2	41.8	42.2	42.4
Orta Amerika	13.7	13.6	13.8	13.3	13.6	13.3
Güney Amerika	32.1	31	31.5	30.9	30.9	31.1
Asya	4	3.9	4	4.1	4.2	4.4
Batı Avrupa	20.2	18.5	20.1	20.6	20	19.9
Doğu Avrupa	10	8.8	8.9	9.5	9.7	9.6
Baltık Ülkeleri	12.8	10.6	9.8	10.2	11	11.7
Okyanus Ülkeleri	32	35.5	31.2	31.4	34.2	34.4
Bağımsız Devletler Topluluğu	14.5	14.8	15.7	15.2	14.8	14.6
Dünya	9.9	9.6	9.8	9.8	9.8	9.9
Türkiye	5.4	5.1	4.7	5.5	5.5	5.5

KB hayvan üreticiliğinin daha kolay olması ve KB hayvanların daha dayanıklı olması nedeniyle üretim miktarları BB hayvanlara göre daha fazladır. Bu da KB tüketim miktarının fazla olmasını sağlamaktadır. Buna rağmen yıllara göre değişimler incelendiğinde KB üretim oranlarında sürekli bir azalış görülmektedir. Hayvancılık sektörünün gerilemesi ve başlıca

gelir kaynakları arasında yer almaması üretimin azalmasında etkili olmaktadır. Dünya’da ve Türkiye’de KB hayvan üretiminde meydana gelen değişimler Şekil 2.4’te verilmiştir. [3]



Şekil 2.4 Dünyada KB Hayvan Üretim Oranları

3. MEZBAHA-ET ENTEGRE TESİSLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Et entegre tesisleri; büyük ve küçükbaş hayvanların kesildiği, parçalandığı, derisinin yüzölüp iç organlarının ayıklandığı ve böylece elde edilen karkastan çeşitli et ve et ürünlerinin üretildiği, kesimden ortaya çıkan ürünlerin değerlendirilerek çeşitli yan ürünlerin elde edildiği tesisleri kapsamaktadır. Mezbahalar ise, genellikle hayvanların kesildiği bir kesim yeri olarak hizmet görmekte, yan ürünler nerdeyse hiç değerlendirilmemektedir.

Et kombinalarında ise et üretimi yanında ayrıca et-kemik, kemik, kan unu gibi hayvan beslenmesinde, rendering yağları gibi sabun endüstrisinde, safra, guddeler gibi kimya endüstrilerinde kullanılan ürünler de üretilmektedir. Ayrıca deri ve bağırsak değerleri mezbahalarda üretilenlere göre daha yüksek olmaktadır.

Et ürünleri endüstrisi en genel halde kullanılan proseslere göre aşağıdaki şekilde kategorilere ayrılmaktadır:

- A. Basit mezbahalar,
- B. Kompleks mezbahalar,
- C. Et kombinaları;
- C.1. Az işlemlili et kombinaları,
- C.2. Çok işlemlili et kombinaları,
- D. Küçük et işleme tesisleri,
- E. Et parçalayıcı işletmeler,
- F. Sucuk-salam ve hazır et üreten işletmeler,
- G. Jambon işletmeleri,
- H. Et konserve işletmeleri,
- I. Rendering tesisleri.

Ancak en genel halde aşağıdaki gibi bir sınıflandırma da yapılabilmektedir

- a. Mezbahalar; sadece kesme, deri yüzme, sakatat ayırma işlemlerini içerir.
- b. Kombinalar; hem mezbaha hem de et, deri ve sakatat işleme ve rendering proseslerini içerir.
- c. Et işleme tesisleri ise; sadece et işleme proseslerini içermektedir. Canlı hayvan kesimi yapmayan et ürünleri işleme ve paketlenme atölyeleri bu sınıfa girmektedir.

Mezbahalar ve et entegre tesislerine ait proses akım şeması Şekil 3.1’de, ana ve yardımcı prosesler ise Çizelge 3.1’de verilmektedir.

3.1 Mezbahalar ve Et Entegre Tesislerinden Elde Edilen Ana ve Yan Ürünler

3.1.1 Birinci Temel Ürünler

- A. Taze et ürünleri,
- B. Dondurulmuş et ürünleri,
- C. İşlenmiş et ürünleri,
 - a. Parça halinde işlenmiş et ürünleri,
 - a.1. Pastırma ve füme etler
 - a.2. Konserve ürünler
 - b. Kuşbaşı ve kıyma büyüklüğünde işlenen et ürünleri,
 - b.1. Sucuk
 - b.2. Kavurmalar
 - c. Kıyma halinde parçalanarak üretilen diğer et ürünleri,
 - c.1. Köfte
 - c.2. Hamburger
 - d. Emülsiyon teknolojisi uygulanarak işlenen et ürünleri,
 - d.1. Sosis
 - d.2. Salam

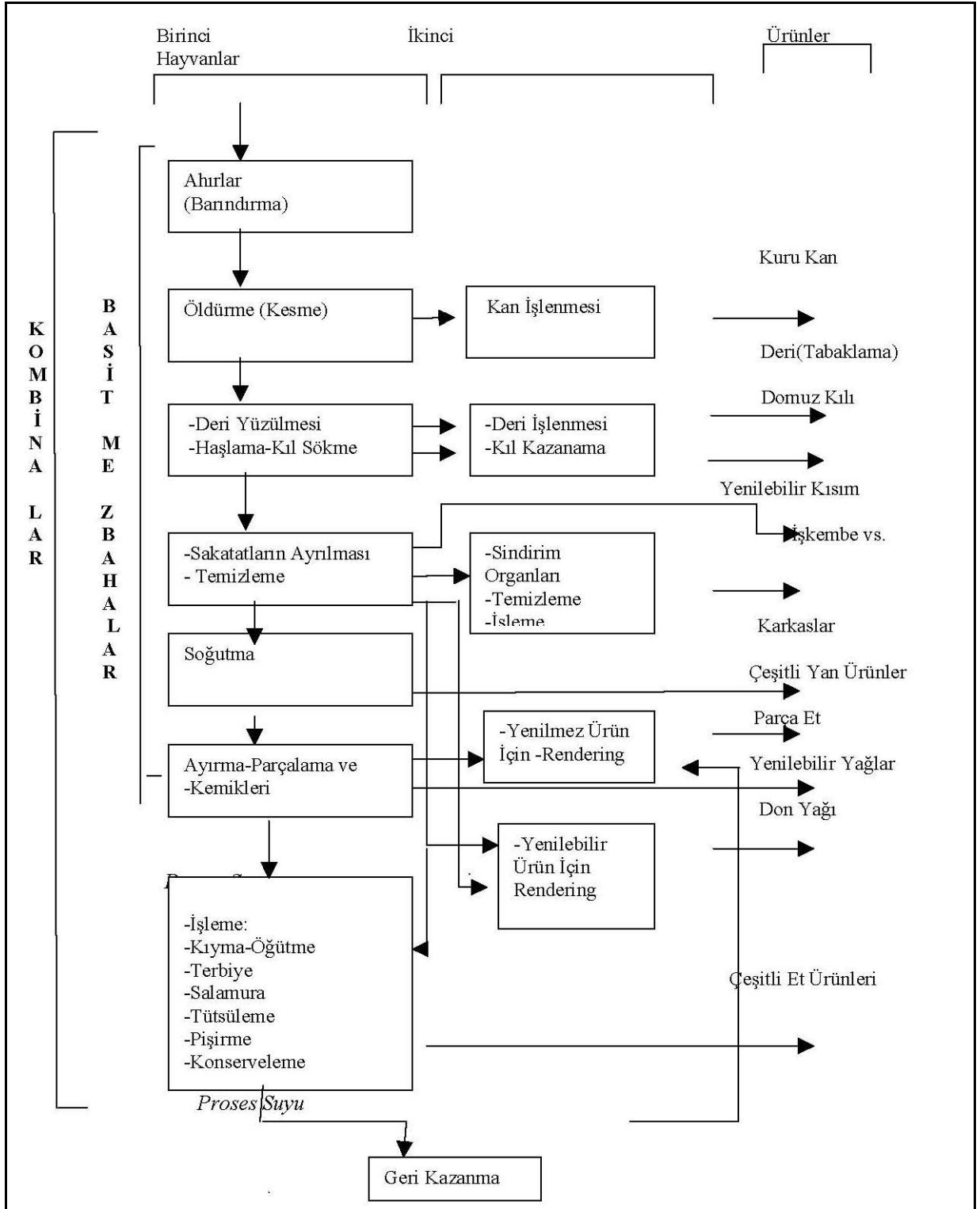
3.1.2 İkinci Temel Ürünler

- a. Yağlar: İnsan gıdası olarak kullanılan iç yağlar,

b. Yenebilen iç organlar, baş ve ayaklar (sakatat), Baş etleri(kelle), beyin, dil, kalp, karaciğer, böbrekler, dalak, iškembe, testisler, koyun ve keçi düz barsak, ayaklar.

Çizelge 3.1 Mezbaha Tipleri, Oluşan Ana ve Yardımcı Ürünler (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası)

Alt Kategoriler	Ana Prosesler	Yardımcı Prosesler	Ürün
Basit Mezbahalar (A)	- Hayvan barındırma - Kesme (öldürme) - Deri yüzme - Sakatat ayırma	Sakatat işleme Deri yıkama-tuzlama Karkas Parçalama işlemlerinden Bir veya en çok ikisi	- Karkas - Kan -Sakatat -Kıl -Deri
Kompleks Mezbahalar (B)	(A)'nın aynısı	Sakatat işleme Deri yıkama-tuzlama Karkas parçalama Kan işleme Rendering İşlemlerinden en az üç tanesi	- Karkas - Yan ürünler - Sakatat - Parça et - Ham veya yarı mamul deri - Ham veya işlenmiş kan -Rendering ürünleri
Az İşlemlili Kombinalar (C)	(A)'nın aynısı Sadece kendi kestiği eti kullanır	- Et tuzlama-salamura - Et tütüleme - Et konserveleme - Diğer et işlemleri - Salam Sucuk üretme -	- İşlenmiş çeşitli etler -Az miktarda Salam Sucuk
Çok İşlemlili Kombinalar (D)	(A)'nın aynısı kendi kesimi dışında ayrıca karkas satın alır	(C)'nin aynısı	(C)'nin aynısı
(E,F,G,H,I)	- Donmuş et çözme - Haşlama, pişirme, tütüleme, kurutma dondurma, dilimleme vb. - Konserveleme işlemleri	- Paketleme	- Et işleme Tesisleri - Tuzlanmış-salamura et - Tütümlü et - Kavurma et - Konserve et - Diğer hazır etler -Sosis, salam,sucuk,pastırma - Jambon - Dilimlenmiş et ürünleri - Yenilir yağ
Rendering Tesisleri (J)	- Rendering		- Don yağ - Ecza hammaddeleri - Hayvan vemleri



Şekil 3.1 Klasik Mezbahalarda Gözlemlenen Akım Şeması (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası)

3.1.3 Yan Ürünler

A. Kan,

A.1. Et-kemik unu, A.2. Kemik unu, A.3. Rendering yağları, A.4. Tırnak-boynuz unu

B. Barsak,

C. Deri,

D. Çeşitli tıbbi ve biyoteknolojik preparatlar.

4. MEZBAHALARDAN KAYNAKLANAN ATIKLAR, KULLANILAN ARITMA YÖNTEMLERİ VE ÇEVRESEL ETKİLER

4.1 Mezbahalar ve Et Entegre Tesislerinden Alıcı Ortama Verilen Atık Türleri

Mezbahalarda, kesimhane ve et işleme prosesleri sırasında oluşan atıksular kan, et, yağ ve sakatat parçacıkları içermektedir. Bu sular genellikle yüksek KOI, BOI₅, toplam askıda katı madde, yağ, gres ve yüzer maddeler içermektedir. Et endüstrisi atıklarında en önemli kirliliklerden biri kandır. Eskiden kanalizasyon sistemine verilen kan bugün yan ürün olarak kullanılmaktadır. İşkembe özsuyu ve kan gibi atıklar kanalizasyon sistemine verildiklerinde, toplam katı madde konsantrasyonunu arttırmaktadırlar. Hayvan kesimi ve işleme tesislerinde önemli bir kirlilik kaynağı da uygulanan temizlik işlemleridir. Yaş işlemlerde kirlilik yükü fazla olmaktadır. Bu nedenle kirlilik yüklerini azaltmak üzere yağ temizleme yerine kuru temizleme yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Mezbaha işlemleri esas olarak kesme bölümü etrafında toplanmaktadır.

Et endüstrisi atıksularındaki kirliliğin belirlenmesi ve kontrolünde kalite ölçütlerine baz oluşturacak esas parametrelerin özellikleri ve etkileri şu şekildedir;

— **Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI₅):** Evsel ve endüstriyel atıksuların oksijen gereksinimini ölçmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Atıklardaki BOI su kaynaklarına verildiğinde, ortamda çözünmüş durumda bulunan oksijeni azaltarak suda yaşayan canlıları etkilemektedir. BOI'den ötürü oksijen konsantrasyonu düştükçe balıklar ve sudaki aerobik yaşamın diğer unsurlarının da yaşama koşulları ortadan kalkmaktadır. Oksijen tamamen tükendiğinde anaerobik ayrışma baş gösterir ve metan, hidrojen sülfür gibi istenmeyen ayrışma ürünleri meydana gelmektedir.

— **Toplam Askıda Katı Madde:** Suda çözünmüş halde bulunmayan maddeleri kapsamaktadır. Askı maddeler çevre sularında dipsel birikimlere ve bulanıklığa yol açar. Ayrıca balıkların solunum yollarını da tahriş etmektedir.

— **Yağ ve Gres:** Parametresi yağ ve gres sınıfına girebilen serbest ve emülsiyon halinde bulunabilen çok çeşitli maddeleri içermektedir. Bu maddeler evsel, hayvan ve bitki veya petrol türevleri orijinli olabilmektedir.

Genelde yağ ve gresler su yaşamına, kanalizasyon sistemine ve alıcı ortama zararlı maddelerdir. Yüzücü yağ ve gres su üstünde bir film oluşturmakta, ışık ve oksijen transferine etki eder, hatta tamamen engelleyebilmektedir. Canlılara ve suda bulunan araçlara bulaşarak

ortamı kirletmektedir. Emülsiyon haldeki yağlar balıklarda zehir etkisi yapmaktadır. Bu etki daha çok balıkların solunum yollarının yağla kaplanması sonucu oluşmaktadır. Yağ ve gres dibe çökerse dipsel yaşamı özellikle balık yumurtalarını tahrip etmektedir.

Atıksu karakterizasyonu için yurtiçi ve yurtdışında çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan literatür çalışmaları beslenme şekillerinin mezbaha suyu konsantrasyonlarında etkili olduğunu ortaya koymuştur. Dünya literatüründe mezbahalar için belirlenen atıksu karakterizasyonu Çizelge 4.1’de, Türkiye için yapılan atıksu karakterizasyonu ise Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.1 Dünya Literatüründe Tespit Edilen Mezbaha Atıksu Karakterizasyonu (Li vd., 1986; Manjunath vd., 1999)

Parametre	Li ve diğerleri	Manjunath ve diğerleri
BOI ₅ (mg/L)	399-1037	600-3900
KOI (mg/L)	628-1437	1100-7250
Yağ ve Gres (mg/L)	97-452	125-400
TKN (mg/L)	44-126	90-150
PO ₄ -P (mg/L)	10-16	8-15
NH ₃ -N (mg/L)	25-105	---
AKM (mg/L)	92-430	300-2300
pH	6.3-7.2	6.5-7.3
Renk	Yüksek	Yüksek
Klorür (mg/L)	488	488
Sıcaklık (°C)	27 – 38	27 – 38

Çizelge 4.2 Türkiye’de Tespit Edilen Mezbaha Atıksu Karakterizasyonu (Soğancıoğlu vd., 2007, Tunay, 1996, Dazkır, 2006)

Parametre	Soğancıoğlu ve diğerleri	Özyonar, 2007	Tunay, 1996	Dazkır, 2006
BOI ₅ (mg/L)	12705	1950-2640	400-3000	1100
KOI (mg/L)	15600	3337-4150	-	3200
Yağ ve Gres (mg/L)	-	275-376	200-1000	400
TKN (mg/L)	1428	-	68-114	-
PO ₄ -P (mg/L)	31	-	-	9,4
NH ₃ -N (mg/L)	1316	-	-	7-50
AKM (mg/L)	3500	980-1200	230-3000	1050
pH	7,2	6,72-7,27	-	6,5-8,5

4.2 Kullanılan Arıtma Yöntemleri

Basit mezbahalardan kaynaklanan atıksularda kullanılacak arıtma sistemleri dizayn edilirken önemli kriterlerden biri de deşarj standartlarıdır. Deşarj standartları arıtma veriminin ve sistemin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Arıtma tesisi tasarımında 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” esas alınmıştır. Söz konusu yönetmelikte belirlenen Gıda Sanayi (Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri) ile ilgili arıtılmış su deşarj değerleri Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri Deşarj Standartları (31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
BOİ	mg/L	-	40
KOİ	mg/L	250	160
Yağ ve Gres	mg/L	30	20
pH	-	6 – 9	6 – 9

Kesimhaneler için ayırma ve arıtma faaliyetlerinin olması yer altı ve yüzeysel sularda oluşan kirliliğin azalmasında olumlu bir etki yaratacaktır. Bu sayede yüzeysel suların kalitesi artacaktır. Sistem doğru bir şekilde çalıştırılır ve standart işletme şartları yerine getirilirse arıtma deşarj suları hiçbir kötü etkiye sebep olmamaktadırlar. Arıtma tesislerinin çalıştırılması bölge halkının sağlığına da doğrudan pozitif bir etki yapacaktır. Bölgesel

ihtiyaçların dışında artıma tesisinde çalışan personelin sağlığını korumak için güvenli donanımlar sağlanarak sistemin negatif etkilerinden korunabilir.

Yeterli amur ve atık giderim tesisleri dizayn edilmez veya uygun şartlarda çalıştırılmazsa insan ve hayvan sağlığı üzerindeki negatif etkiler oluşturabilecektir.

Çamur ve atık giderim tekniklerinde şu kriterler uygulanmalıdır;

- Tehlikeli ve tehlikeli olmayan atıklar kaynağında ayrılmalıdır.
- Sisteme ana atık debisinin giriş bölgesinde yenilenemez hayvan parçalarının girmesi engellenmelidir.
- Tahılların büyümesi için zararsız hayvan atıkları tarım alanlarında kullanılmalıdır.

Bazı potansiyel çevresel etkiler, yağ kapanları, arıtma ve çamur depolama tanklarında koku problemlerine neden olmaktadır. Bu etkiler genellikle elverişsiz iklim şartlarında (yüksek sıcaklık, yüksek basınç veya rzgr) meydana gelmektedir. Yapı için en uygun yerin seçimi giderme verimini de etkilemektedir.

4.2.1 Mezbahalara Ait Arıtma Düzeyleri

Et rnleri endstirilerinin kirlenme denetimi ve arıtma teknolojisinde gittikçe artan kirlilik giderimine karşı gelen beş düzey tanımlanmaktadır;

1. Düzey: Tesis içi kirlenme kontrolü,
2. Düzey: Ayrılmış atıksu akımlarında hazırlık arıtımı (tesis içi arıtma),
3. Düzey: Bileşik atıksu akımının ikinci kademe (biyolojik) arıtımı,
4. Düzey: Biyolojik arıtma sonrası üçüncü kademe arıtma,
5. Düzey: Deşarjın tamamen kesilmesi.

Bunlardan birinci, ikinci ve bazı durumlarda üçüncü düzeyler n arıtmaya karşılık gelmektedir. 4. düzey ise ayrışmaya dayanıklı organik madde ve askı maddeleri kalıntılarının azaltılarak çok daha az kirlilik yüküne sahip ve doğrudan sulamada kullanılabilecek çıkış suyu elde edilmesine imkn sağlayan ileri arıtma düzeylerine karşı gelmektedir. Bunların arasındaki 3. düzey ise en pratik teknolojilerle ekonomik olarak yapılabilen arıtmayı göstermektedir. Yukarıda adı geçen arıtma düzeyleri şu şekilde detaylandırılabilir;

1.Düzey: Tesis İçi Kirlenme Kontrolü

- Su kullanımının azaltılması

2.Düzey: Ayrılmış Atıksu Akımlarında Hazırlık Arıtımı (Tesis İçi Arıtma):

- Izgara ve eleklerden geçirme
- Tutma havuzları (sıyırma ve çökeltme)
- Çözünmüş hava yüzdürmesi (DAF)
- Dengeleme

3.Düzey: Bileşik Atıksu Akımının İkinci Kademe Arıtımı

1. ve 2. düzey arıtmalarda atıksulardaki organik maddelerin çok azı giderilir. BOI ve TAM'ın büyük bir kısmı, özellikle organik maddelerin yükseltgendiği biyolojik proseslerle giderilebilir. Bu amaçla kullanılan birçok farklı sistem bulunmaktadır.

2. düzeyden sonra bileşik atıksu akımının biyolojik arıtımında en çok kullanılan sistemler:

Çeşitli tipte lagünler (havalı/havasız),

Aktif çamur sisteminin değişik tipleri,

Yüksek hızlı damlatmalı filtreler şeklinde sıralanabilir. Son yıllarda döner disk ve havasız arıtma sistemleri de hızla yaygınlaşmaktadır.

4.Düzey: Üçüncü Kademe Arıtma

Üçüncü kademe arıtmada kullanılabilecek sistemler;

- Kum filtreler
- Mikrostrainer
- Elektrodializ
- İyon değişimi
- Amonyak sıyırma
- Karbon absorpsiyonu
- Kimyasal çökeltme
- Ters ozmos olarak sıralanabilir.

5.Düzey: Alıcı Ortama Deşarj Yapmama

Bu durumda en ileri kademeye kadar arıtılmış suyun, sanki bir su kaynağı gibi kullanımı göz önüne alınmalıdır. Bu konuda özellikle tarım alanlarının sulanması en çok uygulama alanı bulmaktadır. Bir diğer yöntem de, sığ havuzlardan toplanan ileri derecede arıtılmış atıksuyu buharlaştırmaktır.

4.2.2 Mezbahalar ve Et Entegre Tesisleri İçin En Uygun Arıtma Teknolojisi

Mezbahalar ve et entegre tesisleri kategorisi üç alt kategoriden oluşmaktadır. Bu endüstri atık sularının arıtılması için belirlenen en uygun arıtma teknolojisi alt kategoriler ele alınarak aşağıda açıklanmıştır.

4.2.2.1 Basit Mezbahalar Alt Kategorisi

- En uygun arıtma teknolojisi aşağıdaki birim, işlem ve proseslerden oluşmaktadır.
- Kanın atıksu akımına karıştırılmadan ayrı bir çukurda toplanması,
- Atıksu akımlarının ayrılması,
- Kesme, deri yüzme, sakatat ayırma ve karkas parçalama işlemleri atıksularının bir ızgaradan geçirilerek tutma havuzlarına verilmesi, çökeltilerek yağ ve yüzücü maddelerin sıyrılması,
- Sindirim organları temizleme, ayıklama atıksularının eleklerden geçirilmesi,
- Ağılardan gelen atıksuların bir kapandan geçirilmesi,
- Atıksu akımlarının birleştirilmesi ve dengelenmesi,
- İki aşamalı ikinci kademe arıtma (biyolojik arıtma)

4.2.2.2 Kombinalar Alt Kategorisi

- En uygun arıtma teknolojisi aşağıdaki birim, işlem ve proseslerden oluşmaktadır.
- Tesis içi kirlenme kontrolü,
- Atıksu akımlarının ayrılması,
- Kesme, deri yüzme, sakatat ayırma, karkas parçalama-doğrama ve tüm et işleme prosesleriyle deri işleme prosesi dışındaki tüm yan proseslerin atıksularının birlikte toplanarak ızgaradan geçirilmesi ve tutma havuzlarında çökeltilerek yağının sıyrılması ve çözünmüş hava yüzdürmesi uygulaması,

- Sindirim organları temizleme – ayıklama (varsa domuz haşlama ve kıl sökme) prosesi atık sularının elekten geçirilmesi ve sonra deri işleme ve evsel nitelikli kullanımlardan gelen atıksularla birleştirilmesi,
- Ağılardan gelen atıksuların bir kapandan geçirilmesi,
- Yukarıdaki tüm atıksuların birleştirilmesi ve dengelenmesi,
- İki aşamalı ikinci kademe arıtma (biyolojik arıtma) bunun için;
 - İlk aşama havasız biyolojik arıtma
 - İkinci aşama havalı biyolojik arıtma olarak seçilmelidir.

4.2.2.3 Et İşleme Alt Kategorisi

En uygun arıtma teknolojisi aşağıdaki birim, işlem ve proseslerden oluşmaktadır;

- a. Evsel nitelikli sular dışında tüm proses atıksularının birlikte toplanması, ızgaradan geçirilerek bir tutma havuzunda çöktürülmesi, yağ ve yüzücü maddelerin ayrılması,
- b. Evsel atıksularla birlikte ikinci kademe arıtma (biyolojik arıtma). Tüm alt kategorilerde kirletilmemiş soğutma suları ve tesis alanı drenaj suları hiçbir arıtmadan geçirilmeden ve diğer atıksularla karıştırılmadan doğrudan alıcı ortama verilmelidir.

4.2.3 Mezbaha Atıklarının Arıtılması İçin Yapılan Çalışmalar

Dünya`da mezbaha atıksularının arıtımı için kullanılan en genel sistem ızgaradan geçen suyun pompa vasıtasıyla bekletme (dengeleme) tankına alınması ve buradan da DAF havuzunun beslenmesi şeklindedir (Şekil 4.1). DAF ünitesi kimyasal arıtmayla birlikte de kullanılabilir (Şekil 4.2). [10]



Şekil 4.1 Arıtmada Kullanılan DAF Ünitesi

Izgaradan, işkembe atığı ve büyükbaş hayvan taşıyan araçlardan meydana gelen katı partiküller yüzdürme havuzundan gelen çamurla birleştirilerek çamur susuzlaştırma ünitesinde giderilmektedir. Elde edilen bu çamur karışımında % 35 ten fazla su giderimi sağlanmaktadır. Flotasyondan gelen çamurun hacimsel ve ağırlık olarak giderimi çok kolay ve ucuz olmaktadır.

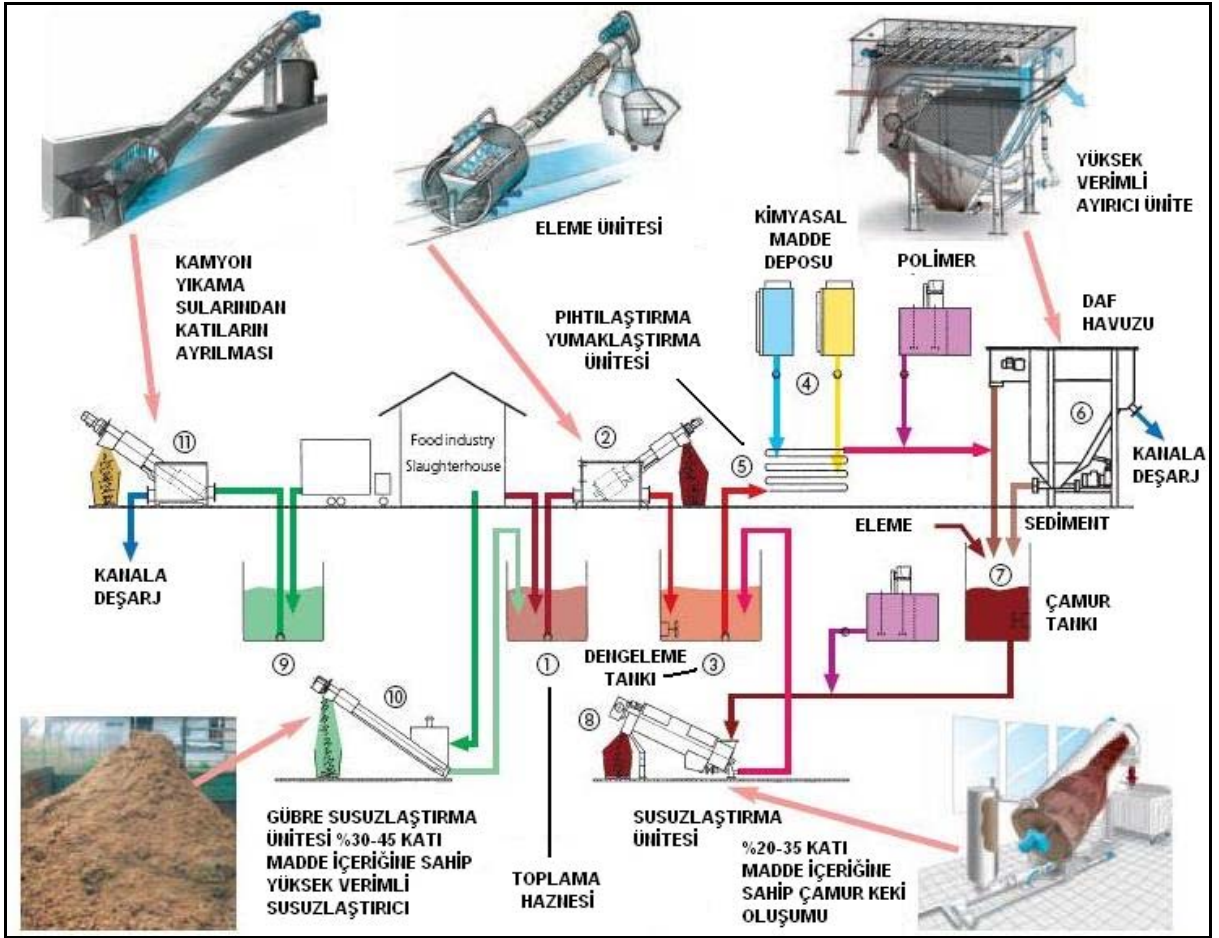
Kesilen hayvan başına oluşan 35–50 kg’lık işkembe atığının % 85-90’ı sudur. Bu karışım her kesimhanede ciddi problemlere neden olmaktadır. Uygulanan basınçla;

Hacimsel olarak % 50–60

Ağırlık olarak % 30–40 giderim sağlanmaktadır.

Kalan katı madde oranı ise % 20–40 arasındadır.

Sistem ihtiyaçları üretim tesisinin büyüklüğü ve atıksuyun kirlilik derecesine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Küçük fabrikalarda yağ ve katı yüklemesinin elenmesi durumunda sistem ihtiyaçları yüksek miktarda bulunan BOI_5 / KOI yüklemesine bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 4.2 Mezba ve Et İşleme Endüstrisi Atık Arıtma Teknolojisi (Kimyasal Arıtma)

- **Küçük ve orta ölçekli kesimhanelerde ve et üretim proseslerinde**

1. *İhtiyaçlar: Yağ ve katıların giderimi*
2. *Genel vaziyet: Yüzdürme tankı ve ızgara*
3. *Giderme oranı:*
 - Yağ % 80–90
 - Katı % 85–90
 - BOI_5/KOI % 40–70

- **Büyük kesimhaneler ve et üretim proseslerinde**

1. *İhtiyaçlar: Yağ, katı ve BOI₅/KOI giderimi*
2. *Genel vaziyet: Kimyasal arıtma destekli yüzdürme tankı ve ızgara*
3. *Giderme oranı:*
 - *Yağ % 90–98*
 - *Katı % 90–96*
 - *BOI₅/KOI % 80–90*
 - *Katıların susuzlaştırılması % 20–35*

Mezbaha atıksuları üzerinde yapılan araştırmalardan birinde (Masse D.I. ve Masse L.,2000) ön arıtma olarak kan ve yağ gideriminde yüzdürme tankı (flotasyon) ve aerobik arıtma için damlatmalı filtre kullanılmaktadır. Ön arıtma yapılmasına rağmen çıkış değerlerindeki TKOI ve AKM kanala deşarj yapılmayacak kadar yüksek bulunmaktadır. Buna rağmen bütün arıtmada üretilen çamur miktarı çok fazladır.

Kesimhanelerde oluşan büyük bir kirlilik problemi oluşturan kan 37500 mg/l'lik KOI'ye sahiptir. Kesimhane atıksu karakteri birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler;

1. **Kan:** Hayvan kesilirken kanın bekleme süresi BOI üzerinde çok etkilidir.
2. **Su Kullanımı:** Toplam BOI kütlesi metinde belirtildiği gibi olmasına rağmen su kalitesi artan kirletici konsantrasyonuna göre değişmektedir.
3. **Kesilen Hayvan Tipleri:** Dana ve domuz kesimlerinden gelen atıksuda BOI miktarı çok yüksektir.
4. **Et Prosesindeki Faaliyetlerin Düzeyi:** Kesilen hayvan ürünleri parçalama veya et işleme prosesindeki aktiviteye göre daha güçlü bir atıksuya sahiptir.

Belirlenen bu karakterlere göre literatür çalışmalarında kullanılan arıtma sistemleri şu şekildedir;

4.2.3.1 Kanala Deşarj

Ön arıtma yapılmadan kanala deşarj belediye arıtma tesisine çok yakın küçük mezbahalarda sıkça kullanılmaktadır. Evsel atıksular genellikle düşük BOI ve inorganik nütrient konsantrasyonuna sahiptir. Bu sayede seyreden kesimhane atıksuları biyolojik olarak çok daha kolay bir şekilde arıtılabilmektedir. Kanala deşarjın dezavantajı belediyeye ödenen vergilerdir. Buna ilaveten az sayıdaki belediye arıtma tesisi çok miktarda arıtılmamış mezbaha atıksuyunu kabul etmektedir.

4.2.3.2 Alan Uygulaması

Atıksu arıtımında alan uygulamasında sprey sulama yönteminin avantajları kolay uygulanabilir olması ve düşük maliyete sahip olmasıdır. Dezavantajları ise yüzeysel suların kontamine olması, koku problemi, sera etkisi, toprak porozitesinin yağ nedeniyle azalması veya yok olmasıdır. Alan uygulamaları donma sıcaklıklarında pratik bir uygulama olarak görülmemektedir.

4.2.3.3 Fiziko-Kimyasal Arıtma

Izgara, çöktürme tankları, DAF üniteleri AKM, kolloidler ve kesimhane atıksuyundan gelen yağların giderimi için kullanılmaktadır. DAF hava kabarcıklarının tankın altından verildiği hafif katıların, hidrofobik materyallerin, yağ ve gresin yüzeyden sıyrılarak alındığı bir ünite. Kan çökelekleri ve flokları bazen yağ ve protein floklarını arttırmak için DAF ünitesine verilmektedir. Kimyasal DAF ünitesi KOI giderim oranını %32'den %90'a yükseltmektedir. Bunun yanında büyük miktarda nütrient giderimi sağlamaktadır. Buna rağmen işletme problemleri olduğu bilinmekte ve diğer arıtma tekniklerine göre çok fazla çamur çıkmaktadır.

4.2.3.4 Aerobik Arıtma

Aerobik parçalamada mikroorganizmalar oksijen eşliğinde organik maddeleri parçalamaktadırlar. Genellikle kullanılan hidrolik bekletme süresi 10-15 gündür. Çıkış BOI₅ konsantrasyonu genellikle 50 mg/l civarında olmaktadır. Sistem çok deneyimli teknisyenlere ihtiyaç duymaktadır ve çamur her gün alınmalıdır. Dezavantajlarından biri de oluşan çok miktardaki çamurun elden çıkarılmadan önce işleme tabi tutulması gerekliliğidir. Lagünlerin yanında aktif çamur ve damlatmalı filtrede et işleme ve kesimhane atıksularının arıtımında oldukça popülerdir. Yüksek KOI giderimi elde edilmektedir fakat çıkış AKM konsantrasyonu düşük çökelme nedeniyle oldukça yüksektir. Bununla birlikte oksijen ihtiyacı ve arıtma

zamanı atıksuyun kuvvetine göre kademeli olarak artmaktadır. Bu şartlar için KOI konsantrasyonu 4000 mg/l ve üzerindeyken aerobik arıtma anaerobik arıtmaya göre daha pahalıdır.

4.2.3.5 Anaerobik Arıtma

Anaerobik arıtma süresince oksijenin yokluğunda elektron alıcı olarak başka maddeleri kullanan bakteriler tarafından organik maddeler parçalanmaktadır.

Avantajları;

- Çözünebilen ve çözünemeyen KOI de yüksek giderme verimine sahiptir
- Düşük çamur oluşumu görülmektedir(Anaerobik proseslerde oluşan çamurun %5–20 si kadar)
- Metandan enerji elde edilmektedir.
- Havalandırma için enerji gereksinimi bulunmamaktadır.
- Kimyasal ilavesi gereksinimi bulunmamaktadır.
- Uzun süre besleme yapılmasa bile biyokütle tekrar kullanılabilir.

Anaerobik arıtma 2 türlü gerçekleştirilebilir;

1. Yavaş sistem(lagünler)
2. Hızlı sistemler

4.2.3.6 Anaerobik Lagünler

4.2.3.6.1 Düşük Hızlı Anaerobik Lagünler

İklim şartlarına ve alan uygunluğunun izin verdiği yerlerde inşaa edilebilmektedir. Düşük yatırım işletme ve bakım maliyeti, yüksek giderme verimi ile buluşturulmaktadır. Dezavantajları ise geniş alan ihtiyacı, koku problemi, CH₄ emisyon değerleri, sera etkisi, CO₂ nedeniyle sıcaklığı hapsetme kapasitesidir. Koku ve gaz emisyonu kapalı lagünlerde bulunmaktadır. Dagve (1990) bu yöntemle kesimhane atıksuyunu arıtmayı denemiştir. Giriş BOI değerleri 1600–4800 mg/l ve hidrolik bekletme süresi 13 gün olarak seçilmiştir. BOI ve AKM de %87 ve %81’lik giderme verimi elde etmiştir. Bunun yanında giderilen 1 kg’lık BOI yüküne karşılık 0,51 m³ metan gazı elde etmeyi başarmıştır.

4.2.3.6.2 Yüksek Hızlı Anaerobik Lagünler

İleri arıtma için birçok karmaşık anaerobik sistemler geliştirilmektedir ve alan ihtiyaçları azaltılmaktadır. Özellikle alanları az ve pahalı olan Avrupa ve Asya için çok önemlidir. Alan ihtiyacı soğuk iklimlerde kapalı yerlerde yapılacak olan atıksu arıtımında da oldukça önemlidir. İlk yüksek hızlı anaerobik reaktör dizaynı (ACR) karışık tank reaktörlerinden oluşmaktadır. Çıkış suyunda yüksek konsantrasyonda biokütle bulunması UKM gideriminin %41-67 arasında olması gibi teknik problemleri bulunmaktadır. Biokütlenin çökebilirliğinin zayıf olması ACR için bir problem oluşturmaktadır.

Anaerobik filtreli reaktörlerde ise şok yüklemelere karşı dayanıklılık çok fazladır ve çökebilme oranı arttırılmıştır. Ama bu reaktörü oluşturan parçalar çok pahalıdır. Çözünmeyen organik madde konsantrasyonunun çok yüksek olması durumunda filtrede tıkanma problemine neden olmaktadır.

UASB reaktörlerde sistemin en altından besleme yapılır. Çıkış ise reaktörün üst kısmındadır. Başarılı bir işletme ile bakteri flokları biriktirilebilir ve çok kolay bir şekilde tankın en alt bölümünde çöktürülebilir. Sıvının hızı dipteki çamuru kaldıramayacak kadar düşük olmalıdır. Bir dengeleme tankı yapılarak organik yükleme oranı sabitlenmelidir. Ana sistem bir flokülasyon ünitesi gibi çalıştırılmalıdır. UASB granülleri çökmeye meyilli flok oluşturulabilecek çamurlarla çalıştırılmalıdır. Ekonomik, kararlı, verimli, kullanımı kolay, işletmesi kolay ve arıtma tesisinde oluşan gazdan dolayı geri dönüşebilir bir enerjiye sahiptir. Çok sınırlı enerji, insan gücü, yatırım maliyeti ile çalıştırılabilmektedir.

Katı madde, kıl, deri ve iç organları kozmetik ürünlerin imalatında, pankreas penisilin imalatında, kan kurutularak hayvan besini olarak kullanılmaktadır.

Bazı küçük mezbahaların atıksuları sadece belli bir süre tankta bekletilmektedir. Bu sayede AKM çökmesi, yağların ise suyun üstünde toplanması sağlanmaktadır. Büyük kesimhanelerde ise çöktürme tankı veya ızgaralar kaba partikülleri gidermek için, DAF ünitesi yağların ve hafif partiküllerin gideriminde kullanılmaktadır. Buna ilaveten DAF ünitesinde demir klorür ve sülfürik asit ilavesi yapılarak flok oluşması sağlanmaktadır.

Arıtma tesislerinden alınan çamur çiftliklere verilerek gübre veya kompost ile karıştırılarak tarım arazilerine serilmektedir. Barnett (1987) yaptığı araştırmalarda et endüstrisinden çıkan yüksek yağ konsantrasyonlu çamurun tarım arazilerinde pozitif etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Metznar ve Temper (1990) tarafından mezbaha atıksularının arıtılması ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 4.4'de mezbaha atıksularının arıtımından önceki (çöktürme

tankı, ızgara) atıksu karakterleri verilmektedir. Alınan numunelerde yıkama suyu yoktur. Bu nedenle atıksu seyreltilmemiştir. 6 kesimhaneden alınan numunelerde ise KOI değerleri 2333–8627 mg/l arasında bulunmaktadır. Bu değerler Fransa'daki ve Almanya'daki arıtma tesislerindeki değerlerle benzerlik göstermektedir.

Kaba partiküller giderildikten sonra alınan numunelerde AKM, KOI'nin %27–67 si arasında çıkmaktadır. UAKM ise AKM nin %80'i olarak verilmektedir. Bu değere göre gr UAKM başına 0,01+0,36 gr KOI oluşmaktadır. UAKM miktarı %65+18 olarak belirlenmektedir. Protein miktarı 444–2775 mg/l ve bu toplam uçucu maddelerin %37–58'ine ve KOI nin %30+7 sine denk gelmektedir. Bu atıksuda alkalinite CaCO_3 cinsinden 83–900 mg/l dir. Alkalinite atıksuyun kuvvetiyle artma eğilimi göstermektedir. Bütün numunelerde ağır metal konsantrasyonları limitlerin altındadır. N ve P konsantrasyonları belediye kanala deşarj standartlarını aşmaktadır. Nütrientler biyolojik arıtma için yeterli düzeydedir. N ve P, 6 ve 2,3 gr/100 gr TKOI düzeyindedir. Biyolojik arıtma için gerekli miktarlar ise 3 ve 0,7/100 gr TKOI'dir. $\text{NH}_4\text{-N}$ ve sülfat konsantrasyonları 3000 ve 100 mg/l nin altındadır. Bu da zehirlilik seviyesinin altında olduğunu gösterir. Ağır metallerin yüksek konsantrasyonları bakteriler için inhibisyon etkisi yapmaktadır.

Metznar ve Temper (1990) tarafından yapılan araştırmada ön arıtma yapılarak belediye arıtma tesislerine verilen mezbaha atıksularının karakteristiği Çizelge 4.5'de verilmektedir. 1 ve 2 numaralı kesimhaneler bu çizelgede yer almamaktadır. Çünkü bu tesislerde atıksular arıtılmamaktadır. 6 numaralı kesimhane ise en düşük seviyede arıtma tesisine sahiptir. DAF ünitesinde TKOI'nin ve AKM'nin %35'i giderilmekte fakat çözünmüş KOI, N ve protein giderimi yapılamamaktadır.

3 numaralı kesimhanede DAF ünitesinde TKOI ve ÇKOI'nin %22 ve %16 sı giderilmektedir. Damlatmalı filtrede ise ÇKOI'nin %27 si gidermektedir. Damlatmalı filtrelerdeki bakterilerin koparak çıkış suyuna karışması nedeniyle TKOI giderimi düşük olmamaktadır.

Çıkış suyunda yüksek AKM konsantrasyonu Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'de karşılaştırılmaktadır. 3 numaralı mezbaha çıkış suyundan alınan 5 numunede 1 yıllık periyotta analiz edilmektedir. TKOI biyolojik olarak yüksek miktarlarda giderilmektedir. 4 numaralı kesimhanedeki kimyasal DAF ünitesinde TKOI de %58, ÇKOI de %26 giderim sağlanmaktadır. Bunun yanında AKM de % 50'nin üzerinde N de ise %35 giderim sağlanmaktadır. Çıkış suyundaki AKM ve KOI konsantrasyonları kanal deşarj standartlarının altına indirilmektedir. (KOI/BOI =1,3~2) 4 numaralı kesimhanede 18 aylık periyotta çıkış BOI konsantrasyonu 400–500 mg/l, AKM konsantrasyonu da 200–300 mg/l olarak

belirlenmiştir. 5 numaralı kesimhanede kimyasal DAF ünitesinde TKOI, ÇKOI giderimi %67'dir. Çıkış suyundaki TKOI ve AKM konsantrasyonu 3121 ve 1974 mg/l olarak elde edilmiştir ve bu değerler deşarj için çok yüksektir.

Çizelge 4.4 Kanada'da Kesimhane Arıtma Tesisi Girişinden Alınan Numune Değerleri
(Metznar ve Temper,1990)

Parametreler	1	2	3	4	5	6
TKOI (mg/L)	2941	3589	4976	2333	8627+1669	3417
ÇKOI (mg/L)	1510	2625	2817	778	4753+883	1250
TKM (mg/L)	2244	2727	3862	2747	5748+823	2481
UKM (mg/L)	1722	1966	3153	1204	4458+751	1846
AKM (mg/L)	957	736	1348	877	2099+622	1431
UAKM(mg/L)	770	576	1192	584	1887+550	1149
UYA (mg/L)	197	166	221	164	311+34	175
TKN (mg/L)	174	272	372	90	593+95	158
NH ₄ -N (mg/L)	41	154	99	19	169+66	20
Protein(mg/L)	831	731	1700	464	2648+66	856
P (mg/L)	20	-	-	28	61	80
K (mg/L)	27	-	-	60	122	56
Ca (mg/L)	56	-	-	54	15	54
Na (mg/L)	54	-	-	369	238	209
Mg (mg/L)	25	-	-	17	12	14
H ₂ S (mg/L)	54	-	-	49	36	21
Fe (mg/L)	2	-	-	25	7	2
Mn (mg/L)	0	-	-	2	0	0
pH	6,7	7,2	6,5	4,9	6,9+0,2	6,5
Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	333	333	333	83	906+157	250

Kesimhanelerden çıkan atıksu anaerobik olarak BOI, nütrientlerin giderimine uygundur. Hidrolik bekletme süresi AKM giderimi için uygun bir şekilde seçilirse TKOI'de %27–67'lik bir giderme verimi elde edilmektedir.

Yapılan ölçümlerde yaklaşık %50'si AKM'nin neden olduğu KOI değerlerinin 6908–11500 mg/L arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Arıtmada da 2 günlük hidrolik bekletme süresi kullanılarak KOI'de %90–96 arasında giderme verimi elde edilmektedir. Çözünebilen KOI'de ise birçok numunede %95 in üzerinde giderme verimi elde edilmektedir.

Başlangıç periyodunda atık sudaki yüksek katı madde konsantrasyonu giderilmektedir. Kararlı halde organik besleme 3 kg/m³ gün olduğunda yeterli bekleme süresinde atık sudaki

katı madde miktarı ortalama 364 mg/L olarak ölçülmektedir. Oluşan biyogazdaki metan oranı %75 tir. Giderilen KOI'nin %90,5 inin metana dönüştüğü gözlenmekte ve uçucu katı madde birikimi giderilen kg KOI başına 0,068 kg olarak ölçülmektedir. Çözünebilen ve aslında organik maddeler AKAR ile 30 °C parçalanarak yüksek miktarda metan gazı oluşturulmaktadır.

Çizelge 4.5 Kanada'da Kesimhane Arıtma Tesisi Çıkışından Alınan Numune Değerleri
(Metznar ve Temper,1990)

Parametreler	3 (DAF+Damlatmalı Filtre)	4 (Kimyasal DAF)	5 (Kimyasal DAF)	6 (DAF)
ÇKOI (mg/L)	1598	576	1435	1290
TKOI (mg/L)	3921	986	3121	2325
TKM (mg/L)	2197	-	3460	1969
UKM (mg/L)	1676	633	2157	1347
UAKM(mg/L)	1792	265	1646	682
AKM (mg/L)	1956	422	1974	893
UYA (mg/L)	673	273	279	110
NH ₄ -N(mg/L)	228	19	100	41
TKN (mg/L)	295	59	269	174
Protein(mg/L)	419	250	1061	831
Yağ ve Gres (mg/L)	291+316	65+35	22+15	-
P (mg/L)	28+19	22	78	44
K (mg/L)	-	38	214	42
Ca (mg/L)	-	54	44	42
Na (mg/L)	-	404	453	142
Mg (mg/L)	-	17	17	12
H ₂ S (mg/L)	-	48	63	15
Fe (mg/L)	-	19	43	4
Mn (mg/L)	-	2	0	0
pH	7,1	5,7	7	6,6
Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	667	167	542	167

Kullanılan arıtma prosesi koku ve kirlilik gideriminde çok etkili olmaktadır. Prosesin toplama giderim verimi % 98 den fazla ve toplam KOI, AKM'de de %91 civarında gerçekleşmektedir. Oluşan üründe ise metan oranı %70–75 arasında olmaktadır(0,54–0,67 L / gr beslenen atık). Bu proses mezhiba atıklarını arıtmak için çok uygundur ve işletmesi çok kolaydır.

Mezbaha atıksuyunun ana karakteri,

1. Yüksek organik yük
2. Yeterli organik biyolojik nütrientler
3. Yeterli alkalinite
4. Yüksek sıcaklık (20-30⁰C)
5. Toksik etkisi olmayan maddeler

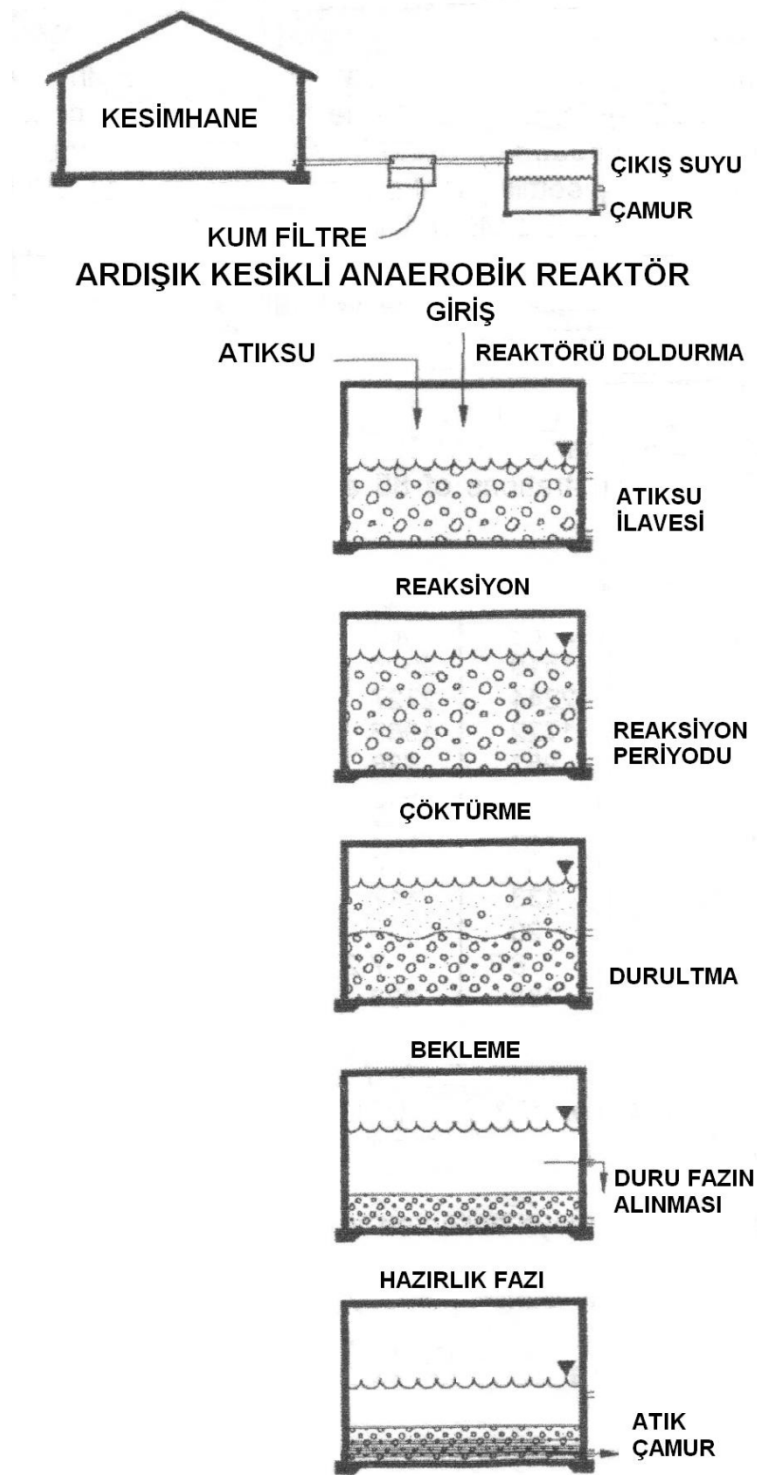
Metznar ve Temper (1990) yapılan incelemelerdeki mezbaha atıksu karakterinin anaerobik şartlar için uygun olduğunu belirtmektedir. Anaerobik lagün sistemleri mezbaha atıksularının arıtılmasında kullanılmaktadır. Bu lagünlerin BOI₅ giderme verimi % 60–90 arasındadır. Bu proseslerde üretilen biyogaz doğrudan atmosfere kaçmaktadır. Metanın atmosfere kaçması tesis açısından büyük bir dezavantaj getirmektedir. Metan yüksek ısıtma kapasitesine sahip olmasının yanında sera etkisine en büyük katkıyı sağlayan gazdır. Bu proseslerin dezavantajı yüzdürme örtüsü kullanılarak lagün yüzeyinden biyogaz toplanarak giderilmektedir. Soğuk havalarda bile verimli şekilde çalışan bir sistemdir.

Seyad 1987–1988 yılında yapt  ı araştırmada mezbaha atıksularının arıtılmasında en uygun sistemin yukarı akışlı anaerobik reaktörler olduğunu belirlemiştir. Metznar ve Temper (1990) ve Tritt (1992) yaptıkları araştırmalarda karışık yataklı reaktörleri mezbaha atıksuyunun anaerobik parçalanmasında kullanmışlardır. Bu reaktörlerde c z nebilir organik maddelerin giderme verimi %90'ın üzerinde, AKM giderimi ise %31–60'tır. Düşük AKM giderimi bu reaktördeki hidrolik şartlarla alakalıdır. Bu sistemle birlikte AKM'nin c kelebilmesi için c kt rme havuzu olmalıdır. Bu sistemin donanım masrafları yüksektir.

Bir anaerobik proses eğer ucuz, basit, işletmesi kolay ve arıtma için uygunsa kesimhane endüstrisi için caziptir. AKAR ( ekil 4.3) c z nen KOI ve AKM gideriminin yanında c k düşük maliyete sahiptir. Bu nedenle en uygun arıtma sistemlerinden biri olarak görülmektedir.

AKAR ile mezbaha atıksuyu arıtımı üzerinde c  itli araştırmalar yapılmıştır. Masse D.I. ve Masse L., (2000) tarafından yapılan araştırmada mezbahalardan sabah alınan numunelerde TKOI, AKM, TKN, TP konsantrasyonları Metcalf & Eddy de belirtilen sınır değerlerden daha fazladır.

Sınır değerler TKOI 1000 mg/l, AKM 350 mg/l, TKN 85 mg/l, TP 15 mg/l olarak belirtilmektedir.



Şekil 4.3 AKAR Sisteminin Şematik Gösterimi (Masse D.I. ve Masse L.,2000)

Çizelge 4.6’da sabah saatlerinde Kanada’da seçilen 6 adet mezbahadan alınan örneklere ait karakterizasyon sonuçları verilmektedir. Çizelge 4.7’de ise 24 saat alınan kompozit numune sonuçları verilmektedir. 2 numune grubu birlikte incelendiğinde birden fazla parametrede yaklaşık %20’lik bir değişim olduğu görülmektedir. En yüksek TKOI 11350 g/l, en yüksek ÇKOI 5490 mg/l dir ve en düşük değerlerden %60–65 fazladır. TKOI ve ÇKOI parametreleri bir tesisin dizaynı için çok önemlidir. Bununla birlikte mezbaha atıksuyunu arıtacak bir sistem değişimlerin KOI üzerindeki etkilerine karşı toleranslı olmalıdır.

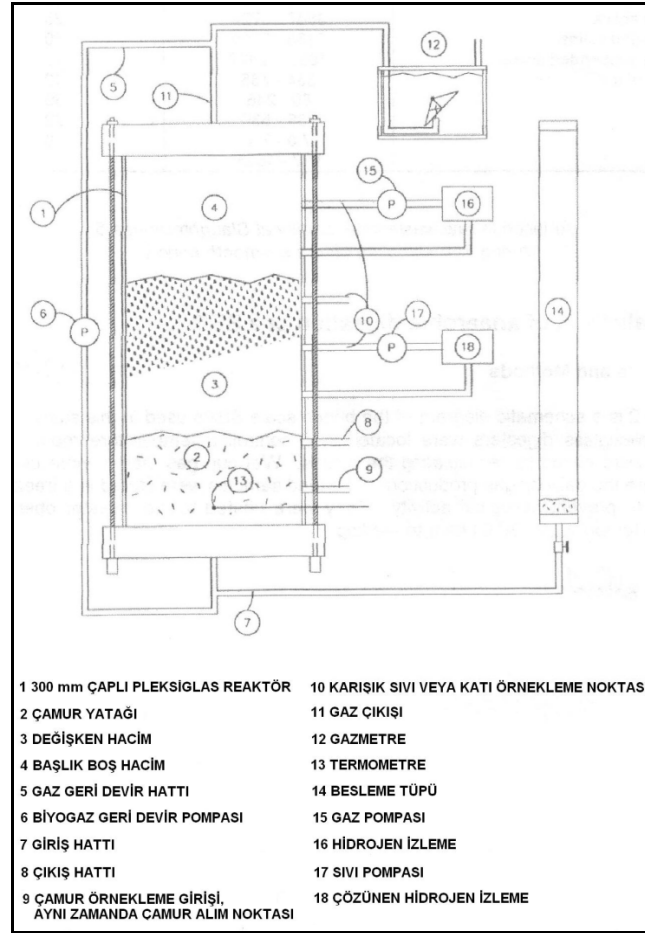
Çizelge 4.6 Kanada Mezbaha Atıksularından Sabah Alınan Numune Değerleri (Metznar ve Temper,1990)

Parametreler	1	2	3	4	5	6
TKOI (mg/L)	2941	3589	4976	2333	8627+1669	3417
ÇKOI (mg/L)	1510	2625	2817	778	4753+883	1250
TKM (mg/L)	2244	2727	3862	2747	5748+823	2481
UKM (mg/L)	1722	1966	3153	1204	4458+751	1846
AKM (mg/L)	957	736	1348	877	2099+622	1431
UAKM (mg/L)	770	576	1192	584	1887+550	1149
UYA (mg/L)	197	166	221	164	311+34	175
TKN (mg/L)	174	272	372	90	593+95	158
NH ₄ -N (mg/L)	41	154	99	19	169+66	20
Protein (mg/L)	831	731	1700	464	2648+66	856
P (mg/L)	20	-	-	28	61	80
K (mg/L)	27	-	-	60	122	56
Ca (mg/L)	56	-	-	54	15	54
Na(mg/L)	54	-	-	369	238	209
Mg (mg/L)	25	-	-	17	12	14
H ₂ S (mg/L)	54	-	-	49	36	21
Fe (mg/L)	2	-	-	25	7	2
Mn (mg/L)	0	-	-	2	0	0
pH	6,7	7,2	6,5	4,9	6,9+0,2	6,5
Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	333	333	333	83	906+157	250

Çizelge 4.7 Kanada Mezabaha Sularındaki 24 Saatlik Değerler (Metznar ve Temper,1990)

Parametreler	Miktar
TKOI (mg/L)	6908–11530
ÇKOI (mg/L)	3449–5490
TKM (mg/L)	4892–7121
UKM (mg/L)	3647–5724
AKM (mg/L)	2135–2700
UAKM (mg/L)	1936–2427
TKN (mg/L)	534–735
NH ₄ -N (mg/L)	89–246
Protein (mg/L)	288–530
pH	7–7,1
Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	917–1056

Şekil 4.4 de bu çalışmada kullanılan batch tipi (kesikli) reaktörün şematik gösterimi verilmektedir. Biyogaz geri devri ile sistem karıştırılmaktadır. Gaz metre ile günlük üretilen gaz miktarı ölçülmektedir. Alınan numuneler biyolojik aktiviteyi önlemek için – 15⁰C de dondurulmaktadır. Kullanımdan önce çalışma sıcaklığı olan 30⁰C ye kadar ısıtılarak besleme yapılmaktadır. Besleme ve tepkime periyotları çizelgelerde belirtilmektedir. Karıştırma kesik kesik yapılmaktadır.(5 dakikada 1 dakika karıştırma)



Şekil 4.4 Kanada Mezbahe Atıksularının Arıtımında Kullanılan Anaerobik Reaktörün Şematik Gösterimi (Masse D.I. ve Masse L.,2000)

Çizelge 4.8 de 3 değişik mezbahadan alınan numunelerdeki ortalama değerler verilmektedir. AKAR 2 günde 1 beslenmektedir. Besleme oranı 1,1 gr KOI/l den yavaş bir şekilde 1,15 gr KOI/l ye kadar arttırılmaktadır.

Bütün deneysel çalışmalarda yüksek KOI giderimi sağlanmaktadır. Bazı besleme sonuçlarında %95–97 KOI giderme verimine ulaşılmaktadır. UAKM giderme verimi ise %73–95 arasındadır.

Çizelge 4.8 Kanada Mezbaha Çıkış Suyu Konsantrasyonları (Masse D.I. ve Masse L.,2000)

No	Parametre	Giriş (mg/l)	Çıkış (mg/l)		Giderme Yüzdesi	
			ASBR Arıtma Çamuru	Belediye Arıtma Çamuru	ASBR Arıtma Çamuru	Belediye Arıtma Çamuru
1	TKOI	6908	1511	1450	78	79
	ÇKOI	3449	495	512	86	85
	TKM	4892	2959	2091	40	57
	UKM	3647	1002	987	73	73
	AKM	-	1411	787	-	-
	UAKM	-	764	3775	-	-
	N	534	510	741	4	-
	NH ₄ -N	246	444	664	- 81	- 170
	Protein	288	66	78	77	73
	CH ₄	-	0,64	0,67	-	-
2	TKOI	9665	1842	880	81	91
	ÇKOI	4714	159	104	97	98
	TKM	6098	3381	1742	45	71
	UKM	4864	1406	573	71	88
	AKM	2135	2519	810	- 18	62
	UAKM	1936	1246	490	36	75
	N	619	621	571	0	8
	NH ₄ -N	89	525	498	- 489	- 458
	Protein	530	95	73	82	86
	CH ₄	-	0,55	0,58	-	-
3	TKOI	11530	601	365	95	97
	ÇKOI	9665	1842	880	81	91
	TKM	7121	1630	1457	77	80
	UKM	5724	425	303	93	95
	AKM	2658	347	233	87	91
	UAKM	2427	238	135	90	94
	N	735	645	552	12	25
	NH ₄ -N	221	612	536	- 177	- 143
	Protein	514	33	16	94	97
	CH ₄	-	0,56	0,54	-	-

TKOI ve UAKM giderimi mikrobiyal aktivite ve katıların çökmesine bağlıyken, ÇKOI deki azalma ise sadece mikrobiyal aktiviteye bağlıdır. Bütün anaerobik çamur tipleri çok iyi çökelmektedir. Bu araştırmada TAKM de %87–91 giderme verimi elde edilmektedir. Bu sayede belediye kanala deşarj standartları altına indirilerek atıksu deşarja uygun hale getirilmektedir. TKN konsantrasyonu yüksek bir verim ile düşürülmüştür, fakat organik azot

amonyum oranını etkilemektedir. Girişteki TKN'nin yaklaşık %20–50 sini amonyak oluştururken çıkışta % 90 olduğu tespit edilmektedir.

AKAR reaktörleri yüksek kalitede biyogaz üretmektedirler. Bu gazın içinde yaklaşık %75 CH_4 ve %25 CO_2 bulunmaktadır. Metan üretim miktarı 0,54–0,67 l/gr UKM beslemesi şeklindedir. Biyoreaktörde asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit birikmemektedir. Bu olgu sistemin kararlı olduğunu göstermektedir. Atıksuyun pH sı 7,6 dır. Alkalinite girişte 900 mg/l den çıkışta 2500 mg/l ye çıkmaktadır. Çıkış suyu giriş suyuna göre daha kokusuzdur. Giren suyun rengi koyu kırmızı iken arıtılıp çıkan su açık sarı renktedir.

Anaerobik çamur çok iyi çökelme karakteristiğine sahiptir. Tepkime periyodunun sonunda karıştırma durduğunda çöktürme alanına geçilerek çamurun reaktörün dibine çökmesi sağlanmaktadır. Bu reaktörün bir diğer önemli özelliği ise sürekli beslemeye gerek duymamasıdır. AKAR reaktörlerinde gün boyu besleme yapılmaktadır ve gece tepkime başlamaktadır. Bu da reaktörün mezbahalar için uygun olduğunun kanıtıdır.

30⁰C de çalışılan AKAR reaktörü mezbaha atıksularının kirlilik yüklerini gidermede iyi potansiyele sahip bir teknolojidir. Çıkış suyu hemen hemen kokusuzdur. İyi bir katı-sıvı ayırımı sağlamaktadır. Diğer arıtma alternatiflerine göre çevresel açıdan mezbaha endüstrisine önerdiği prosesle iyi potansiyele sahip olan teknolojiyi sağlamaktadır.

Bu proses pahalı yüzdürmeyi ve çökelmeyi eleyerek yüksek arıtma maliyetlerinden kurtulmayı sağlamaktadır. Atığı belediyenin koyduğu kanal deşarj standartlarına uygun hale getirmektedir. Sonuç olarak önemli bir miktar CH_4 oluşturarak ısınma veya sıcak su için ek bir enerji kaynağı oluşturmaktadır.

4.3 Çevresel Etkileri

Mezbahalarda oluşan atıklar kırmızı-kahve renkli, yüksek BOI'li askıda katı madde konsantrasyonu yüksek atıklardır. Kanın, ayrı toplanmadan doğrudan arıtmaya verilmesi halinde aerobik arıtım teknolojileriyle arıtmı mümkün olamamaktadır. Bu atıklar su kaynaklarına verilmesi halinde ise, ortamda çözünmüş durumda bulunan oksijeni azaltarak suda yaşayan canlıları etkilemektedirler. BOI'den ötürü oksijen konsantrasyonu düştükçe balıklar ve sudaki aerobik yaşamın diğer unsurlarının da yaşama koşulları ortadan kalkmaktadır. Oksijen tamamen tükendiğinde anaerobik ayrışma baş göstererek metan, hidrojen sülfür gibi istenmeyen ayrışma ürünleri meydana gelmektedir. Toplam askı maddeleri çevre sularında dipsel birikimlere ve bulanıklığa yol açmaktadır. Ayrıca balıkların solunum yollarını da tahriş etmektedir. Yağ ve gresler de su yaşamına, kanalizasyon sistemine

ve alıcı ortama zararlı maddelerdir. Yüzücü yağ ve gres su üstünde bir film oluşturmakta, ışık ve oksijen transferini engellemektedirler. Canlılara ve suda bulunan araçlara bulaşarak onları kirletmektedir. Emülsiyon haldeki yağlar balıklara zehir etkisi yapar ve solunum yollarının yağla kaplanmasına neden olmaktadır.

5. PROJE KAPSAMINDA KULLANILAN LİTERATÜR BİLGİLERİ

5.1 Protein İhtiyacı

Proje kapsamında yapılması planlanan “Ekomezbaha” tasarım aşamasında kesilecek hayvan sayılarının tespiti için sağlıklı beslenme standartlarına göre belirlenmiş olan günlük protein ihtiyaçları araştırılmıştır. Yapılan araştırmalarda sağlıklı ve dengeli beslenme için bir insanın kilosu başına günde 1 gram proteine ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. Ortalama insan ağırlığının 75 kg olarak tespit edildiği Türkiye’de günlük bir insanın alması gerekli protein miktarı 75 gr olarak hesaplanmıştır.

Bir insanın ihtiyacı olan protein miktarı hayvansal ve bitkisel olarak 2 şekilde karşılanmaktadır. Türkiye’de bitkisel ve hayvansal ürünlerin tüketim miktarları ekonomik durumda göz önünde bulundurularak incelendiğinde bitkisel ürünlerin daha fazla tüketildiği görülmektedir. Dengeli ve sağlıklı beslenme için gerekli olan proteinin karşılanma oranı ülkemizde bitkisel ürünlerden %65, hayvansal ürünlerden %35’tir. Hayvansal ürünlerin % 35 oranında tüketilmesinde ekonomik şartlar, beslenme alışkanlıkları, hayvancılık oranı etkin olarak gözükmektedir.

Hayvansal ürün tüketiminin tamamını kırmızı et oluşturmamaktadır. Kırmızı et, beyaz et, süt ve yumurtadan oluşan hayvansal protein kaynakları İstanbul ve Türkiye için yıllar içinde farklı dağılımlar göstermektedir. TÜİK’ten alınan verilere göre 2007 yılı için İstanbul’da hayvansal protein ihtiyacının büyük kısmı kırmızı etten karşılanırken, Türkiye genelinde en büyük hayvansal protein kaynağı olarak süt görülmektedir. 2008 yılında ise istatistikler büyük bir değişim göstermiş olup İstanbul’da tüketilen kırmızı et miktarı düşmüştür. TÜİK’ten alınan 2007 ve 2008 yıllarına ait hayvansal besin miktarları Çizelge 5.1’de verilmiştir. [17]

Çizelge 5.1 Türkiye’ye Ait Hayvansal Besin Miktarları (Türkiye İstatistik Kurumu,2007-2008)

Yıl	Bölge Adı	Beyaz Et (ton)	Kırmızı Et (ton)	Yumurta Sayısı (1000)	Toplam Süt (ton)
2007	Türkiye	1,099,920	575,622	12,724,959	12,329,788
	İstanbul	6,638	37,876	174,131	79,493
2008	Türkiye	1,123,132	482,458	13,190,696	12,243,040
	İstanbul	7,252	12,748	153,179	80,949

2007–2008 yılları için alınan hayvansal besin maddesi miktarlarından besin alışkanlıkları ve protein ihtiyaçlarının nasıl karşılandığına dair yüzdelere tespit edilmiştir. Protein hesapları beyaz et için 100 gramda 30 gram protein, kırmızı et için 100 gramda 20 gram protein, 1

yumurtada 7 gram protein, 1 litre sütte 40 gram protein olduğu kabulüne göre yapılmıştır. Türkiye ve İstanbul için hesaplanan 2007–2008 yıllarına ait hayvansal protein yüzde dağılımları Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Türkiye’de Tüketilen Hayvansal Protein Miktarları

Yıl	Bölge	Tüketilen Protein Miktarı							
		Beyaz Et (%)	Beyaz Et (ton)	Kırmızı Et (%)	Kırmızı Et (ton)	Yumurta (%)	Yumurta (ton)	Süt (%)	Süt (ton)
2007	İstanbul	14.26	1991.40	54.24	7575.20	8.73	1218.92	22.77	3179.72
	Türkiye	32.12	329976.00	11.21	115124.40	8.67	89074.71	48.01	493191.52
2008	İstanbul	24.08	2175.60	28.22	2549.60	11.87	1072.25	35.84	3237.96
	Türkiye	33.18	336939.60	9.50	96491.60	9.09	92334.87	48.23	489721.60

Proje tasarımları İstanbul esas alınarak yapıldığından dolayı beslenme alışkanlıkları olarak Türkiye dağılımı yerine İstanbul dağılımı tercih edilmiştir. İstanbul’da tüketilen hayvansal besi miktarlarına bakıldığında 2007–2008 yılları arasında kırmızı et tüketiminde büyük düşüş gözlemlenmektedir. 2008 yılındaki düşüşün nedeni ülkemizin ekonomik kriz içine girmesi ve vatandaşların alım gücünün düşmesidir. Bu da beslenme alışkanlıklarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Bir insanın günlük protein ihtiyacı 75 gr olduğu kabul edilir ve dengeli, sağlıklı beslenmek için protein ihtiyacının %35’inin hayvansal ürünlerden karşılanması gerektiği göz önünde bulundurulursa hayvansal protein ihtiyacı;

$$75 \times 0,35 = 26,25 \text{ gr/kişi olarak bulunur.}$$

İstanbul’da 2008 yılı beslenme alışkanlıklarına göre hayvansal protein ihtiyacının %28,22’si kırmızı et ürünlerinden karşılanmaktadır. Buna göre;

$$26,25 \times 0,2822 = 7,41 \text{ gr/gün-kişi}$$

Besin değerleri incelendiğinde 100 gr kırmızı ette 20 gr protein bulunduğu belirtilmektedir. Bu değer göz önüne alınırsa 7,41 gr protein ihtiyacı için günlük kişi başına 37,05 gr et tüketilmesi gerekmektedir. İstanbul’un nüfusu, TÜİK 2009 adrese dayalı nüfus sayımı sonuçlarına göre 12.915.158 kişidir. İstanbul için günlük gerekli et miktarı;

$$12.915.158 \times 37,05 = 478,51 \text{ ton dur.}$$

5.2 Mezbaha Tip Seçimi

“Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik”te belirtildiği üzere 3 tip kesimhane bulunmaktadır. Kapsamlarına göre değişen mezbaha tiplerinden prototip ekomezbaha oluşumu için en uygun olan 2.sınıf mezbahalar seçilmiştir. 2.sınıf mezbaha seçim nedenlerinden başlıcaları her bölgede kurulabilecek niteliklere sahip olması, her bölge için değişik kesim, parçalama vb işlemleri bünyesinde barındırması ve tez için oluşturulması planlanan tesis için günlük kesim miktarının yönetmeliklerde belirtilmesidir.

22.10.2005 tarih ve 25974 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik” te belirtilen 2. sınıf mezbahalar günde en fazla 40 kesim ünitesi hayvan kesebilen mezbahalardır. 1 baş sığır, 1 baş manda, 1 baş at, 1 baş deve, 2 baş devekuşu, 4 baş domuz, 8 baş koyun, 10 baş keçi veya 130 baş tavşanın her biri bir kesim ünitesini oluşturmaktadır.

İstanbul için öngörülen birim ünite, 40 ünitelik kesimhanede toplam 27 büyükbaş, 104 küçükbaş hayvan kesilecektir. Bir büyükbaş hayvanın karkas ağırlığı 180 kg, küçükbaş hayvanın karkas ağırlığı ise 18 kg’dır. Bir birim ünite sakatatlar hariç 6732 kg et üretimi gerçekleşmektedir. Mezbaha tasarımı yapılırken daha işlevsel olması amacıyla 4 ünite tek çatı altında toplanarak ayrı akım şemaları oluşturulmuştur. Buna göre İstanbul’un dengeli beslenme için gerekli kırmızı et ihtiyacının 478,51 ton olduğu düşünülürse 18 mezbaha dolayısıyla 72 birim ünite yapılması gereklidir.

72 birim ünite İstanbul için günlük toplam 1944 büyükbaş hayvan, 7488 küçükbaş hayvan kesilecektir. 4 birim ünitenin bulunduğu ekomezbaha tasarımında yapılması düşünülen hayvan borsası 15 günlük kesilecek hayvan sayısına göre boyutlandırılacaktır. Ekomezbahanın 15 günlük hayvan ihtiyacı 1620 büyükbaş, 6240 küçükbaş hayvandan oluşmaktadır ve toplam alanı 9228 m² olacak şekilde tasarlanacaktır.

5.3 Mezbaha Üniteleri

Ekomezbaha tasarımında her bölgede uygulanabilmesi kolay olması açısından 2.sınıf mezbaha tasarımı esas alınmıştır. 11.09.2000 tarihli ve 24167 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Kuruluş, Açılış, Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik” ve 11.09.2000 tarihli ve 22.10.2005 tarih ve 25974 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Kırmızı Et ve Et Ürünleri

Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik” te belirlenen 2.sınıf mezbahalarda en fazla 40 birim kesim ünitesi bulunabilmektedir. Yönetmelikte belirtilen üniteler ve sahip olması gereken özellikler şu şekildedir;

5.3.1 Genel Mezbaha Özellikleri

Şehir içinde bulunan tesislerin etrafını çevreleyen 1,5 m yükseklikte duvar yapılması zorunludur. Şehir dışında planlanması ve çevresinde yerleşim bulunmaması halinde duvar yapılmasına gerek bulunmamaktadır.

Etlerin kesim yapıldığı, parçalandığı, depolandığı, ambalajlandığı ve nakledildiği alanların zeminleri su geçirmez ve kolay temizlenebilir malzemelerden teşkil edilmesi gerekmektedir. Ayrıca yıkama işlemlerinin yapıldığı düşünülerek mazgal sistemleri ile atıksuyun bu bölgelerden uzaklaştırılmasını sağlayacak ekipmanların dizayn edilmesi gerekmektedir.

Soğutma ve depolama odalarında 3 m yüksekliğe kadar, diğer odalarda 2 m yüksekliğe kadar kolay yıkanabilir, dezenfekte edilebilir ve geçirgen olmayan malzeme ile kaplanması gerekmektedir.

Mezbaha içerisinde hava sirkülasyonunun tam olarak sağlanabilmesi amacıyla havalandırma ve buhar tahliyesini sağlayan ekipmanların bulunması gerekmektedir. Doğal havalandırma yoluyla hava sirkülasyonu sağlanması yönetmelik gerekliliklerini yerine getirmemektedir. Kullanılabilecek havalandırma sistemlerine bir örnek Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1 Mezbahalarda Kullanılan Havalandırma Sistemi

Kullanılan kesim aletlerinin dezenfeksiyonunun sağlanması amacıyla çalışma alanları içerisinde uygun bölgelerde 82°C’de uygun dezenfektan içeren sular bulundurulmalıdır.

Temiz ve kirli akım şeması bulunan alanlar ayrı değerlendirilmelidir ve iki alan arasındaki geçişlerde dezenfeksiyon sistemleri kurulmalıdır.

Mezbahadan kaynaklanabilecek atıkların, tüketime uygun olmayan etlerin ve sakatatların koyulması için su geçirmez, paslanmaz kolay temizlenebilir ve dezenfekte edilebilir nitelikte, kilitlenebilir yapıda kapalı konteynırlar veya taşıma araçları bulundurulmalıdır. Çıkan atıklar günlük olarak tesisten uzaklaştırılmıyorsa atıkların saklanabilmesi için ayrı bir soğuk depo tasarlanmalıdır.

Tesisin kapasitesine göre yeterli sayı ve büyüklükte soğuk hava depoları bulundurulmalıdır. Soğuk hava depoları için uygun sıcakları sağlayabilecek ekipmanların teşkil edilmesi sağlanmalıdır.

Kesim için hazırlanan hayvanların girişine ve nakliye amaçlı gelen kamyon, kamyonet gibi araçların yanaşmasına uygun şekilde rampa yapılması zorunludur. Özelliklere uygun yapılması gereken mezbahaya ait resimler Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 Mezbaha ve Kesimhanelere Ait Genel Görünüş (Ağaç A.,2007)

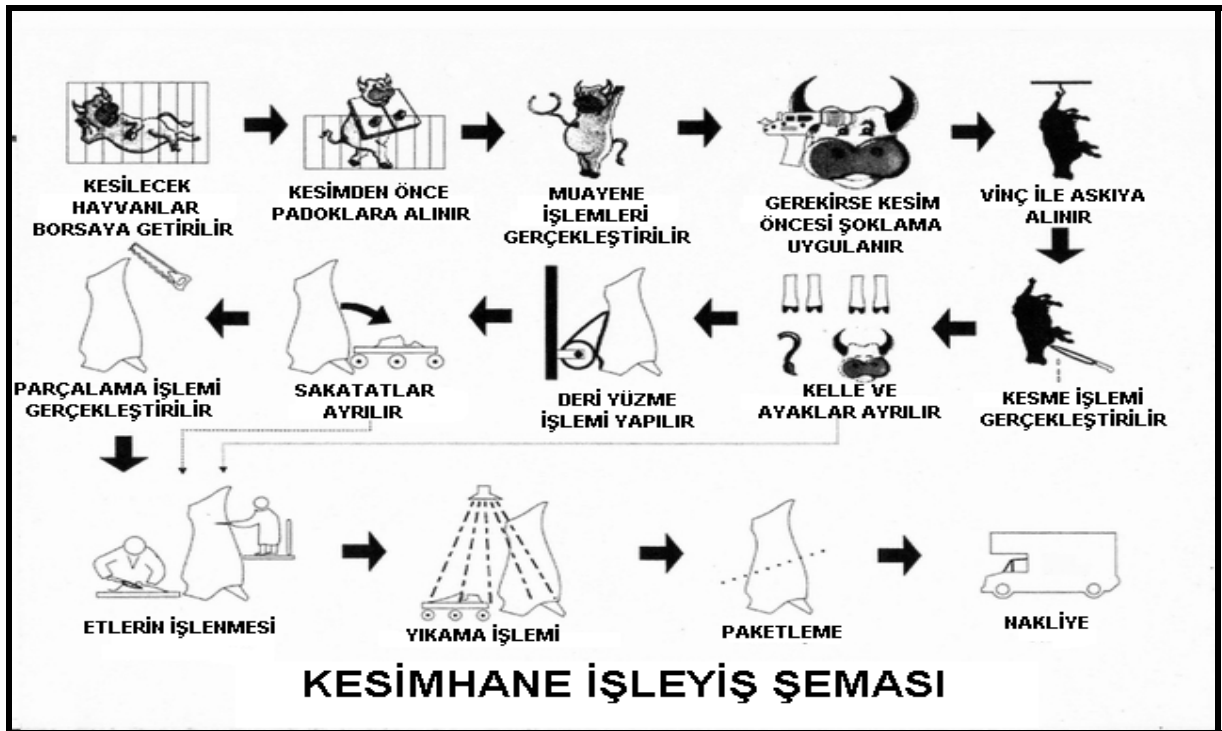
Kesilecek hayvanların mezbahadan çıkışına kadar geçen sürede temizliği için kullanılacak su miktarları büyükbaş hayvanlar için 1000 litre, küçükbaş hayvanlar için 250 litre olarak belirlenmiştir.

Yerde kesim yapılması kesinlikle yasaklanmış olup kesimin yapılması için hayvanın yere en yakın noktasının 25 cm yüksekte bulunması gerekmektedir. Bunu sağlayacak gerekli

ekipmanların sağlanması ve kesim, yüzmeye, parçalama işlemlerinin sürekli bu aks üzerinde yapılması gerekmektedir.

Sakatat ve yan ürünler kesim salonundan uzaklaştırılarak ayrı bölmelerde değerlendirilmelidir. Boynuz, tırnak, deri, kullanılmayan parçaların ise tesisten uzaklaştırılınca kadar saklanacağı kaplar ve soğuk hava depoları hazırlanmalıdır.

2.sınıf mezbaha olarak yapılması planlanan tesiste öncelikle hayvanlar borsada bekletilmelidir. Hayvan borsasının amacı belirli süre mezbahaya ihtiyacı olan hayvanların tedarik edilmesini sağlamaktır. Borsadan günlük ihtiyaç olan sayıda KB ve BB hayvan 1 günlük bekletme için padoklara alınır. Padoklarda bekletmenin nedeni yem ve su verilmeden iç organların boşaltılmasını sağlamaktır. Padoklarda bekletilen hayvanlar muayeneden sonra kesim bölümüne alınır. Kesilen hayvanlar derileri yüzüldükten sonra işlenmek üzere ayrı akslara alınırlar. Sakatatlar, karkas ve kullanılmayan materyaller ayrı değerlendirilerek gerekli görüldüğünde soğuk bölmelerde depolanırlar. Daha sonra her birimin kendi bölgesinden dışarıya açılan yerlerden nakliye işlemi gerçekleştirilir. Genel mezbaha işleyişine ait akım şeması Şekil 5.3’de verilmiştir.



Şekil 5.3 Mezbaha ve Kesimhane İçin Genel İşleyiş Şeması

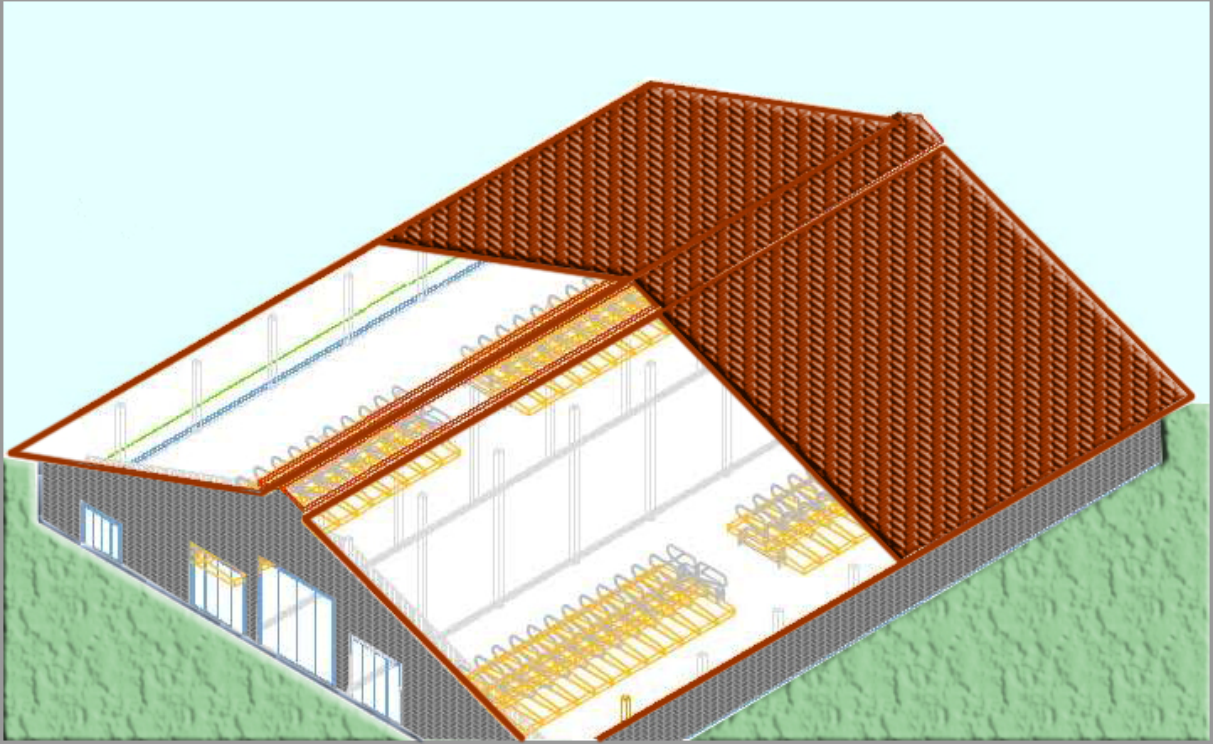
Çalışanların günlük ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri yemekhaneler de mezbaha tasarımı içerisinde düşünülmüştür. Duş ve tuvaletler de teşkil edilerek gerekli arıtma sistemlerine

bağlantıları yapılmıştır. Çalışanların ihtiyaçlarını karşılaması amacıyla konferans salonu ve kreş de tasarıma dahil edilmiştir.

5.3.2 Hayvan Borsası ve Padok Özellikleri

Mezbahaya 15 günlük hayvan ihtiyacının sağlanmasına olanak tanıyan hayvan borsası yapılması öngörülmüştür. Hayvan borsası 4 birim üniteden oluşan ekomezbağa için 1620 BB, 6240 KB hayvanı barındıracaktır. Padok ise kesilecek hayvanların 1 gün süre yemlemeden bekletildiği ve iç organlarının boşaltılmasının sağlandığı alan olarak belirlenmiştir. Kesim için gelen hayvanların bekletilmesi için planlanan hayvan borsası ve padokta BB hayvanlar için hayvan başına 3 m², KB hayvanlar için hayvan başına 0,7 m² alan yönetmelikte belirtilen değerler olup tasarımlar buna uygun olarak yapılmıştır.

Bu değerler esas alınarak yapılan hesaplamalarda ekomezbağa için gerekli hayvan borsası alanı 9228 m² ve padok alanı her bir ünite için 153,8 m² olarak hesaplanmıştır. KB ve BB hayvanlar için tasarlanmış padok, canlı hayvan borsası resimleri Şekil 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.4 KB, BB Hayvanlar İçin Padok ve Canlı Hayvan Borsası Resimleri

Hayvan borsası ve padok alanında gübre ve idrar ayrı toplanarak değerlendirilecektir. Buna uygun şekilde dizayn edilen tesiste zemin kolay temizlenebilir, dezenfekte edilebilir ve su geçirmez malzemeden teşkil edilecektir. Yemleme ve sulama işlemlerinin yapılmasına uygun sistemler hayvan borsasında tasarlanmıştır.

Yapılan araştırmalarda BB hayvanlarda günlük yem ihtiyacı 10 kg iken KB hayvanlarda 1 kg olmaktadır. Toplam günlük yem ihtiyacı 22440 kg, yoğunluğu 640 kg/m^3 olarak seçilirse

günlük 35 m³ depo alanına ihtiyaç vardır. 15 günlük yem depolamak için 525 m³ hacimli silo yapılması planlanmaktadır. Silo boyutları r=4 m, H=11 m olarak seçilmiştir.

5.3.3 Veterinerlik Hizmetleri ve Muayene Odası Özellikleri

Mezbahada bulunan üniteler içerisinde en önemlisi veterinerlik hizmetlerinin verildiği kontrol, karantina odaları ve laboratuvarlardır. Veteriner hekim kesim öncesi ve sonrasında hayvanların muayenelerini yapmakla yükümlüdür ve gerekli gördüğü takdirde hayvanları karantinaya alarak izleme ve kesim sonrası etleri laboratuvarında denetleme yetkisi bulunan kişidir. Veterinerlik hizmetini mezbaha ve kombinalarda veteriner hekimler, diğer kesimhanelerde ise veteriner hekim, gıda mühendisi ve ziraat fakültelerinin gıda bölümü ve zooteknik bölümü mezunları yapabilmektedir.

Veteriner hekim günlük kesilen hayvan sayılarını, hayvansal üretim miktarlarını, hastalıklı hayvan sayılarını ve hastalık tespit edilen hayvanların et mamullerinin ne şekilde bertaraf edildiğine dair belgeleri düzenlemek ve yetkili mercilere göndermekle yükümlüdür.

Mezbaha ve kesimhaneler vardiya başına en az 1 veteriner hekim bulundurmakla yükümlüdürler.

Hasta veya hastalığından şüphelenilen hayvanların daha detaylı muayenesinin yapılması ve karantinaya alınması için ayrı odalar teşkil edilmelidir. Bu odalar padok içerisinde bulunmamalıdır. Ayrıca odalarda muayene için gerekli aletler bulunmalı ve hijyen şartlarına uygun şekilde zemin ve duvar malzemeleri kullanılmalıdır. Kullanılabilecek duvar malzemesine ait örnek Şekil 5.5’de verilmiştir.



Şekil 5.5 Mezbahalar İçin Kullanılan Duvar Kaplama Malzemesi

Tasarlanan ekomezbahada karantina odası BB ve KB hayvan için ayrı tasarlanmış olup bunun yanında canlı hayvan kontrol odası, veterinerlik hizmetleri odası ve laboratuvar bulunmaktadır. Veteriner hekimin gerekli kesim kontrollerini yapabilmesi için kesim avlusuna bakan kontrol odası da ekomezbaha dahilinde tasarlanmıştır.

5.3.4 Kesim Bölümü Özellikleri

Mezbaha kesim bölümü tüm işlemlerin rahatlıkla yapılabileceği büyüklükte ve gerekli ekipmanlara sahip olmalıdır. BB ve KB hayvanların kesimi farklı zamanlarda yapılır ve ayrı akslarda işlem görür. Kesim salonu havalandırma ve buhar tahliyesine imkan verecek yükseklikte ve gerekli havalandırma ekipmanlarına sahip olacak şekilde dizayn edilmelidir. Sakatatlar ve işkembe gibi insan gıdası olarak düşünülen parçalar ayrı odalarda değerlendirilmelidir. Kesim işleminden sonra hayvanın hastalıklı olduğu tespit edilmesi durumunda kesim aletlerinin dezenfeksiyonunu sağlayacak sistemlerin teşkil edilmesi gerekmektedir. Çıkan hastalıklı et ürünlerinin ayrı bir soğuk hava deposunda bekletilmesi ve imha edilmesi sağlanmalıdır.

Tasarlanan mezbahada KB ve BB hayvanlar ayrı padoklarda bekletilerek farklı akslar üzerinden kesim bölümüne alınmaktadır. Vinç sistemleri giriş bölümünde teşkil edilmiş olup hayvanların yeterli yüksekliğe çıkarılarak kesim şartlarının yerine getirilmesi sağlanacaktır. Vinç sistemi ile kaldırılan hayvanlar kancalı aks sistemine alınır ve kesim yapılacak bölüme getirilir. Kesim işleminin yapılmasını takip eden bölümde hayvanın kanının tamamının akıtılması için bekletme holü dizayn edilmiştir. Burada hayvanların ilk yıkama işlemi de gerçekleştirilir. Kesim holü ve taşıma aksları Şekil 5.6’da verilmiştir.



Şekil 5.6 Mezbahalarda Gerçekleştirilen Kesim İşlemi

Yıkama işleminden sonra aks üzerinde devam eden hayvanların deri yüzme işlemlerine geçilir. Deri yüzme işlemi elektronik cihazlar yardımıyla yapılmaktadır. Yüzme işleminin gerçekleştirildiği ekipman Şekil 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.7 Modern Mezbahalarda Bulunan Deri Yüzme Ekipmanı

Deri yüzme işlemi tamamlanan hayvanlar sakatatların ayrılması için sakatat aksına alınır. Deriler ayrı aks üzerinden yıkanıp tuzlanarak saklanmak üzere deri deposuna gönderilir. Sakatatlar ise özel hazırlanan kancalı aks sistemi ile işlenmek üzere farklı bir bölüme alınır. Burada günübirlik satış ve depolama işlemleri için ayrı değerlendirme, paketlenme işlemleri gerçekleştirilir. İşkembe için bant konveyör sistemleri dizayn edilmiştir. Bant konveyörler vasıtasıyla özel işleme bölümüne alınan işkembelemlerin temizleme işlemleri gerçekleştirilir.

Sakatatlardan ayrılan karkas ise kesimden başlayarak devam eden aks üzerinde son yıkama işleminin yapıldığı kısma alınır. Temizleme işleminden sonra paketlenme ve depolama ünitelerine gönderilir. Kesim alanına ait dizayn örneği Şekil 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.8 Kesimhaneye Ait Kesim Bölümü ve Kullanılan Araçlar

5.3.5 Parçalama Bölümü Özellikleri

Sakatatlar için parçalama ve hazırlanma işlemleri ayrı bölümde gerçekleştirilmektedir. Genel aks üzerinde yer alan parçalama ünitesinde ise karkasların parçalanarak son mamul haline getirilmesi sağlanmaktadır. Parçalama kemikten ayırma ve paketlenme işlemleri için ayrı odalar bulunmasına gerek duyulmamaktadır. Bu nedenle akım şemasının son ünitesi olarak tasarlanan parçalama ünitesinde bu işlemler gerçekleştirilmektedir. Parçalama işlemine ait resim Şekil 5.9’te verilmiştir.



Şekil 5.9 Kesimhanelerde Kullanılan Parçalama İşlemi Ekipmanları

Günlük olarak satılacak hazır mamuller günlük depo alanlarına, bekletilmesi planlanan ürünler ise süreli bekleme odalarına hijyenik şartlar altında gönderilir. Sakatatlar ise günlük depo alanlarını içinde barındıracak şekilde düşünülmüştür. Her birimin dışa açılması

sağlanarak günlük nakliye işleminin kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Süreli depolama işlemi ise tek depoda düşünülmüş olup depo içerisinde karkaslar ve son mamuller ayrı olarak depolanacaktır. Paketleme ve depolamaya ait resim Şekil 5.10'de verilmiştir.



Şekil 5.10 Kesimhanelerde Bulunan Paketleme ve Depolama Alanı

5.3.6 Sakatat Temizleme-İşleme Bölümü Özellikleri

Mide veya işkembe ile bağırsakların boşaltılması, temizlenmesi için uygun havalandırma sistemleri bulunan odalar hazırlanmalıdır. Bu odada teşkil edilecek ekipmanlar işlemlerin hijyenik olarak yapılmasına imkan sağlayacak yapıda olmalıdır. Tasarlanan oda kesim işlemlerinin yapıldığı bölümden ayrı olarak tasarlanmalı ve çevresi tamamen kapatılmış özel bir yerde tasarlanmalıdır. Temizleme işlemi esnasında ortaya çıkacak mide özsuyunun kapalı devre sistemlerle taşınması sağlanacaktır. Mide özsuları kapalı sistem ile özel geri dönüşüm ünitesinin bulunduğu bölüme alınacak ve UYA geri kazanımı sağlanacaktır.

Diğer sakatatlar ise işkembe ve bağırsaklardan ayrı tutularak farklı bir odada işlenmelidir. Kendi içerisinde bulunacak özel soğuk depo odalarında saklanarak dışa açılan odalardan direk nakliye edilecektir. Sakatatların kesim ünitesinin içerisinden geçirilerek nakledilmesi yönetmelik gereği yasaklanmıştır.

İşkembe, bağırsak ve diğer sakatatların temizleme-işleme-paketleme uygulamaları kendilerine ayrılan özel odalarda yapılacak olup transferleri de bu birimlerden yapılacak, hiçbir şekilde kesim bölümüne giriş yapılmayacaktır.

5.3.7 Soğuk Depo Tesisi Özellikleri

Soğuk depo işlemi için sakatatlar, kullanılamayacak yan ürünler, karkaslar, deri için ayrı yapılacaktır. Karkasların ve son mamullerin süreli depolamaları birlikte tek birimde yapılacaktır. Depo kapasiteleri belirlenirken 1 m²'lik alanda BB hayvanlarda en fazla 200 kg

et, KB hayvanlar ise en fazla 100 kg et olacak şekilde boyutlandırıldı. Buna göre birim ünite günlük karkas depolama işleminin yapıldığı soğuk hava depo alanı 43 m^2 olarak hesaplanmıştır. Süreli depolamanın yapılacağı alan etlerin sağlıklı tüketilmesi için bekletilme süresi olarak tespit edilen 15 günlük et bekletme kapasitesine uygun olarak tasarlanmıştır. 15 günlük et üretim miktarı 28080 kg KB, 72900 kg BB olduğundan gerekli alan $645,3 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmıştır.

Kelle için tasarlanan depo sahası günlük olmak zorundadır. KB için 182 kg, BB için 472,5 kg kelle günlük birim ünite de meydana gelecektir. Uygun şartlarda depolanabilmesi için gerekli alan $4,18 \text{ m}^2$ 'dir.

Sakatatların günlük depolanabileceği alan kendi birimi içerisinde olup toplam alan $39,44 \text{ m}^2$ olarak öngörülmüştür.

Karkaslar en fazla $+4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve sakatat ise $+3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ soğutulmadan sevk edilemez. Şüpheli ve şarta tabi et ve iç organların muhafazası için hem soğutma ve hem de şoklama yapabilen ayrı bir soğuk depo bulunacaktır.

Soğuk depo, şayet bir mezbaha veya kombina içerisinde ise karkasların iletilmesi için; kesim salonu, nakliye koridoru, nakliye platformu ve ilgili olduğu diğer bölümlerle uygun bağlantılara sahip havai ray hattı bulunur. Soğuk deponun tek başına karkas kabul ve sevk faaliyeti göstermesi durumunda ise yine nakliye platformu ile uygun havai ray hattı bağlantısı olmalıdır. Ray hattına ait görünüş Şekil 5.11'de verilmiştir.



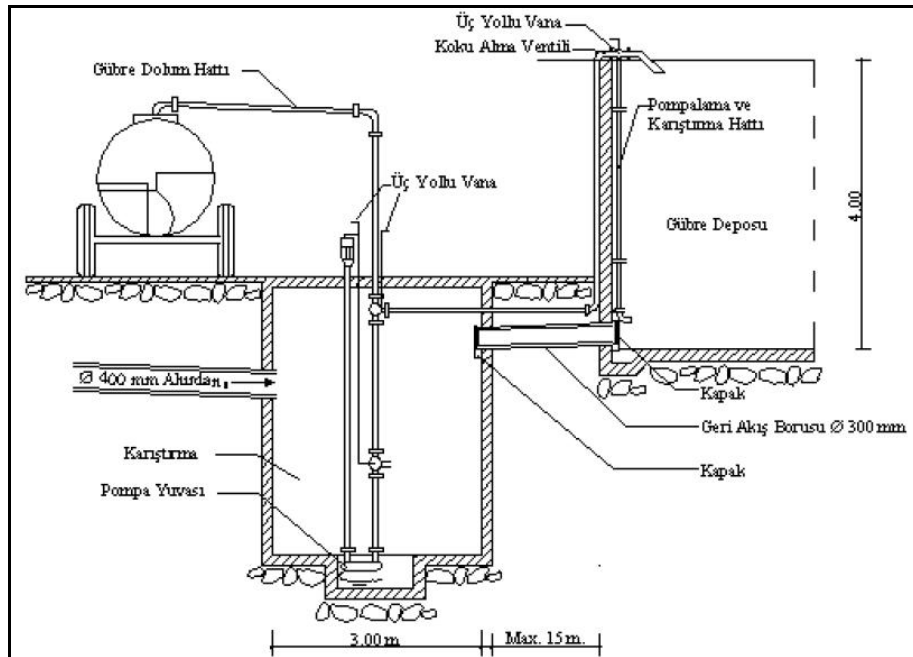
Şekil 5.11 Kombina ve Büyük Kesimhanelerde Bulunan Soğuk Depo ve Ray Hattı

Soğuk depo içinde karkas, et, sakatat ve bunlara ait ürünlerin tabana veya duvarlara değmeden giriş ve çıkışı ile depolanmasını sağlayan paslanmaz özellikte bir donanım bulundurulmalıdır.

5.4 Aritma ve Ayrı Toplama Sistemleri

5.4.1 Sıvı Gübre (İdrar)

Sıvı gübre, doğrudan ahır tabanında biriktirilerek ya da ahır dışındaki betonarme depolama yapılarında, toprak havuzlarda veya zemin seviyesinin üzerinde yer alan silolarda depolanabilmektedir. Proje kapsamında sıvı gübrenin ayrı betonarme depoda bekletilmesi uygun görülmüştür. Padok ve borsaların tasarımıda tabana koyulacak ızgaralar yardımıyla ayrı toplanan sıvı gübre (idrar) kapalı kanallar veya borular yardımıyla tasarlanan betonarme depolara getirilecektir. Gübre depolarının duvar ve tabanı sızdırmaz malzemeden yapılmalıdır. Koku ve gaz çıkışı sorununun azaltılabilmesi için de depolama yapıları, yüzey alanını en aza indirecek şekilde yapılmalıdır. Şekil 5.12’de sıvı gübre deposu ve bağlantılarına ilişkin örnek verilmiştir. [16]



Şekil 5.12 Mezbahalarda Ayrı Toplanan Sıvı Gübreler İçin Örnek Depo

Sıvı gübre deposunun kapasitesi, hayvan gübre veriminin yanı sıra hayvan sayısı ve depolama süresine bağlı olarak belirlenir. Bu kapasite günlük BB başına 0.025 m³, KB başına 0,003 m³ olup, ahır ve diğer yapılar basınçlı su ile temizleniyorsa depolama hacmi bunun 2 katı alınmalıdır. Aynı zamanda, doğal yağış sularının özellikle üstü açık gübre depolarında

toplanma durumu ve yazın yüksek sıcaklıklarda oluşacak buharlaşma hesaba katılmalıdır. Sıvı gübre en az 90 gün olmak üzere 1 yıla kadar depolanabilir.

Oluşacak sıvı gübre çok değerli bir atık olup tarlalarda kullanılması için hazırlanacaktır. Tarlalarda kullanılan sıvı gübrenin doğal ve yapay olarak elde edilmesi mümkündür. Doğal gübre; padok ve canlı hayvan borsasından ayrı olarak toplanacak, ürenin belli oranda seyreltilerek özel araçlar yardımıyla tarlalarda kullanılması sağlanacaktır. Yapay gübre ise belli kimyasal oranlar kullanılarak laboratuvar ortamında özel olarak oluşturulmaktadır. Kimyasal içerik olarak farklılık göstermektedir. Doğal ve yapay sıvı gübrenin özelliklerinin kıyaslandığı veriler Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4’de verilmektedir. [6]

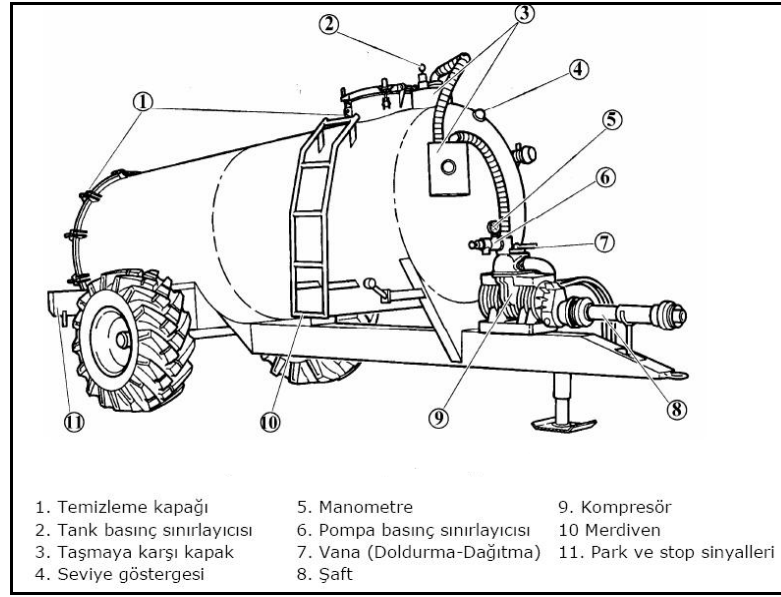
Çizelge 5.3 Mezbaha ve Kesimhanelerde Ayrı Toplanan Doğal Sıvı Gübrenin Özellikleri
(Sylke V.,1932)

Hayvanın Cinsi	Su Miktarı (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K (%)	pH
At	90	1.35	Çok Düşük	1.25	4,5-8,0
Sığır	92	1	Çok Düşük	1.35	4,5-8,0
Koyun	85	1.35	0.05	2.1	4,5-8,0
Domuz	97	0.4	0.1	0.45	4,5-8,0

Çizelge 5.4 Yapay Olarak Oluşturulan Sıvı Gübrenin Özellikleri

Parametreler	% İçerik
Organik Madde	35
N	4
P ₂ O ₅	2
K ₂ O	3.5
Hümkik Asitler	5
Fülvik Asitler	19
pH	6

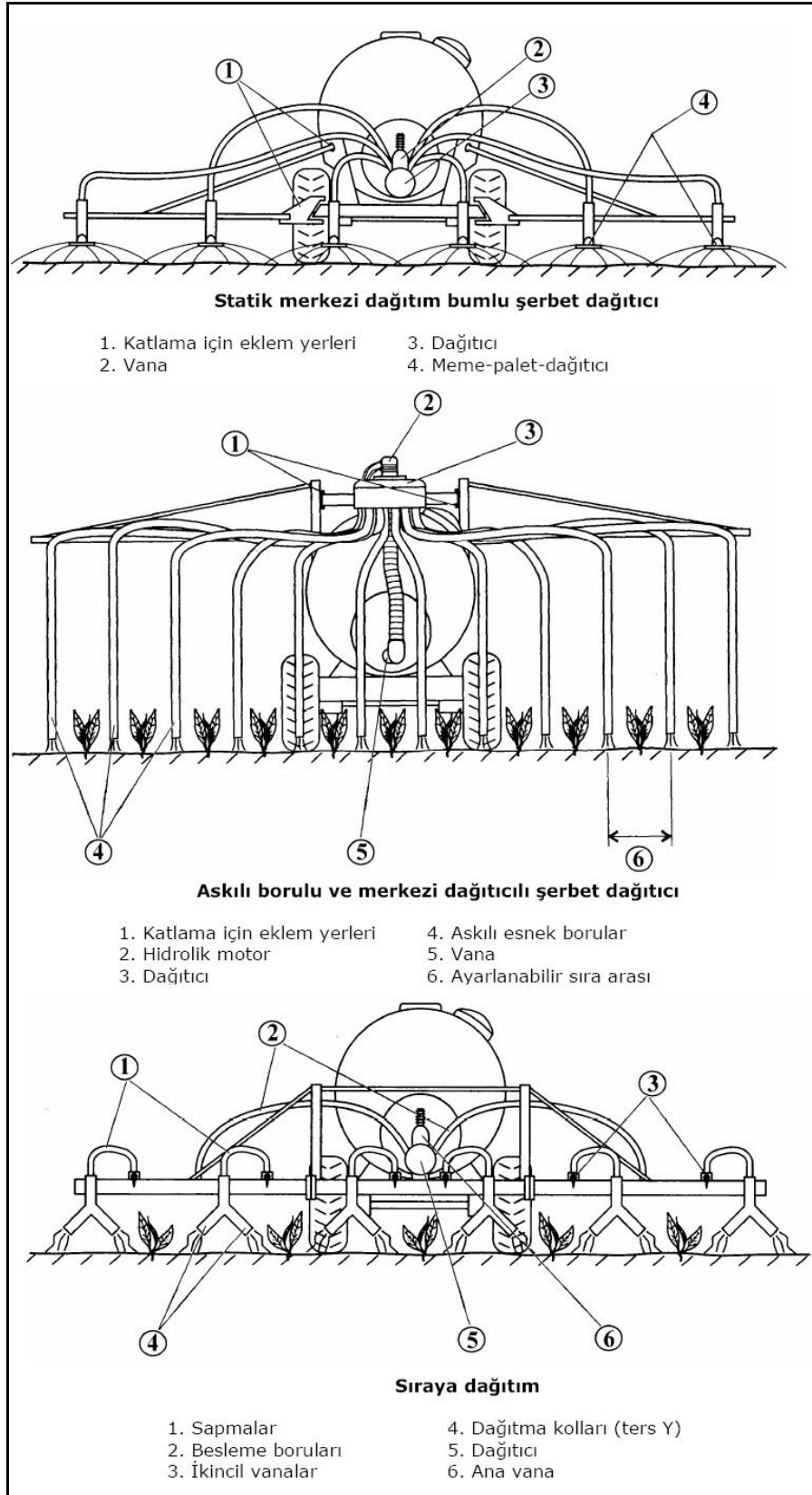
Doğal gübre olarak alınacak ürenin 1/3 oranında seyreltilerek tarlalarda kullanılması önerilmektedir. Sıvı gübrenin tarlalarda kullanılmasında sıvı gübre dağıtma makineleri kullanılmaktadır. Sıvı gübrenin dağıtılmasında kullanılan makineye ve ekipmanlara ait şematik gösterim Şekil 5.13’de verilmiştir. [14]



Şekil 5.13 Sıvı Gübreyi Tarlaya Dağıtmak İçin Kullanılan Makine

Sıvı gübre dağıtma tankları arkasına monte edilmiş bumlarla dağıtma (bumlar kenarlardan katlanabilir) tek palet-ağızlı dağıtma sistemlerine göre daha belirgin bir enine dağılım sağlarlar. Ayrıca sıvı gübrenin havadaki dağıtılma zamanını ve uzunluğunu azaltarak uygulama sırasında kötü kokuları da azaltırlar. Bumlu dağıtıcılar sıvı gübreyi dağıtma ve yayma biçimleriyle farklı farklıdır. Belli başlı üç dağıtım biçimi vardır:

- * Statik merkezi dağıtımlı bumlar,
- * Dairesel merkezi dağıtımlı bumlar,
- * Sıraya dağıtım bumları, Bumlara ait görünüşler Şekil 5.14’te verilmiştir. [14]



Şekil 5.14 Sıvı Gübre Dağıtma Ekipmanlarından Bumlu Dağıtım Tipi

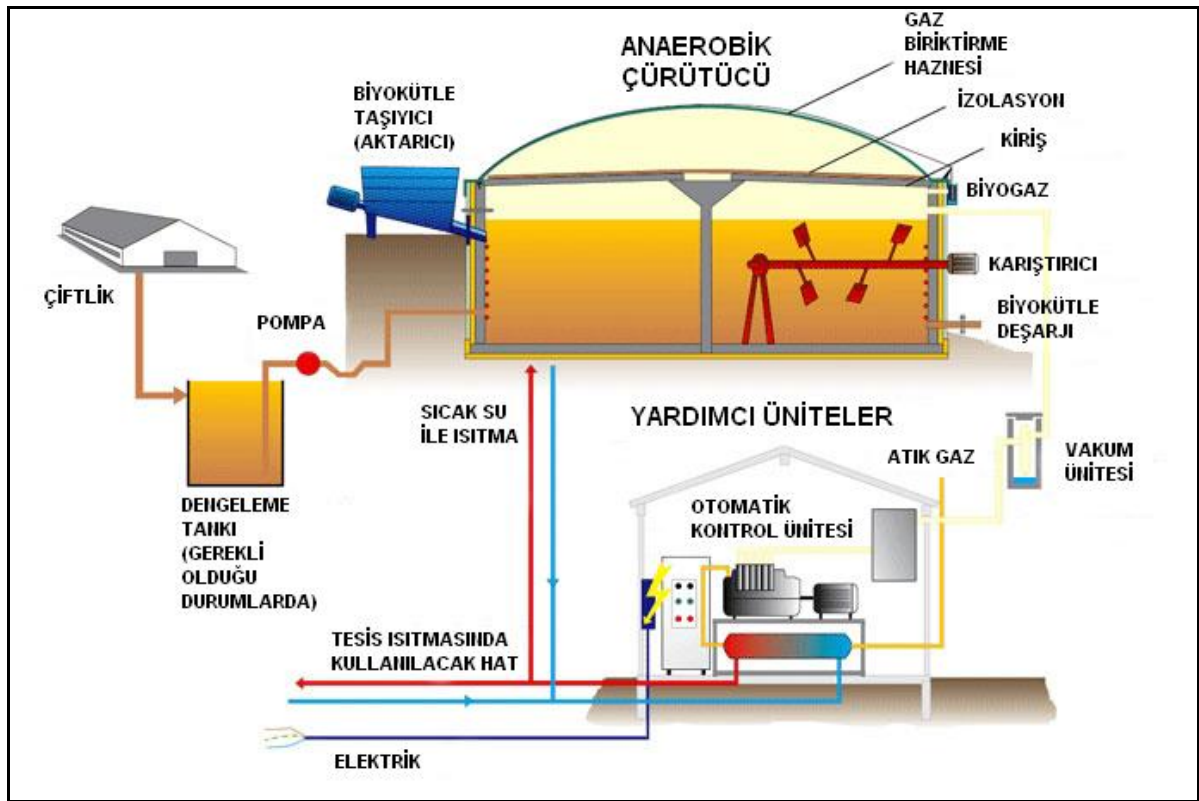
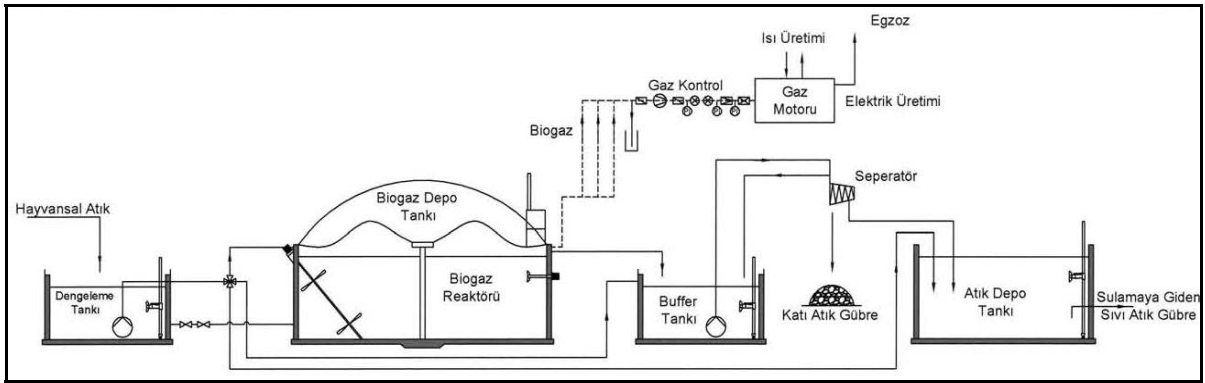
5.4.2 Gübre

Katı gübre oluşumu aynı sıvı gübre gibi padoklar ve hayvan borsasından kaynaklanmaktadır. Oluşacak gübre diğer ünitelerden kaynaklanacak yıkama suları, kan ve işletmedeki atıksularla birlikte anaerobik arıtmaya tabi tutulacaktır.

Anaerobik Arıtma Sistemi

Anaerobik arıtma için üretilecek atık miktarı da göz önünde bulundurularak seçilen arıtma tipi Tam Karışımli Sistem'dir. Tam karışımli reaktörlerde çamur ısıtılarak reaktöre verilmektedir. Isıtma işlemi için üretilen biyogaz kullanılmaktadır. Bu tür reaktörlerde yeterli uçucu organik katı madde konsantrasyonu %3–10 arasında değişen atıklar kullanılır.

Tam karışımın sağlanması için reaktöre bir karıştırıcı koyulmaktadır. Karıştırıcı sayesinde bakterilerin besli maddeleri ile homojen teması sağlanır. Mezbahadan gelecek gübrenin direk kullanılması anaerobik reaktör için uygun olmadığından tesisten gelecek yıkama suları ile seyreltme işlemine tabi tutulacaktır. Gübrenin seyreltilmesinden sonra çöktürme işlemine tabi tutularak yabancı ve istenmeyen maddelerin atıktan uzaklaştırılması sağlanır. İstenen özelliklere getirilen atıklar reaktöre beslenmeden önce ısıtılma işlemine tabi tutulur. Isıtılan atıklar reaktöre pompa vasıtasıyla aktarılır. Atıksuyun reaktöre verilmesinden sonra homojen karışımın sağlanması için karıştırıcı devreye alınır. Karıştırma işlemi ile homojen karışım oluşturma dışında atığın sürekli askıda kalması ve çökmesi engellenmiş olur. Karıştırma ve ısıtma işlemi sistemin daha kolay dengeye gelmesini sağlar. Dengeye kalan sistemin verimliliği büyük ölçüde artış gösterir. Hayvansal atıkların anaerobik arıtılmasında kullanılan örnek akım şeması Şekil 5.15'de verilmiştir.



Şekil 5.15 Hayvansal Atıkların Anaerobik Olarak Arıtılmasında Kullanılan Akım Şeması (Tolay M.,2008)

Tam karışımli reaktörler ya mezofilik veya termofilik şartlarda çalıştırılır. Ekomezbaha için dizayn edilen anaerobik reaktörün mezofilik şartlarda çalıştırılması öngörülmektedir. Tam karışımli reaktörlerde hidrolik bekleme süresi 10 ile 20 gün arasında değişmektedir.

Yapılması planlanan tesise ait örnek resim Şekil 5.16’de verilmiştir.



Şekil 5.16 Anaerobik Arıtma ve Biyogaz Ünitesi (Pehlivan E.,2009)

Anaerobik şartları muhafaza etmek için reaktör üzeri sabit olarak kapatılır. Biogaz reaktörden alınır. Arıtılır ve kullanıma sevk edilir. Tam karışımli reaktörlerden elde edilen biogazdan elektrik enerjisi üretilmektedir. Hem reaktör hem de karıştırma ünitesi motor soğutma sisteminden alınan atık ısı ile ısıtılmaktadır. Bunun yanı sıra elde edilen biyogaz tesis içi ısı ve elektrik ihtiyacının karşılanması amacıyla kullanılacaktır.

Anaerobik reaktör çıkışında oluşacak arıtma çamurunun değerlendirilmesi için 3 alternatif düşünülmüştür. Değerlendirmeye alınan 3 alternatif çamurun çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılması, gazifikasyon işlemi ile atık azaltma çalışması, kompost ve doğal arıtma yöntemlerinin birlikte kullanılmasıdır.

Katı-Sıvı Ayrımı

Anaerobik olarak arıtılan gübre dekantör santrifüj kullanılarak katı-sıvı olarak ayrılacaktır. Kesim işleminin 3 saatte tamamlandığı kabul edilerek yapılan hesaplamalarda saatlik atık debisi $85,6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Kataloglardan saatlik debi için en uygun dekantör santrifüj seçilmiştir. Dekantör santrifüje ait katalog bilgileri Çizelge 5.5’de, seçilen santrifüje ait görünüş ise Şekil 5.17’de verilmiştir. [5]

Çizelge 5.5 Proje Kapsamında Seçilen Dekantör Santrifüj Bilgileri (Q=85,6 m³/h)

Sürekli Santrifüj Özellikler		
Model		735-2P
Debi	m ³ /saat gpm	35-102 150-450
Ana Motor	kw hp	186-225 250-300
G-Force	g	3,700
Uzunluk	mm olarak	6,350 250
Genişlik	mm olarak	1,780 70
Yükseklik	mm olarak	1,525 60
Ağırlık	kg lbs	9,100 20,000



Şekil 5.17 Seçilen Dekantör Santrifüje Ait Görünüş

Katı-sıvı ayırımına tabi tutulan atıksuda ayırma oranı kek içerisinde %65 su olacak şekilde gerçekleştirilmektedir. Piyasada bulunan sistemler içerisinde katı-sıvı ayırımını en verimli yapan teknoloji dekantör santrifüjdür.

İlave Yakıt Olarak Kullanımı

Anaerobik çamurun günümüzde ilave yakıt olarak tesislerde kullanılması gerçekleştirilmektedir. İlave yakıt olarak çimento fabrikalarında arıtma çamurunun kullanılabilmesi için içerisindeki suyun buharlaştırılması gerekmektedir. Yatırım maliyeti olarak yüksek bir sistem gibi görünmesine rağmen mevcut çimento tesislerden kaynaklanacak atık ısıların kullanılması ile yakıt miktarında %2–5 oranlarında tasarruf sağlamaktadır. Bunun yanında bertaraf edilecek arıtma çamurlarının tesise kabulü için alınacak meblağlarla

kurulacak tesisler kendini kısa sürede amorti edebilmektedir. Bunun yanında oluşan çamurların bertarafında kullanıldığı için çevre dostu bir teknoloji olarak görülmektedir.

Kojenerasyon adı verilen sistem basit olarak çimento üretim tesislerinde kaynaklanacak atık ısının atmosfere verilmesi yerine tesise kabul edilecek arıtma çamurlarının kurutulmasında kullanılması ve kurutulan çamurların tesisin yakıt ihtiyacının bir kısmının karşılanması kullanıldığını içermektedir.

Ekomezbahadan kaynaklanacak arıtma çamurunun ilk önce dekantör santrifüj ile katı-sıvı ayırımına tabi tutulması gerekmektedir. Katı-sıvı ayırım verimi %65 olarak verilen dekantör santrifüj çıkışındaki sıvı faz 244,668 m³/gün, katı-sıvı karışımı ise 12,14 m³/gün olarak hesaplanmıştır. Katı-sıvı karışımındaki katı miktarı 4,25 m³/gündür. Katı-sıvı arıtma çamuru çimento üretim fabrikalarına gönderilecek uygun su içeriğine sahip hale getirilmiş olur. %65 su içeriğine sahip arıtma çamuru kamyonlar vasıtasıyla çimento fabrikalarına gönderilir.

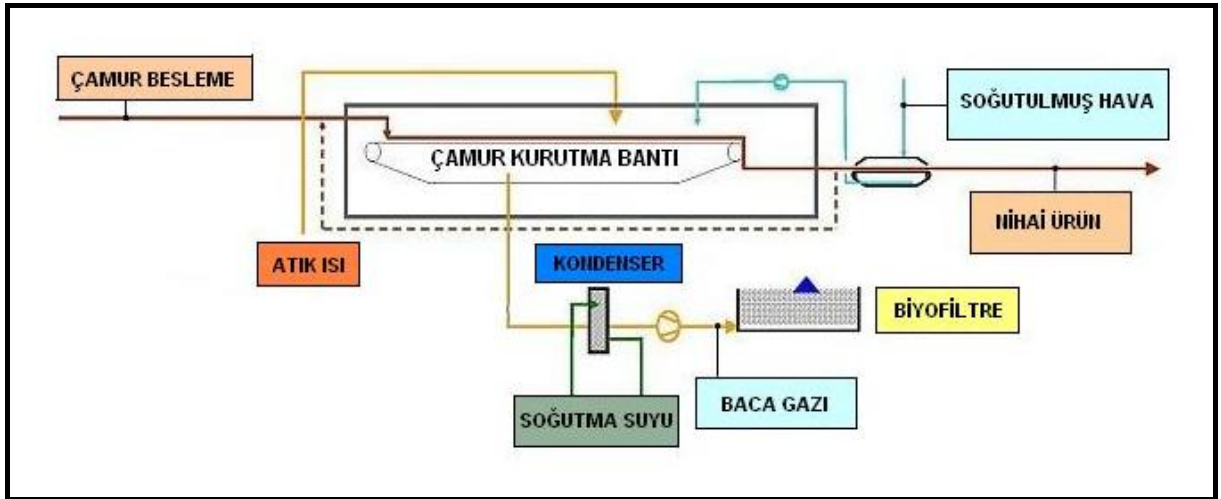
Çimento fabrikalarında üretimin gerçekleşmesi için kazanlar yüksek ısılarda çalıştırılırlar. Elde edilen yüksek ısının bir kısmı tesisin çalışmaya devam etmesi için bacadan atılmak zorundadır. Son yıllarda çevreye verilen önemin artması ve enerji kaynaklarının azalmasıyla atılan bu ısının enerji dönüşümünde kullanılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Atılacak olan ısının geri dönüşümünde arıtma çamurlarının kurutularak yakıt olarak kullanılması ve buhar türbinleri ile enerji üretimi sistemleri kurulmaya başlanmıştır.

Kurutulacak olan ürün, tampon tankına aktarılır ve hız kontrollü dozlama vidalı konveyörleri yoluyla sürekli olarak besleme ve harmanlama vidalı konveyörüne boşaltılır. Daha önce kurutulan ürünün bir kısmı da bu besleme ve harmanlama vidalı konveyörüne geri yönlendirilir ve burada yaş ürünle harmanlanır (geri harmanlama). Şekil 5.18'de kurutma işleminde kullanılan konveyör resmi verilmiştir. [2]



Şekil 5.18 Arıtma Çamurunun Kurutma İşleminde Kullanılan Konveyör

Yaş granüller buradan, ilave bir vidalı konveyör ile ve kurutma bandı üzerinde enine bir helezon ile homojen olarak dağıtılır. Bu vidalı konveyör ve yüksekliği ayarlanabilir tipte olan helezon, ürün tabakasının bant genişliği boyunca ayarlanabilir şekilde ve yaklaşık 5 – 15 cm değerinde homojen olarak dağıtılmasını temin eder. Ürün kurutucu içerisinden geçerken, sıcak hava ile kurutulur. Kurutma için kullanılan hava 300–400 °C ısıya sahiptir ve çamurun %90 oranında susuzlaştırılmasını sağlar. Kurutma işlemine ait örnek akım şeması Şekil 5.19’de verilmiştir. [2]



Şekil 5.19 Çimento Fabrikalarında Çamur Kurutma İşlemi Akım Şeması

Isı değişiriciler, beton kurutucu muhafazasına inşa edilmiş olan ayrı bir kompartımana monte edilir. Havayı Kurutucu egzoz bağlantılarından, Kurutucunun üst kısmındaki giriş bağlantısına devridaim ettirmek için dört adet devridaim hava fanı kullanılır.

Yoğunlaştırıcıdan gelen kurutma egzoz havasının bir kısmı, daha sonra ekstraksiyon (çekme) fanı ile kurutma havası kapalı devresine geri döndürülür ve geri kalan diğer kısmı ise, biyofiltre fanı ile çekilerek koku giderme işlemi gerçekleştirilir. Fanların kurutma bandından sonraki düzenleri sayesinde, bütün kurutucu bileşenleri hafif bir negatif basınç altında işletilir. Bu sayede, çevreye her hangi bir toz veya koku yayılması meydana gelmez.

Tesiste uygulanan kurutma işlemi sayesinde tesise gönderilen günlük atık miktarından geriye $5,04 \text{ m}^3$ kalır. Bu giderim yaklaşık olarak %58'e denk gelmektedir. Kurutulmuş olan $5,04 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'lük arıtma çamuru tesiste kullanılan yakıtı ilave olarak kullanılabilecek niteliğe getirilmiş olur. Kurutulmuş çamur görünüşüne ait fotoğraf Şekil 5.20'de verilmiştir.



Şekil 5.20 Çimento Fabrikasında İlave Yakıt Olarak Kullanılacak Kurutulmuş Çamur

Kurutulmuş çamurun ilave yakıt olarak kullanılmasının dışında patojen kontrolü gerektirmemesi, hacimsel ve kütsel azalmaya neden olması, toz muhtevanın yok denecek kadar az olması, sera gazı etkisinde azalmaya neden olması gibi avantajlara sahiptir.

Yakıt olarak kullanılamayacak nitelikte karbon yapısına sahip olması durumunda toprak şartlandırıcısı olarak kullanılma opsiyonu da mevcuttur. Ayrıca hacimsel azaltmadan kaynaklı depo alanı ihtiyaçlarında da azalma sağlamaktadır.

Gazifikasyon

Gazlaştırma; stokiyometrik (teorik) hava miktarının altında hava kullanılarak yapılan yakma işlemi olarak tanımlanabilir. Kullanılacak havanın niteliğine göre son ürünlerde değişiklikler meydana gelir. Gazlaştırma işleminde oksijen kaynağı olarak hava kullanılması durumunda - normal atmosfer basınç şartları altında- oluşan son ürünler düşük enerji içeriğe sahiptir. Bu şartlarda tipik gaz bileşimi %10 CO_2 , %20 CO , %15 H_2 ve %2 CH_4 içerir. Katı olarak

kömür(char) ve sıvı olarak da yağ türü son ürün oluşur. Hava kullanılması durumunda oluşan gazın enerji içeriği havada bulunan azotun seyreltici etkisi nedeniyle düşüktür ($150 \text{ Btu/ft}^3=5589\text{Kj/m}^3=1337\text{Kcal/m}^3$). Eğer oksijen kaynağı olarak saf oksijen kullanılırsa (Purox sistemlerinde olduğu gibi) o zaman gazlaştırmada oluşan gazın enerji içeriği (kalorifik değeri) hava kullanımına nazaran iki kat artacaktır ($300 \text{ Btu/ft}^3=11180\text{Kj/m}^3=2675\text{Kcal/m}^3$).

Gazifikasyonda 2 endotermik (2 ve 3 nolu) 3 ekzotermik (1, 4 ve 5 nolu) reaksiyon gerçekleşmektedir. Bunlar;

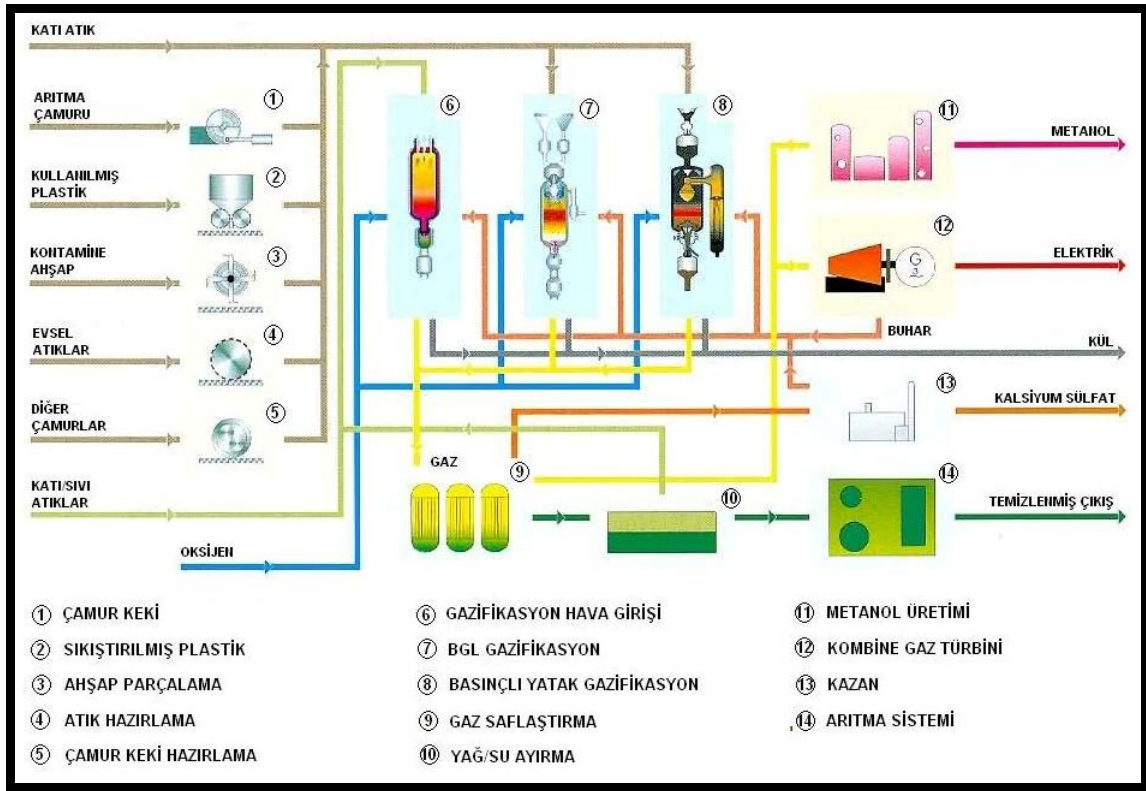


Gazlaştırmanın en önemli özelliği beslenen atık hacminde azalmaya neden olurken kullanılabilir yan ürünleri elde edilmesidir. Oluşan yan ürünler kömür, yağ ve yanabilir nitelikteki gazdır. Gazlaştırma işleminin gerçekleştirilebilmesi için gerekli üniteler Şekil 5.21’de verilmiştir.



Şekil 5.21 Kesimhanede Oluşan Katı Atıkların Gazlaştırılmasında Kullanılması Gereken Üniteler (Tolay M.,2008)

Arıtma çamurlarının gazifikasyonda kullanılması işlemi Almanya’da evsel atıksu arıtma tesisinde uygulanmaktadır. Evsel nitelikli çamur ile evsel katı atıklar, plastikler, kontamine olmuş ahşap gazifikasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Almanya’da kurulmuş gazifikasyon tesisine ait akım şeması Şekil 5.22’de verilmiştir.



Şekil 5.22 Genel Gazifikasyon Akım Şeması (Tolay M.,2008)

Ekomezbaha tasarımı incelendiğinde anaerobik arıtmadan kaynaklanacak çamurun susuzlaştırılması sonucunda oluşacak atığın gazifikasyonda kullanılabileceği görülmektedir. Mezbahada çalışan personelden kaynaklanan evsel nitelikli katı atıklarla birlikte gazifikasyon işlemine tabi tutularak madde ve enerji kazanımı sağlanabilir.

Gazlaştırma tesisinden kaynaklı bazı kirletici emisyonlarının olması beklenmektedir. Oluşacak emisyon miktarlarını gazifikasyonda kullanılan havanın niteliği belirlemektedir. Gazifikasyonun gerçekleşmesi için kabul edilen oksijen değerleri % 7 ve % 11’dir. Oksijen değerlerine göre oluşması muhtemel emisyon miktarları Çizelge 5.6’te verilmiştir.

Çizelge 5.6 Gazifikasyon İşlemi Sonucunda Oluşması Beklenen Emisyon Değerleri (Tolay M.,2008)

Kirletici		%11 O ₂	% 7 O ₂
CO, mg/Nm ³	maksimum	50	35
Tane, mg/Nm ³	maksimum	10	7
HCl, mg/Nm ³	maksimum	30	21
HF + HBr, mg/Nm ³	maksimum	2	1.4
SO ₂ , mg/Nm ³	maksimum	100	71
PCBs, µg/Nm ³	maksimum	100	100
NO _x , mg/Nm ³	maksimum	300	214
PCDD/PCDF, ng/Nm ³	maksimum	2,860	2,040
Kurşun (Pb)	maksimum	3	3
Kadmium (Cd)	maksimum	0.1	0.1
Civa (Hg)	maksimum	0.1	0.1

Gazifikasyonda elde edilen gazın kullanılabilmesi için temizlenmesi gerekmektedir. Bunun nedeni içerisinde katran ve partiküller, kükürtlü bileşikler ve ağır metaller içermesidir. Gazın arıtılması için kullanılacak teknolojiler;

- Torbalı Filtreler
- Siklonlar
- Scrubber(İslak Arıtma)
- Elektrostatik Çöktürücüler

Arıtım sonunda çıkan atıklar ise genellikle tehlikeli atık sınıfına giren materyaller içermektedir. Özellikle katran ve ağır metaller çıkan atıkların tehlikeli atık olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır. Miktarları tesisin işletme şartlarıyla değişmekte olup ortalama değerler Çizelge 5.6'te verilmiştir. Bu atıkların bertarafı için çıkacak atıklarda gerekli analizler yapılarak tehlikeli atık sınıfına girip girmediği belirlenmelidir. Tehlikeli atık sınıfına giren atıklar ise lisanslı yakma tesislerinde veya tehlikeli atık depolama sahalarında bertaraf edilecektir.

Gazifikasyonun avantaj ve dezavantajları incelendiğinde yararlı yan ürünler oluşmasına rağmen tezin bütününde düşünülen atıkların tamamının değerlendirilmesi şartına uygun bir sistem değildir. Kullanılabilecek bir atık olan çamurdan tehlikeli atıkların meydana gelmesi ve bertaraf zorlukları bu alternatifin kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Çizelge 5.7'da gazifikasyon tesislerinin avantaj ve dezavantajları verilmiştir.

Çizelge 5.7 Gazifikasyon Tesislerinin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Üretilen Syngas Yönetmelikte Belirtilen Emisyon Sınır Değerlerinin Altındadır	Kullanılmadan Önce Arıtmaya Tabi Tutulmalıdır
Kükürt H ₂ S'e Dönüştürülür	H ₂ S Giderim Ekipmanlarının Kurulması Gereklidir
Düşük NO _x Emisyonuna Neden Olur	Tam Yanma Gerçekleştirilmediği İçin Kırılmış Karbon Bağları Farklı Bileşiklerin Oluşumuna Neden Olur
Kükürt Yakalama İşlemi Fiziksel veya Kimyasal Yakalayıcılarla Yapılabilir	Yatırım Maliyeti Yüksek
CO ₂ Kontrolü Ön Yanma İle Sağlanabilir	Gaz Arıtım Teknolojilerine İhtiyaç Duyar
Verimlidir	Tehlikeli Nitelikte Atık Oluşur
Kullanılabilecek Yan Ürünler Oluşur	İşletilmesi Zordur

Kompost İşlemi

Dekantör santrifüj yardımıyla ayrılan katı kısım kompost ünitesine gönderilerek şartlandırma işlemine tabi tutulacaktır. Anaerobik arıtmadan çıkan çamurun biyolojik olarak aktivitesinin kalmadığı varsayılmaktaydı. Yapılan araştırmalarda anaerobik arıtma sonucu elde edilen çamurunda kompost oluşumu için uygun şartları içerdiği tespit edilmiştir. Kompost için hammadde olarak kullanılabilecek atıklar Çizelge 5.8'de verilmiştir. [12]

Çizelge 5.8 Kompostta Kullanılabilecek Hammaddeler

No.	Hammatde Adı	Kompost Adı					
	Kayıtlarda kullanılabilecek ortak terimler;	Kabuk Kompostu Sınıf A+*	Kompost Kalite Sınıfı A+	Kompost Kalite Sınıfı A	Arıtma Çamuru. A kalite Kompost	Kompost Sınıf B	Atık Kompostu
Tab 1a							
101	Evsel kaynaklı biyolojik atıklar	–	✓	✓	✓	✓	✓
102	Budama atıkları ve yapraklar		✓	✓	✓	✓	✓
103	Sebze-Meyve atıkları, çiçekler		✓	✓	✓	✓	✓
104	Kabuk	✓	✓	✓	✓	✓	✓
105	Ağaç		✓	✓	✓	✓	✓
106	Hasat ve İşleme kalıntıları		✓	✓	✓	✓	✓
107	Sebze yiyecek artıkları		✓	✓	✓	✓	✓
108	Yumurta Kabuğu		✓	✓	✓	✓	✓
109	Hayvan Yemi kalıntıları		✓	✓	✓	✓	✓
110	Yiyecek ve lüks üretiminin presleme ve filtre kalıntıları	–	✓	✓	✓	✓	✓
111	Cürümüş Tohum		✓	✓	✓	✓	✓
112	Hayvan boynuz ,tüy ,vs. atıkları		✓	✓	✓	✓	✓
113	Panseninhalt		✓	✓	✓	✓	✓
114	Katı ve sıvı hayvansal atıklar / Ekolojik tarım		✓	✓	✓	✓	✓
115	Su altı bitkileri		✓	✓	✓	✓	✓
116	Mezarlık atıkları		✓	✓	✓	✓	✓
117	Mycele		✓	✓	✓	✓	✓
118	Avısabilir (cürüvebilir) ambalajlar		✓	✓	✓	✓	✓
119	Kağıt		✓	✓	✓	✓	✓
120	Anaerobik arıtma Fermentasyon kalıntısı		✓	✓	✓	✓	✓
199	Avusturya kompost normlarına göre İşlenmiş atık		✓	✓	✓	✓	✓
Tab 2a							
201	Evsel Arıtma Çamuru				✓	✓	✓
202	Gıda ve yem sanayiinden kaynaklanan atıklar	–	–	–	✓	✓	✓
203	Küçük filtrepres atıkları, yemek yağları ve besin endüstrisi	–	–	–	✓	✓	✓
204	Jelatin Kalıntıları				✓	✓	✓
205	Boz toprak				✓	✓	✓
206	Kötü sarap				✓	✓	✓
207	Katı Ve Sıvı hayvan atıkları				✓	✓	✓
208	Kakao kabuğu				✓	✓	✓
209	Silah sanayinden kaynaklı çökeltim çamuru, filtrepres kalıntıları	–	–	–	✓	✓	✓
210	Kimyasal olarak değişmiş ambalaj maddeleri ve malları kalıntıları	–	–	–	✓	✓	✓
211	Anaerobik arıtma fermentasyon kalıntıları				✓	✓	✓
Teil 3							
	Kalıntı atıklar						✓
	Çamurlar, Tab. 2'ye uygun olarak						✓
	Biyolojik atık, ayırsmayan kirlilik bölümüyle						✓
Tab 3a							
301	Toz mineraller		✓	✓	✓	✓	✓
302	Kireç		✓	✓	✓	✓	✓
303	Bitki külleri		✓	✓	✓	✓	✓
304	Toprak		✓	✓	✓	✓	✓

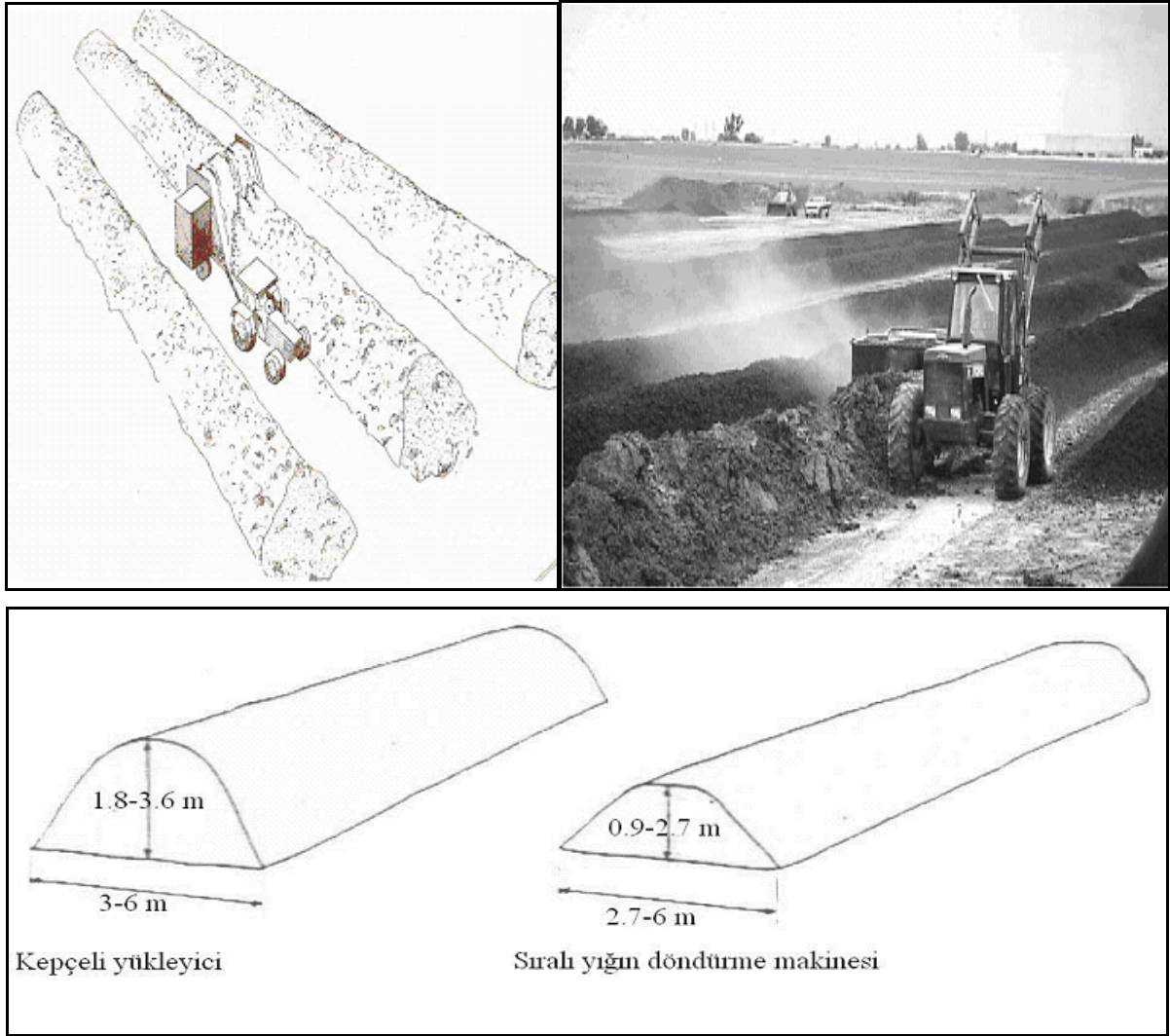
Kompost seçeneklerinden atık türüne en uygun olan sıralı yığın döndürme sistemi seçilmiştir. Sıralı yığın sisteminde en önemli unsur sıcaklık ve havalandırma şartlarının dengede

tutulması için döndürme sıklığıdır. Döndürme sıklığının belirlenmesi için program oluşturulması gerekmektedir. Döndürme süresi, atığın bozunma miktarına, nem içeriğine, atık yığını içerisindeki poroziteye ve kompost için seçilen süreye bağlıdır. Kompost işlemi başlatıldığında organik içerik nedeniyle bozunma işlemi hızlı bir şekilde gerçekleşir. Bu nedenle işlem başladığında döndürme sıklığının fazla seçilmesi gerekmektedir. Olgunlaşma döneminde ise çevirme sıklığı azaltılmalıdır. Azot içeriğinin yüksek olması durumunda kompost yığınının her gün döndürülmesi verimlilik açısından daha iyi olacaktır.

Ne kadar sıklıkla döndürme işleminin gerçekleşeceği yığında sıcaklık ve koku izlemesiyle belirlenir. Sıcaklık ve koku seviyesinin artması oksijen ihtiyacının arttığını ve bozunmanın gerçekleştiğini göstermektedir. Mezofilik şartlarda işlem yapılması istenen kompostta sıcaklık 50°C'nin altına düştüğünde, yığınların döndürülmesi gerekir. Ayrıca 4 veya 5 gün boyunca sıcaklıkta ani düşüş olması yığının döndürülmesi gerektiğini gösterir. Yığın içinde sıcaklık dağılımının homojen olmaması kısmi olarak reaksiyonların gerçekleşmediğini ve yığının karıştırılması gerektiğinin bir diğer göstergesidir. Yığınlarda ölçülen sıcaklığın mezofilik şartların üstüne çıkması durumunda da yığınlar döndürülerek sıcaklığın düşürülmesine çalışılır. Sıcaklığın yükselmeye devam etmesi durumunda yığın boyutlarında değişikliğe gidilerek kontrol altına alınır. Sıcaklık ölçüm işlemleri yığınlarda her 15 m'de yapılmalıdır. Bu sayede reaksiyon dağılımları daha rahat bir şekilde izlenerek müdahale edilebilir.

Kompostun neden olabileceği çevresel etkilerden birisi de sineklerdir. Sineklerin üreme zamanında kompost üzerinde birikmesini engellemek için yığın döndürme işlemi sıklaştırılmalıdır. Kompost işleminin olgunlaşma dönemi bile olsa sineklerin 5 gün gibi kısa bir sürede büyüdüğü göz önünde bulundurularak en az 4 günde bir yığın döndürme işlemi gerçekleştirilmelidir.

Sıralı yığın metodu gübre kompostlaması için 8 hafta uygun bir süredir. 8 haftalık süreçte işlemin hızlı gerçekleştiği ilk zamanlarda haftada 1–3 kez, daha sonraki dönemlerde ise 3–5 günde bir kez döndürme işlemi gerçekleştirilmelidir. Kompost alanına ait şematik gösterim Şekil 5.23'de verilmiştir.



Şekil 5.23 Klasik Kompost İşlemi İçin Gerekli Alan (Öztürk M. ve Bildik B.,2005)

Üretilen komposta ait ürün bilgisi Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9 Kompost Sonucunda Oluşacak Ürünlerin Özellikleri

Kompost Özellikleri	
pH	7-9
Organik Madde	%30
Toplam Azot	%1.9-2.5
Organik Azot	%0.3-0.5
Toplam P2O5	%2.8-3.2
K2O	%1.6-2
SO4	7800 mg/kg
Nem Oranı	%20
Tuzluluk	4-4.5 ms/cm
Hümkik Asit	%10-12
Fulvik Asit	iz
Fe	180 mg/kg
Mn	37 mg/kg
Zn	44 mg/kg
Cu	8 mg/kg
B	9 mg/kg

Doğal Arıtma

Anaerobik arıtma tesis çıkışına kurulacak dekantör santrifüj ile ayrılan sıvı kısım ise doğal arıtma kademesi olarak tasarlanmış su mercimeği ve su sümbülü yetiştirme alanına gönderilecektir. Su mercimeği alanına ait resim Şekil 5.24’de verilmiştir.

Doğal arıtma sistemleri son yıllarda su gereksiniminin artması ve arıtma teknolojilerinin işletme gelirlerinin yükselmesi nedeniyle tercih edilmeye başlanmıştır. Arıtılmış atıksular tarımda sulamada kullanılabildiği için ekolojik açıdan çok değerlidir. Suyun kıymetinin arttığı günümüzde suların tekrar kullanılabilir hale getirilmesi su kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Arıtmaya tabi tutulan atıksu satılmak üzere hazırlanan sıvı gübreyi sulandırmak için sıvı gübre toplama tankına alınacaktır. Bu sayede doğal arıtmadan çıkan sıvı gübre özelliği taşıyan deşarj suyu niteliği dahilinde kullanılabilecektir.



Şekil 5.24 Su Mercimeği Havuzuna Ait Görünüş

Doğal arıtmanın tesis içinde bir diğer kullanımı da arıtma elemanları olarak kullanılan su mercimeği ve su sümbülünün yüksek protein içeriğine sahip olmasıdır. Bu sayede arıtma elemanları yem olarak ve kompost ünitesinde kullanılabilmektedir. Doğal arıtma unsurları üzerinde yapılan araştırmaya göre su sümbülleri $270\text{--}300\text{ gr/m}^2$, su mercimekleri ise $400\text{--}450\text{ gr/m}^2$ oranlarında hasat edilebilmektedir. Yem olarak kullanılması durumunda yıkanarak

kurutulması gerekmektedir. Kuru ağırlık yağ ağırlığının % 6'sı kadar olduğundan yem olarak kullanılması optimum çözüm olarak görülmemektedir. Bunun yerine alternatif sistem olan kompost ünitesine gönderilerek satışa sunulacaktır.

İşkembe Özsuyundan Madde Kazanımı ve Kullanılan Ayırma Teknolojisi

Geviş getiren hayvanlar tarafından alınan bütün karbonhidratlar işkembede mikrobiyal fermentasyona tabi tutulurlar. Fermentasyon sonucu açığa çıkan en önemli yan ürünler uçucu yağ asitleridir. Bu yağ asitleri; asetik asit, bütrik asit, propiyonik asit ile çok az miktarda bulunan formik ve valerik asitten oluşmaktadır. Uçucu yağ asitlerinin yanında, karbondioksit ve metan gazı diğer yan ürünlerdir.

Mikrobiyal fermentasyon sonucu oluşan uçucu yağ asitleri geviş getiren hayvanlarda enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Karbonhidratların fermente olma hızı bunların çeşidine bağlıdır. Genel olarak, suda çözünen karbonhidratların fermente olabilme hızı, nişasta ve selülozdan daha yüksektir. İşkembede oluşan uçucu yağ asitlerin konsantrasyonu yağ asitlerinin üretim ve absorbe edilme oranına bağlıdır. Üretilen asitler kısmi olarak hayvan tarafından salınan salya tarafından nötralize edilmektedir. Rasyonun fazla miktarda kolay fermente edilebilir karbonhidratlar içermesi asidosize neden olabilmektedir. Bu durumda diğer karbonhidratların, özellikle selülozun fermentasyona uğraması engellenebilir.

İşkembede, karbonhidratların fermentasyonu sonucu açığa çıkan uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonu yapısına bağlıdır. Rasyonda kaba yemin azalması sonucunda asetik asit konsantrasyonu düşerken, propiyonik asit konsantrasyonu artmaktadır. Bilindiği üzere, işkembe mikroorganizmaları arasında kompleks bir ilişki vardır. Birçok faktör işkembe fermentasyonunu etkiler ve sonuç olarak bu da üretilen uçucu yağ asitlerinin miktarını değiştirmektedir.

Fermentasyonunu etkileyen faktörler üzerinde pek çok deneme yapılmıştır. İşkembe fermentasyonunu etkileyen rasyonla ilgili faktörler sırası ile besleme seviyesi, kaba yem/kesif yem oranı, besleme sıklığı, ilave edilen yağ miktarı ve yemin fiziksel yapısının değiştirilmesidir.

Rasyonla ilgili faktörler ya organik madde sindirimini değiştirerek ya da her asidin oranını değiştirerek işkembe fermentasyonunu etkilemektedir. İşkembe içerisinde oluşan bazı faktörlerde; örneğin osmotik basınç, işkembe pH sı ve işkembenin boşalması için geçen süre de fermentasyonu etkilemektedir. Kuru ot, saman ve diğer kaba yemlerin bulunduğu yüksek oranlarda selüloz içeren rasyonlar işkembedeki asetik asit oranını arttırmaktadırlar.

Yüksek miktardaki kaba yem içeren rasyonlarla beslenen geviş getirenlerde işkembedeki uçucu yağ asitleri oranı yaklaşık olarak % 55–60 asetik asit, % 18–25 propiyonik asit ve % 12–20 bütrik asit olarak bildirilmektedir. Ancak çok fazla kesif yem içeren rasyonlarla besleme, kaba yemin öğütülmesi veya peletlenmesi, kesif yemin ısıtılması yada peletlenmesi ile rasyonda doymamış yağların bulunması bu oranları etkilemektedir. Bu faktörler asetik asit oranını azaltırken propiyonik asit oranını artırmakta bütrik asit oranını değiştirmektedir.

Bazı durumlarda, bir kısım karbonhidrat, işkembede fermente olmadan kalın bağırsağa kadar ulaşmaktadır. Burada tekrar fermentasyona tabi tutulur ve işkembede olduğu gibi uçucu yağ asitleri oluşur. Fakat buradaki mikrobiyal fermentasyon işkembeye göre daha sınırlıdır. İşkembede karbonhidratların fermentasyonu sonucu oluşan uçucu yağ asitleri çeşitli yöntemlerle ölçülmektedir.

1. İn-vitro yöntemi
2. İzotop yöntemi
3. Modelling yöntemi

Ekstraksiyon ve Distilasyon

Son yıllarda atıklar dünya çapında çok ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır. Çünkü kirletici miktarları artış göstermiştir. Bu atıklar muhakkak arıtılmalıdır. Endüstriyel atıklar çok yüklü miktarda organik bileşikler içermektedir. Bu bileşiklerin geri kazanılması ekonomik açıdan çok önemlidir. Geleneksel distilasyon tekniklerini kullanarak asetik asit ve suyun ayrılması kullanışlı ve ekonomik değildir. Çünkü bu atıklar birden fazla ayırma basamağı ve yüksek ayırma oranına ihtiyaç duyarlar özel teknikler kullanılarak asetik asit ayrımı yapılabilir. %30-70 (gr/gr) asetik asit içeren numunelerin ED metodu ile ayrılması önerilmektedir. ED birden fazla bileşiği damıtabilen izotropik distilasyonla benzerlikler göstermektedir. ED de sıradan yöntemlerle ayrılması zor olan 2 bileşiğin taşıyıcı olarak adlandırılan Üçüncü bileşik yardımıyla uçuculuğunun değiştirilmesi ve böylece ayrılması hedef alınmıştır.

Kimyasal ayırma işlemlerinden ticari uygulamalarda diğer tekniklere oranla geleneksel distilasyon metodu kullanılmaktadır. Kaynama noktaları farkı çok olan bileşiklerin ayrılmasında birçok avantajı vardır ve çeşitli bileşiklerin ayrılması için uygundur. Dizayn prosedürleri fiziksel özelliklerine ve ticari deneyimlere bağlıdır.

Kimyasal proseslerde solventlerin ayrılması uygun bir seçimdir. Örneğin ayrılmak istenen maddelerin kaynama noktaları çok yakınsa (oran 1,2 den azsa) geleneksel distilasyonda

birden fazla adım ve yüksek ayırma oranına sahip olmak gerekir. İstenilen bileşikler izotrop ise geleneksel distilasyon etkili olmaz. Fiziksel yapıda geleneksel distilasyon için bir engel oluşturur. Eğer ayrılmak istenen bileşikler sıcaklığa karşı duyarlı ise distilasyon gerçekleşirken tepkime ve parçalanma gerçekleşebilir.

Proses Alternatifleri

Uçuculukları birbirine çok yakın bileşiklerin kimyasal ayrılmasında en kullanışlı yöntemlerden biri de solvent kullanarak ayırmadır. Bu solventler değişik yapıdaki bileşiklerin oluşturduğu karışımlarda bazı avantajlara sahiptir. 3 ayırma yöntemi (sıvı-sıvı ayırma, izotropik ayırma, ekstraktif distilasyon) solventlerle birlikte çok etkilidir.

Sıvı-sıvı ayırma özellikle uçuculuğu düşük olan veya ısıya karşı duyarlı bileşiklerde kullanılmaktadır. İzotropik distilasyon taşıyıcı olarak adlandırılan üçüncü bir bileşiğin eklendiği sistemlerdir. İzotropik formdaki taşıyıcı bileşiklerle birlikte giderilmektedir. İzotrop bileşik başlangıçtaki bileşiklerle farklı kaynama noktasına sahip olmalıdır. Böylece sistem ayırım içim hazır hale gelmektedir. İzotrop bileşik ayrılması istenen bileşikten kolayca uzaklaştırılır ve solvent ayrılarak tekrar kullanılmaktadır.

Ekstraksiyon ve distilasyon (ED) sistemleri de izotropik distilasyonla (İD) ile benzer yapıdadır. Üçüncü bir taşıyıcı bileşik eklenerek kimyasal ayırma gerçekleştirilmektedir. Bu solvent bileşikler arasındaki uçuculuk farkını belirgin hale getirmektedir ve bu fark İD ye göre daha tercih edilir seviyededir. Düşük uçuculuktaki bileşik distilasyon kolonunun en alt kısmında kalmaktadır, ayrılması istenen bileşik ise ikinci distilasyon kolonuna alınmaktadır.

Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajları

SSA Avantajları

- Geniş bir kaynama noktasında kimyasalları ayırabilir.
- Sıcaklığa duyarlı kimyasalları ayırabilir.
- Uçuculuğu düşük veya olmayan kimyasalları ayırabilir.

SSA Dezavantajları

- Ekipmanlar tıkanmaya karşı çok hassastır.
- Çok az miktardaki solventlerin ayırımında çok sayıda basamağa ihtiyaç duyar.
- Sadece birbiriyle karışmayan sıvıları ayırabilir.
- Ekipmanlar çok karışık ve diğerlerine göre pahalıdır.

ID Avantajları

- Çok miktarda seyreltik karışımın ayırımında kullanılabilir.
- Enerji ve yatırım maliyeti düşüktür.

ID Dezavantajları

- Sistem izotropik olmalıdır.
- Ürünlerin ayrılmasında ve izotropun kırılmasında başka bir ayırma tekniğine ihtiyaç duyarlar.

ED Avantajları

- Tek başına uygulanabilen bir sistemdir.
- Diğerlerine göre daha fazla dizayn özgürlüğüne sahiptir, modifiyeye açıktır.
- SSA ile benzer yapıda olmasına rağmen daha yüksek ayırma kapasitesine sahiptir.

ED Dezavantajları

- Ayırmak için kimyasallar arasındaki α nın çok yüksek olması gereklidir.
- Çok yüksek kaynama noktalarında verim düşmektedir.
- Sıcaklığa duyarlı kimyasalların ayırımında kullanılmamaktadır.

Yapılan her çalışma takdir edilmelidir. Çünkü her biri göz önünde olmayan faktörleri ortaya çıkararak verimli bir ayırma imkânı tanırırlar. Örneğin, asetik asit SSD, ID ve ED ile sıvı atıktan ayrılabilir. Çizelge 5.10'da asit konsantrasyonuna göre hangi teknolojinin seçilmesi gerektiği verilmektedir. Her teknikle ayırma işlemi yapılır ama ayrılmayan miktarlar bu teknolojilere göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 5.10 Asetik Asit Ayırma Teknolojisi Seçimi (Koppolu A.,2004)

Asitlerin Ayrılmasında Kullanılabilecek Yöntemler	
Önerilen Ayırma Teknolojisi	Beslenen Asetik Asit Konsantrasyonu Yüzdesi
<i>Distilasyon</i>	>70
<i>İzotropik Distilasyon</i>	50–80
<i>Ekstraksiyon ve Distilasyon</i>	30–70
<i>Sıvı-Sıvı Ayırma (Düşük Kaynama Noktalı Solvent)</i>	7–25
<i>Sıvı-Sıvı Ayırma (Yüksek Kaynama Noktalı Solvent)</i>	2–30
<i>Hibrit Asetik Asit Ayırma Teknolojileri</i>	0,5–5

ED 50 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır. ED II. Dünya Savaşı sırasında yüksek saflıkta toluen ve bütan elde etmek için önemli bir endüstriyel proses haline getirilmiştir.

ED ile Ayrılabilen Maddeler

- Aromatikler
- Alkol
- Olefin-parafin karışımları
- Naftin-parafin karışımları
- Stiren-aromatik karışımları
- Karboksil asidin ayrılması
- Diolefin in olefin-parafin karışımından ayrılması

ED de seçilen solvent ayrılmak istenen bileşiklerden biriyle kuvvetli bir yakınlık göstermelidir. Örneğin, uçucu olmayan solvent aromatikler gibi polar bileşiği kendine çekerek aromatikle aromatik olmayan bileşik arasındaki uçuculuk farkını arttırmaktadır.

ED de solvent beslemesi yukarıya yakın bir kısımdan yapılmaktadır. Solventin görevi polaritesi yüksek olan bileşiği kolonun dibinde tutup polaritesi zayıf olan bileşiğin buharlaşmasını sağlamaktır. Kolonun dibinde solvent ve polaritesi yüksek olan bileşik bulunur. Bu karışım ikinci bir distilasyona tabi tutularak solvent diğer bileşikten ayrılmaktadır. ED distilasyon sistemine ait şematik gösterim Şekil 5.25’de verilmiştir.

Diğer Tekniklerle Karşılaştırıldığında ED’nin Avantajları,

1. Geleneksel distilasyon metotları ile aynı şekilde uygulanmaktadır. Bunun için işletme şartlarına çok kolay adapte edilebilmektedir.
2. Kaynama noktaları çok yakın olan 2 değişkenin ayrılmasında kullanılabilmektedir.
3. Ürünleri ayırmak veya iz miktardaki solventin atıktan ayrılması için çoklu basamak sistemlerine ihtiyaç duyulmaz.
4. Çok az bir modifiye ile normal distilasyon kolonu ED kolonuna dönüştürülebilmektedir.

Kütle Transferi

ED nin kullanılmasındaki başlıca neden iki bileşik arasındaki uçuculuk oranını yükseltip ayırma yapmasıdır. Uçuculuk oranı (α) ayırma 2 bileşiğin buhar basınçlarının etkisinin ölçülmesidir. $\alpha < 1,15$ iken geleneksel distilasyon ekonomik değildir. Çünkü inanılmaz derecede çok basamak ve çok yüksek ayırma verimi ile ancak bu işlem gerçekleştirilebilmektedir. Colburn ve Schoenborn’a göre kolonun üzerinde ve dibinde %99 saflığı yakalamak için gerekli olan basamak sayısı,

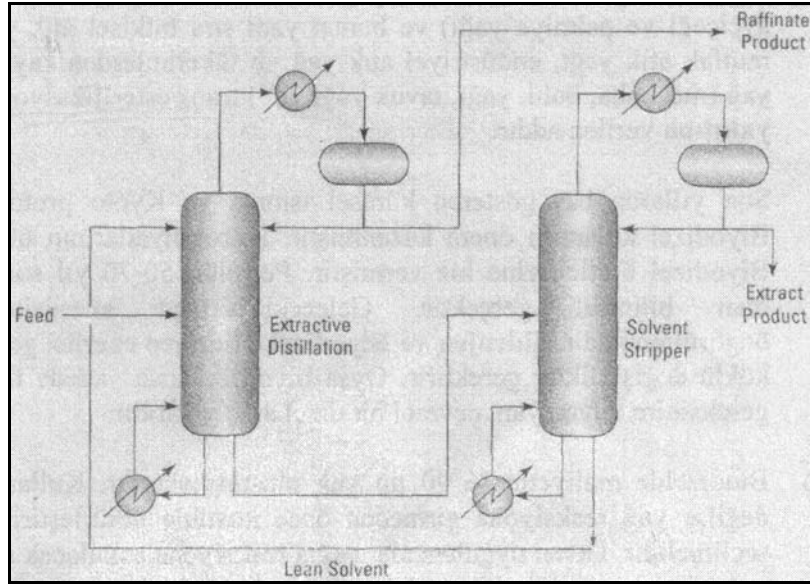
Basamak sayısı = $4/(\alpha - 1)$ olarak belirtilmektedir.

Örneğin;

80 teorik basamak bir ayırma için gerekliyse ayrılacak 2 bileşiğin uçuculuk oranı 1,05

40 basamakta ise 1,1’dir. Uçuculuk oranı azaldıkça basamak sayısı çok büyük oranda artış göstermektedir.

Birçok distilasyon prosesinde ekonomik olarak yapılabilecek en uygun α değeri 1,2’den daha büyük olmalıdır. Basamak sayısını, yatırım ve işletme maliyetlerini azaltmak için sisteme solvent eklenerek α arttırılabilir.



Şekil 5.25 Basit Bir Ekstraktif Distilasyon Sisteminin Görünüşü (Koppolu A.,2004)

Solvent seçimi ED prosesinin başarısında en kritik faktördür. Solvent seçiminde birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Birincisi iki bileşik arasındaki uçuculuk oranını yükseltme yeteneği, diğer bir kriterde bileşiklerle reaksiyona girip girmediğidir ve tabi ki fiziksel özellikleridir. Polar solventlerle karışımdaki zayıf bileşiklerin yakınlık derecesi daha yüksektir. Bu olgu dizayn avantajlarını belirlerken faydalı olmaktadır. Uçuculuk oranı deneysel verilere göre şu şekilde verilmektedir,

$$\alpha = (Y_1/X_1)(Y_2/X_2)$$

X1 ve X2, 1 ve 2 numaralı bileşiğin sıvı fazdaki mol ağırlığını, Y1 ve Y2 aynı bileşiklerin gaz fazındaki mol ağırlığını göstermektedir. Eğer iki sıvı faz ED ayrılmak istenirse bu kuvvetli bir solventin seçimi ile mümkün olmaktadır. Herron, Kruelski, Fair'e göre kütle transfer aletleri geleneksel distilasyondan geliştirilerek dizayn edilebilmektedir.

Solvent Seçimi

Solvent seçimi OTHMER tipi eşitleme kolonu ile yapılabilmektedir. Bu sistem kaynama noktasına kadar ısıtılır ve sabitlenir. Gaz ve sıvı fazdaki bileşimin ölçülmesi ile 2 numaralı denklikten uçuculuk oranı belirlenmektedir. Eşitleme kolonunda uyulması gereken şartlar şunlardır;

1. Ayrılmak istenen bileşiğin uçuculuk oranı hem sıvı hem gaz fazında solvent karışımının uçuculuk oranı kadar iyi olmalıdır.
2. Solvent içeren sıvı karışımın atmosferik basınçtaki kaynama noktası ve
3. Kaynama noktasında karışımdaki sıvı fazdaki sayısıdır.

Her fazdaki karışımın analizi, sıvı-sıvı dağılım katsayısı B, uçuculuk oranları X_1 ve X_2 2 numaralı denklemden çıkarılabilmektedir. Eğer direkt ölçüm verileri uygun değilse, uygun solventin seçimi, partiküllerin iyi bir şekilde ayrılması için seyreltilmiş çözeltideki solvent ile her bir bileşiğin aktivitesini belirlemek gereklidir. Bunun için;

$S=r_1/r_2$ formülü uygulanır.

Hait, Liotta Eckert iyonik olmayan çözeltilerdeki karşılıklı aktiviteyi belirlemek için bir formül geliştirmişlerdir. İstatistik metotları 25⁰C de ölçülmüş değerlerden geliştirilerek kullanılmıştır ve optimum matematiksel ifadeler ortaya çıkmıştır.

Diğer Önemli Şartlar

Solvent seçimine ilaveten birçok başka şartlar bulunmaktadır. Bunlar;

- Solventin uçuculuğu yüksek kaynama noktası olan bileşiklerle karşılaştırıldığında düşük olmalıdır. Aksi takdirde solventin bileşikten ayrılması hem pahalı olmakta hem de pratik olmamaktadır.
- Solventin sıcaklığı istikrarlı olmalıdır, böylece tekrar kullanıma olanak sağlamaktadır. Solvent bileşiklerle reaksiyona girmemelidir. Eğer solvent reaksiyona girerse solventi ayırmak zorlaşır. Bu da ED'nin ekonomik cazibesini etkilemektedir.
- Solvent ticari olarak uygun ve fiyat olarak makul olmalıdır.
- Solvent korozif etkiye sahip olmamalıdır. Bu sayede reaktöre ait materyallerin korunması sağlanmaktadır. Genel ilke solventin korozif özelliği beslenen maddeden fazla olmamalıdır.
- Solvent toksik etkiye sahip olmamalı, çevre açısından uygun olmalıdır. Çok iyi çalışan solventler toksisite yüzünden iş yapamaz hale gelebilmektedir.
- Ayrımı etkilemeyecek şekilde ED'de belli konsantrasyon ve sıcaklıkta beslenen karışımın içindeki solvent bir ölçüde çözünmektedir.
- Solvent kolay ayrılabilir özellikte olmalıdır.

Karışık Solvent Teknolojisi

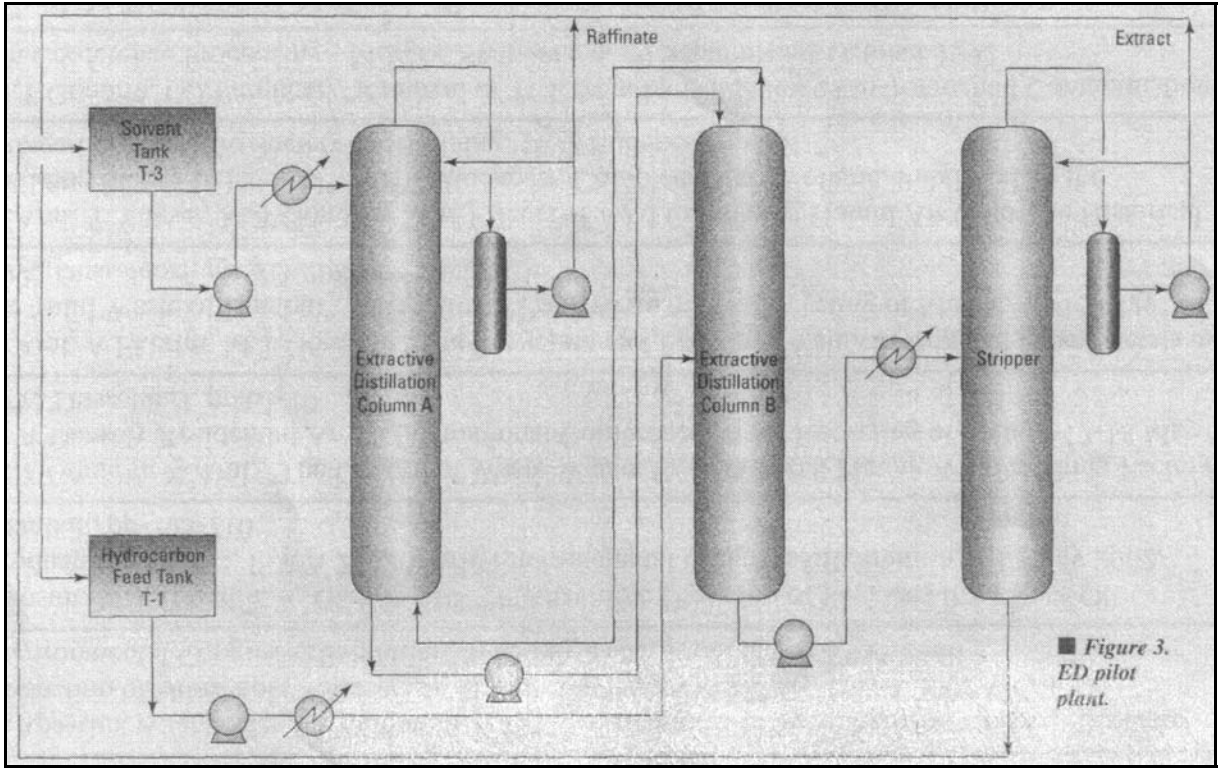
Genelde solvent dönüşüm kapasitesine göre ayrılmaktadır. Genel ticari solventlerin kapasitesi şekilde belirtilmektedir. Çünkü hem seçim hem de bileşiklerin solvent içinde çözünmesi ED proseslerinde beğenilmiştir ve bunun için geniş bir spektrumdaki solventler tahkik edilmelidir.

Birçok solvent karışımının saf bileşik elde etme üzerinde sinerjistik etkisi vardır. Örneğin Lee ve Brown geliştirilmiş bir ED ile doğal gaz sıvılarından klorhekzanı geri kazanmıştır. Bu solvent karışımli teknoloji geliştirilmeden önce klorhekzan iki kimyasal reaksiyon ve buna ilaveten distilasyon yardımı ile ayrılabilmekteydi. Karışık solvent teknolojisi stirenin piroliz gazdan saflaştırılması ve geri kazanılmasında oldukça etkili olmaktadır. ED ile yapılan çalışmalarda piroliz gazdan %99 saflıkta stiren elde edilmektedir. (Şekil 5.26) Bu gazda %37,5 stiren, %4,7 poraksilen, %19 etilbenzen, %7,1 ortoksilen, %11,7 metoksilen, %5,9 vinilhorbornen ve %14,1 aromatik olmayan bileşikler bulunmaktadır. Ayırmadaki kilit bileşikler o-ksilen ve stirendi. Solvent etkisi olmadan o-ksilen ve stiren arasındaki uçuculuk oranı 1'di ve bu durumda distilasyon uygulaması yapılamazdı. Çizelge:7.2'deki tek solvent ve solvent karışımlarının uçuculuk oranları üzerindeki etkileri verilmektedir.

Çizelge 5.11 Ekstraktif Distilasyonda Kullanılacak Solventlerin Kıyaslanması (Koppolu A.,2004)

Tek Solvent İle Solvent Karışımının Karşılaştırılması				
Solvent	Solvent Besleme Oranı	0-Ksilen/Stiren	Etilbenzen-Stiren Uçuculuk Oranı	P-Ksilen/Stiren
Yok	0	1,0	1,3	1,3
Tek Solvent	10	1,6	2,2	2,2
Solvent Karışımı	10	1,8	2,5	2,5

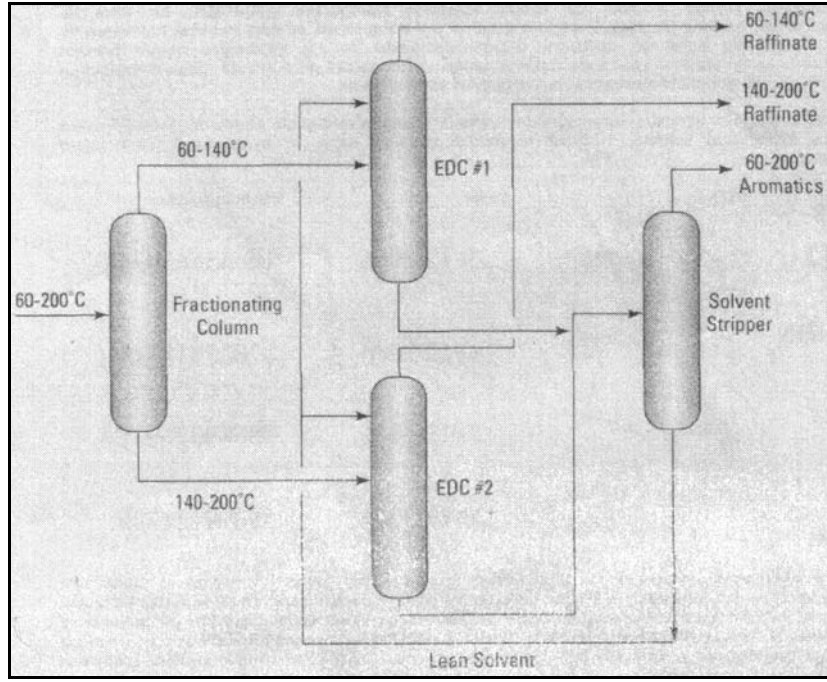
Bir pilot tesis kurularak karışık solvent ED sistemlerinde denenmektedir. Burada oluşturulan sistemde piroliz gaz yerden 5 metre yukardan $45 \text{ cm}^3/\text{dakika}$ olarak kolona beslenmekte, solvent karışımı ise yerden 7 metre yukarıdan $450 \text{ cm}^3/\text{dakika}$ olarak kolona beslenmektedir. Kolon atmosfer basıncında ve oda sıcaklığında tutulmaktadır. Reflaks oranı ve kaynama sıcaklıkları kontrol edilerek stirenin %99,9 saflıkla ayrılması sağlanmaktadır. Yardımcı solvent ilavesi yapılmadan gerçekleştirilen ayırma işleminde %95 ten daha az saflıkta stiren elde edilmektedir. Çeşitli solventlerin bir arada kullanılması aromatiklerin, sikloparafınların ve olefinlerin ayrılmasında çok avantajlıdır.



Şekil 5.26 ED Kolonu İle Piroлиз Gazdan Stirenin Ayrılması (Koppolu A.,2004)

Ticari Başarı

Birçok ayrılma problemi ED yardımı ile çözüme ulaşmaktadır. Örneğin ünlü bir Avrupa lı gaz şirketinin sıvı hale geçmiş doğal gazındaki aromatiklerin yaklaşık %18 olduğunu kaynama noktasının da 60-200⁰C olduğunu belirtmiştir ve ayrılması istenmektedir. İlk başta en uygun yöntem olarak sıvı-sıvı ayırma yöntemi görülmekteydi. Çünkü başlangıçtaki beslemedeki kaynama noktaları geniş bir aralığı kapsamaktaydı. Ekstraksiyon aromatikler için gereken tanımlamayı karşılayamıyordu. Çünkü ağır aromatikler solvent için düşük benzerliğe sahiptir. Ama sıvı-sıvı ayırma (SSA) da toplam aromatiklerin ayrılmasında yeterli değildi ve İD de pratik değildi, sadece ED ihtiyaçları karşılayabilecek özelliklere sahipti. Verilen ayırma ihtiyaçlarına göre solvent belirlenmektedir. Aromatik ve aromatik olmayan bileşikler arasındaki uçuculuk oranına göre sistem geliştirildi. Sıvıların kaynama noktalarına göre etkili olabilecek solvent karışımı belirlendi. Oluşturulan sistemde 2 ayrı sıcaklık aralığındaki aromatikleri toplamak için 2 ayrı kolon üretilmektedir (Şekil 5.27). Birinci kolonda 60–140⁰C kaynama noktası olan hafif aromatikler, ikinci kolonda ise 140-200⁰C kaynama noktası olan ağır aromatikler ayrı ayrı toplanmaktadır. Kullanılan solvent karışımı ise yine kolonun altından alınarak geri dönüştürülmektedir. Bu pilot tesiste deneysel olarak uygulanan sistemin değişik besleme maddelerine ve solvente uyum sağlayabileceği görülmektedir.



Şekil 5.27 Paralel İki ED Kolonu İle Farklı Sıcaklıklardaki Aromatiklerin Ayrılması (Koppolu A.,2004)

ED'nin Uygulandığı Diğer Alanlar

Bu çalışmada atıkta bulunan asetik asitin ED ile ayrılması yöntemi uygulanmaktadır. Solvent olarak yüksek kaynama noktasına sahip adiponitrile ve sulfolane kullanılmaktadır. Ayrıca bu araştırmada solvent besleme oranı/numune besleme oranı da incelenmektedir. Deneysel sonuçlara göre ED metodu ile asetik asitin ayrılabilceği tespit edilmiştir.

Asetik asitin en yaygın kullanımı karboksil asittir. Birçok reaksiyonda kullanılmaktadır. Asetik esterlerin sentezinde veya selüloz asetat ve ilaç sektöründe üretim esnasında solvent olarak kullanılmaktadır. Seyreltilmiş asetik asit atıksuyunun büyük bir kısmı sentetik organik kimya endüstrisinden kaynaklanmaktadır. Bu seyreltik atıksulardan asetik asitin ayrılması endüstriler için çok maliyetlidir.

Asetik asitin ayrılmasındaki yöntemler

1. İzotropik distilasyon
2. Basit distilasyon
3. Ekstraksiyon ve distilasyon
4. Sıvı-sıvı distilasyonudur.

Bu yöntemlerden biri seçilmeden önce deneyler yardımıyla numunedeki asetik asit miktarı belirlenmeli ve buna uygun olan yöntem seçilmelidir. İzotropik ve izotropik olmayan ikili

sistemlerde ayırım kimyasal endüstrisi için çok önemlidir. Bunu kolaylaştırmak ve problemi ortadan kaldırmanın en kolay yolu taşıyıcı olarak adlandırılan üçüncü bileşiği eklemektir. Karışımın termodinamik özelliklerine göre ayırmanın tek mi yoksa 2 kademeli mi olacağına karar verilir. Tek aşamada sadece distilasyon 2 kademededir ise distilasyon ve 2 fazın boşaltılması aşamaları vardır. ED eklenen 3 bileşiğin 2 kademedeki sistemde karıştırıldığı, faaliyetler gerçekleştirildikten sonra distilasyonla ayrılması metodudur. Eklenen bileşikler sıvı aktivitesini değiştirirler ve bundan dolayı diğer iki bileşiğin buhar-sıvı dengesi uygun şartlara gelmektedir. Eklenen düşük uçuculuktaki solventin kendi kendine buharlaşması istenmez. ED asetik asit ayırmada işe yarayan bir yöntemdir. Çünkü orijinal karışımındaki bileşikler ile farklı etkileşimde olan solvent özelliğine göre seçilmektedir. Solvent sürekli olarak ED kolonunun en üstünden eklenmektedir. Böylece 2 faz arasında fark edilir bir tabakalaşma oluşmaktadır. Ayrılacak numune ise kolonun alt kısmından ilave edilmektedir. ED kolonunda bileşikler iyi bir uçuculuğa sahiptir. Düşük kaynama noktasına sahip bileşik üstten damıtılarak ayrılmaktadır. Diğer bileşik solventle birlikte kolonun alt kısmında kalmaktadır. Solventi kalan bileşikten ayırmak istersek ikinci bir distilasyon uygulayarak birinci kolonda birikmesini sağlarız.

Deney

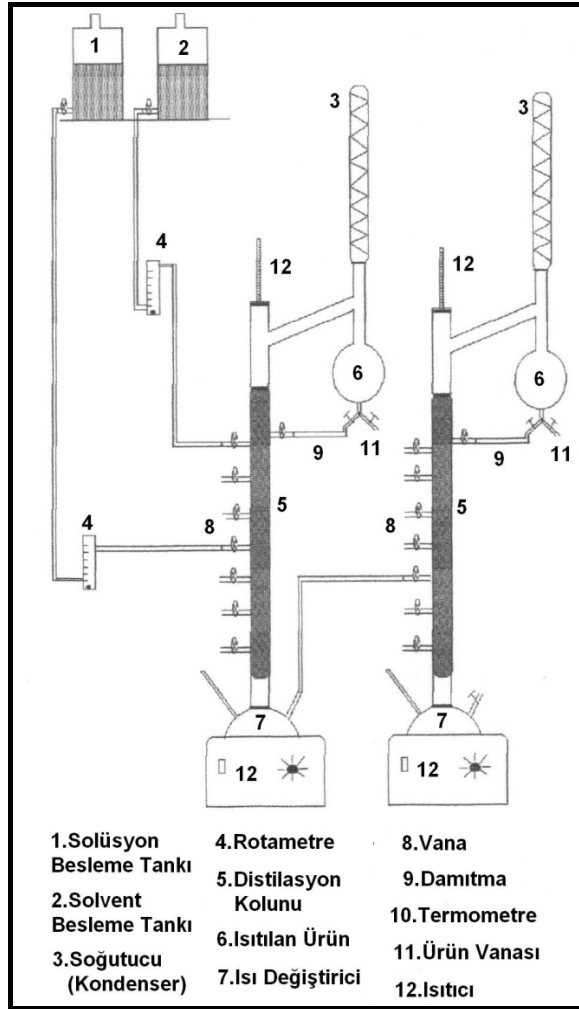
Kobalt II asetatından kobalt III asetatı elektrokimyasal metotla oluşturmak için solvent olarak asetik asit kullanılmaktadır. İşlem bittikten sonra prosesten atılan su asetik asit içermektedir. Bu asetik asit mutlaka ayrılmalıdır. Bu çalışmada asetik asit numune ağırlığının %51 i olarak tespit edilmektedir ve ED ile ayırım yapılmalıdır.

Deneyler 5 cm iç çap, 0,5 cm et kalınlığına sahip 135 cm uzunluğunda pleksiglastan yapılan kolonlarda gerçekleştirilmektedir. Elektrikli ısıtıcı ile sıvının kaynaması sağlanmaktadır. Distilasyon kolonlarının dış kısmında ise yoğunlaşmayı sağlayan soğutma suyunun geçtiği başka bir kolon bulunmaktadır. Giriş debisi kolon üzerinde bulunan vana yardımıyla ayarlanmakta ve besleme oda sıcaklığında yapılmaktadır. Debi hacimsel olarak rotametrelerle ölçülmektedir. Ayırma oranı manuel olarak belirlenmektedir. Sıcaklık termometreyle kontrol edilmektedir. Asetik asit konsantrasyonu fenol ftalein indikatörü eklenerek NaOH ile titre edilerek ölçülmektedir. Solvent konsantrasyonu ise gaz kromatografisi kullanılarak ölçülmektedir. Analizler 0,25 mm iç çapa sahip kılcal kolondan numunenin alımı, taşıyıcı gaz olarak nitrojenin iyonizasyonu ile ölçülmektedir. Asetik asit solüsyonu 2 farklı konsantrasyonda kolonun en üst noktasından beslenmektedir. Besleme konsantrasyonları 3

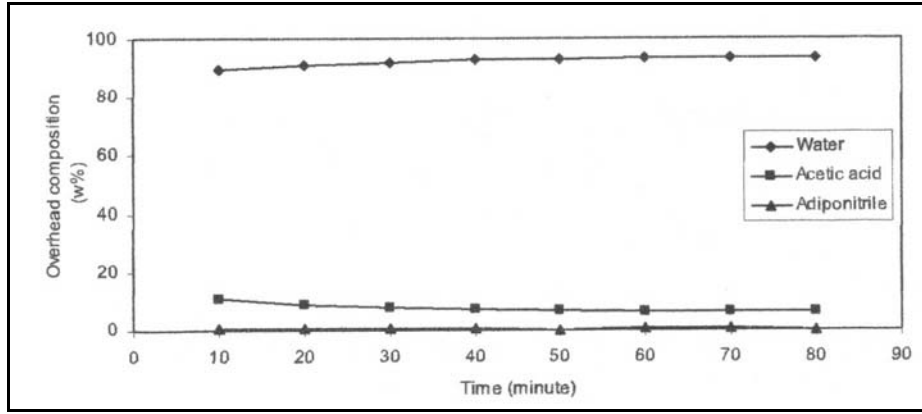
ml/dakika ve 5 ml/dakika, kolon boyu 80cm'dir. Solventler ise 10 ml/dakika ile kolonun en üst noktasından en üst noktasından 30 cm aşağıdan verilmektedir (Şekil 5.28).

Böylece solvent/solüsyon oranı 3,33 ve 2 olarak seçilmiştir. Kolon reflaks oranı 4 olarak belirlenmektedir. Üçlü karışımın analizleri 10 dakika sonra kolonun alt kısmından yapılmakta ve bileşenler belirlenmektedir. Bundan başka ED kolonunun dibinde kalan ürün 2.distilasyon kolonuna verilerek solvent ayrılmaktadır. Adiponitrile deneysel sonuçlar için gözlenen solvent / solüsyon oranlarına göre Şekil 5.29 ve Şekil 5.30'da verilmektedir.

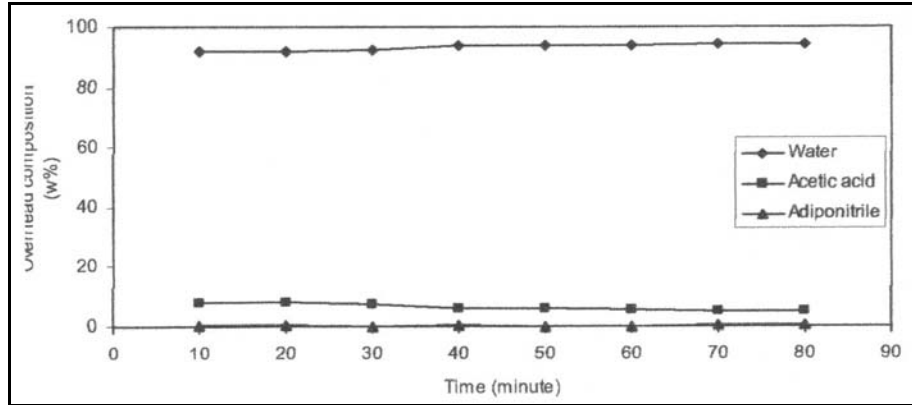
Sonuçlar sulfolane için gözlenen solvent / solüsyon oranlarına göre Şekil 5.31 ve Şekil 5.32'de verilmektedir. Besleme oranlarına göre solventlerin karşılaştırılması ise Şekil 5.33'de verilmektedir.



Şekil 5.28 Ekstraktif Distilasyon Kolonu Şematik Görünüşü (Koppolu A.,2004)

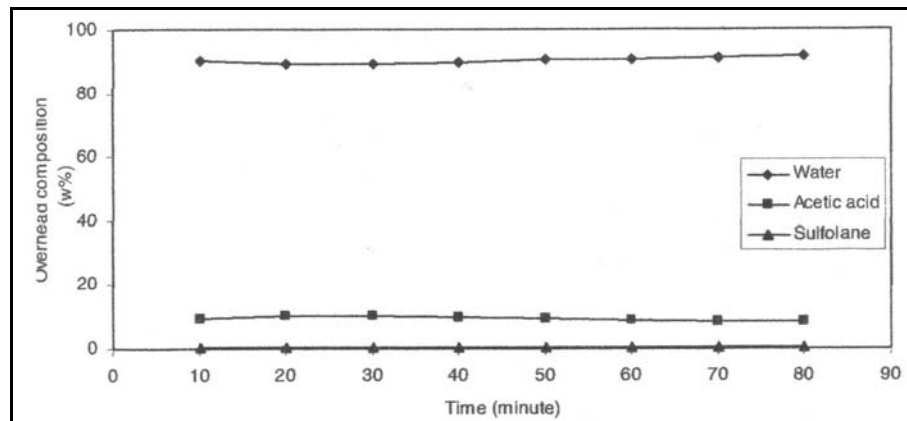


Şekil 5.29 S/F Oranı 2 Olduğunda Adiponitrile'nin Etkinliği (Koppolu A.,2004)

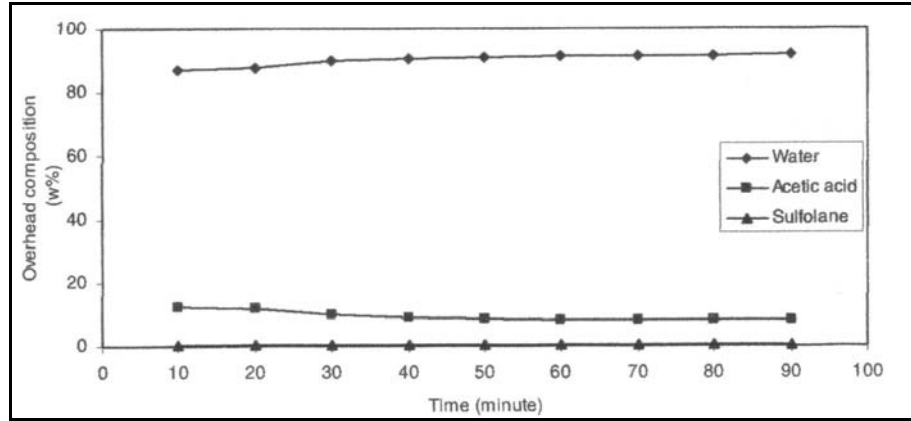


Şekil 5.30 S/F Oranı 3,33 Olduğunda Adiponitrile'nin Etkinliği (Koppolu A.,2004)

Bu çalışmada solvent tipinin ve besleme oranlarının etkisi araştırılmaktadır. Solventler karşılaştırıldığında adiponitrile nin sulfolane göre daha etkili olduğu gözlenmektedir. Solvent / solüsyon oranı yükseldiğinde solvent olarak sulfolane kullanıldığında dipte kalan bileşiklerdeki asetik asit oranı %8,38 ten % 7,84 e düşmektedir.

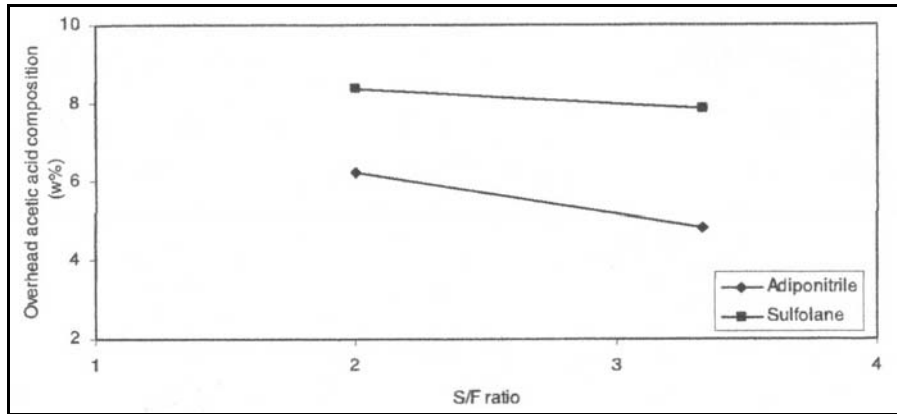


Şekil 5.31 S/F Oranı 2 Olduğunda Sulfolane'in Etkinliği (Koppolu A.,2004)



Şekil 5.32 S/F Oranı 3,33 Olduğunda Sulfolane'in Etkinliği (Koppolu A.,2004)

Solvent olarak adiponitrile kullanıldığında asetik asit oranı % 6,22 den % 4,84 e düşmektedir. Buna göre adiponitrile taşıyıcı olarak sulfolane den daha etkilidir. Ayrıca solvent / solüsyon oranı ED çok önemli bir parametredir. Deneysel sonuçlara göre solvent/ solüsyon oranı dipte kalan asetik asit miktarını da etkilemektedir.



Şekil 5.33 S/F Oranlarına Göre Solventlerin Kıyaslanması (Koppolu A.,2004)

Solvent / solüsyon oranı arttığında dipteki asetik asit yüzdesi düşmektedir. Ayrılan asetik asit miktarı düştüğünde dipteki üründeki asetik asit konsantrasyonu artmaktadır. Dipteki ürün taşıyıcı ve asetik asiti içermektedir. Taşıyıcı ikinci bir distilasyon yardımı ile asetik asitten ayrılmaktadır. Sonuç olarak ED atıkları asetik asitin ayrılmasında uygun bir yöntemdir.

Sonuç

Asetik asit ve su karışımının ayrımında solvent olarak adiponitrile ve sulfolane kullanılabilir. Solvent / solüsyon oranı fark edilir etkilere neden olmaktadır. ED'de diğer önemli değişkenler ise;

- Reflaks oranı
- Solvent sıcaklığı

-Besleme

-Distilasyon basıncıdır.

Bu çalışmada değişkenlerin etkileri incelenmemiştir. Bu parametreler değiştirilerek distilasyon daha verimli hale getirilebilir.

5.5 Kesim Esnasında ve Sonrasında Oluşması Muhtemel Atıklar

5.5.1 Kesim Esnasında Oluşan Atıklar

Padokta bekletilerek et işleme tesislerine alınan hayvanlara ilk uygulanan işlem kesim işlemidir. Kesim işlemi sırasında büyük miktarda kan oluşumu meydana gelmektedir. Kesim esnasında ortalama bir büyükbaş hayvandan 22 L, küçükbaş hayvandan 3 L kan çıkmaktadır. Bunun yanında kesim esnasında oluşan kanın ve kesim sonrasında parçalanan etlerin yıkanması için “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik”te belirtildiği üzere büyükbaş hayvan başına 1000 L küçükbaş hayvan başına 250 L su kullanılmaktadır. Birim üniteye kesilecek hayvan sayıları yönetmelikte belirtildiği üzere 40 kesim ünitesinde 27 BB ve 104 KB hayvandır. Kesilen hayvanlardan toplam 3624 L/gün kan oluşumu beklenmektedir. Bunun yanında yıkama işlemlerinden 212.000 L/gün atıksu oluşacağı hesaplanmıştır. Tesiste oluşacak kan ve yıkama suları ızgaralar yardımıyla birlikte toplanarak tek altyapı sistemi ile anaerobik reaktör öncesi teşkil edilecek karıştırıcı üniteye alınacaktır. Padok ve borsadan alınacak gübrelerle birleştirilerek biyogaz oluşumu için hazırlanan atıklar anaerobik reaktöre beslenecektir. Anaerobik reaktör hacmi ve oluşacak biyogaz miktarı Çizelge 6.1’de detaylı olarak verilmiştir.

5.5.2 Et İşleme Esnasında Oluşan Atıklar

Et ürünleri endüstrisinde işleme tabi tutulan büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan oluşan ürünler ana ve yan ürünler olmak üzere 2 kademedede incelenmektedir.

— *Ana Ürünler*

A. Taze et ürünleri,

B. Dondurulmuş et ürünleri,

C. İşlenmiş et ürünleri,

a. Parça halinde işlenmiş et ürünleri,

a.1. Pastırma ve füme etler a.2. Konserve ürünler

b. Kuşbaşı ve kıyma büyüklüğünde işlenen et ürünleri,

b.1. Sucuk

b.2. Kavurmalar

c. Kıyma halinde parçalanarak üretilen diğer et ürünleri,

c.1. Köfte

c.2. Hamburger

d. Emülsiyon teknolojisi uygulanarak işlenen et ürünleri,

d.1. Sosis

d.2. Salam

E. Yağlar: İnsan gıdası olarak kullanılan iç yağlar,

F. Yenebilen iç organlar, baş ve ayaklar (sakatat),

a. Baş etleri(kelle), beyin, dil, kalp, karaciğer, böbrekler, dalak, işkembe, testisler, koyun ve keçi düz bağırsak, ayaklar.

— *Yan Ürünler*

A. Kan,

a. Et-kemik unu

b. Kemik unu

c. Rendering yağları

d. Tırnak- boynuz unu

B. Bağırsak,

C. Deri,

D. Çeşitli tıbbi ve biyoteknolojik preparatlar.

Hayvansal yan ürünler, hayvanlardan yararlanmanın büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Bu yararlanma, genç ve sağlıklı hayvanlarda yüzde 65 olup, bu oranlarda yaşlı ve sağlıklı hayvanlarda yüzde 75'e kadar çıkar. Sağlıklı ve genç bir sığırdan elde edilebilecek olan et ve diğer her türlü yan ürünün canlı hayvan ağırlığına göre yüzdesel oranı, Çizelge 5.12'de verilmiştir (Scaria, 1989)

Çizelge 5.12 Kesimhanede Oluşan Ana ve Yan Ürün Yüzdeleri (Scaria,1989)

Ana ve Yan Ürünler	Yüzdeler (%)
Et	35
Kemikler	30
İşlenmemiş veya İşlenmemiş Deri	6.5
Kan	7
Boynuz ve Tırnaklar	0.6
İnce Bağırsak	1
Kalın Bağırsak	1
İşkembe	2
Diğer Geviş Getirme Organları	4
Karaciğer	1.2
Kalp	3.5
Böbrekler	1
Akciğerler	1.2
Beyin	1.7
Dalak	1.5
Pankreas	0.05
Safra	0.05
Dil	0.3
Hayvansal Yağ	1.5
Kıl, Diş ve Diğer Yan Ürünler	0.9

Bu oranlar, yaklaşık değerleri içermekte olup, gerçek değerler, kesim koşullarına (Filstrup, 1976), hayvanın yaşına ve cinsi ile ırkına bağlı olarak değişiklikler gösterebilir (Scaria, 1989).

Belirlenen oranlara bağlı olarak kesilen bir hayvandan et dışında elde edilebilecek olan yenilebilir ve yenilemeyen yan ürünler şu şekilde sıralanabilir (Scaria, 1989):

Yenilebilir Hayvansal Yan Ürünler,

- ☐ Karaciğer
- ☐ Kalp
- ☐ Dil
- ☐ Böbrekler
- ☐ Beyin
- ☐ Öküz kuyruğu (yalnızca yabancı literatür içinde yer almaktadır)

Hem Yenilebilir Hem de Yenilemeyen Hayvansal Yan Ürünler

- ☐ Akciğerler
- ☐ Dalak
- ☐ İnce Bağırsak
- ☐ Kalın bağırsak
- ☐ İşkembe

- ☐ İdrar Torbası
- ☐ Apandisit (kör bağırsak)
- ☐ Yemek Borusu (ösofagus)
- ☐ Erlik yumurtaları (testis)
- ☐ Rahim (uterus)
- ☐ Kemik
- ☐ Kan
- ☐ Pankreas
- ☐ Hayvansal yağ
- ☐ Dudaklar
- ☐ Kulaklar
- ☐ Deri

Yenilemeyen Hayvansal Yan Ürünler

- ☐ Boynuz
- ☐ Tırnaklar
- ☐ Dişler
- ☐ Safra suyu
- ☐ Kıllar
- ☐ Yünü
- ☐ Kuyruk kılı
- ☐ Doğmamış hayvan (fetus)

Teknolojik gelişmeler sonucunda hayvansal yan ürünlerin farklı alanlarda kullanılarak son ürünlerin büyük değer kazanması sağlamıştır. Günümüzde, yirminin üzerinde sanayi alanı, hayvansal yan ürünleri kullanmaktadır. Bu konudaki ayrıntılı bilgi, Çizelge 5.13’de yer almaktadır (Scaria, 1989) Yan ürünlerin sanayi alanlarında kullanılması et endüstrisi atıklarının bertarafı olarak kabul edilebilir. Bu sayede çıkan atık miktarı ve arıtma giderimleri düşürülmüş, atıklar maddi kazanç kaynağı haline dönüştürülmüş olur.

Çizelge 5.13 Kesimhanede Oluşabilecek Hayvansal Yan Ürünler ve Kullanım Alanları
(Scaria,1989)

Yan Ürün	Son Ürün	Kullanıldığı Yer	Kullanıldığı Sanayi Kolu	Yan Ürün	Son Ürün	Kullanıldığı Yer	Kullanıldığı Sanayi Kolu
<i>Glendler ve organlar (Pankreas)</i>	Tripsin (Enzim)	Proteolitik enzim	Kimya	<i>Glendler ve organlar (İşkembe Yalnızca Düveden Alınan)</i>	Peynir altı suyu	Peynir, puding ve diğer süt ürünlerinin yapımı ile et terbiyesinde	Mandırıcılık
	Azaltılmış enzim maddesi	Proteolitik enzim	Deri sanayi	<i>Glendler ve organlar (Adrenaller)</i>	Adrenalin	Kalp düzenleyicisi	Farmaşötikal
	İnsülin(Hormon)	Antidiabetik ilaç	Farmaşötikal	<i>Glendler ve organlar (Omurlilik Soğanı)</i>	Gelişme hormonu	Farmaşötikal	Farmaşötikal
<i>Glendler ve organlar (Karaciğer)</i>	İlaç sektörüne yönelik özünün çıkarılması	Hematinik	Farmaşötikal	<i>Glendler ve organlar (Testisler)</i>	Cinsellik hormonu	Farmaşötikal	Farmaşötikal
	Hayvan yemi	Ev hayvanları için yem ve mama	Yiyecek sektörü	<i>Glendler ve organlar (Timuslar Yalnızca Düveden Alınan)</i>	Histone, DNA	İlaç yapımı	Farmaşötikal
<i>Glendler ve organlar (Akciğer ve Bağırsak Mukozası)</i>	Heparin	Kan pıhtılaştırıcısı	Farmaşötikal	<i>Glendler ve organlar (İnek Gözü)</i>	Hiyalüronik asit	Kimya	Kimya
	Hayvan yemi	Ev hayvanları için yem ve mama	Yiyecek sektörü	<i>İşkembe İçeriği</i>	Gübre	Doğal tarımsal gübre	Gübre sanayi
<i>Glendler ve organlar (Beyin)</i>	Kolesterol	Farmakolojik aktif bileşiklerin ayrıştırılması	Farmaşötikal		Biyogaz	Aydınlatma ve ısıtma için enerji	Enerji
<i>Glendler ve organlar (Safra ve Safra Taşı)</i>	Kolik asit	Yer temizlik deterjanı	Kimya		Yem içeriği	Tavuk ve domuz gibi hayvanlar için yem	Yem
	Desoksikolik	Farmaşötikal maddeler	Farmaşötikal				
	Kenodoksikolik asit	Biyokimyasal maddeler	Kimya				

Yan Ürün	Son Ürün	Kullanıldığı Yer	Kullanıldığı Sanayi Kolu	Yan Ürün	Son Ürün	Kullanıldığı Yer	Kullanıldığı Sanayi Kolu
Ham Deri	İşlenmiş Deri	Ayakkabı, giyecek ve mobilya döşeme	Deri sanayi, ayakkabı fabrikası, giyim ve kuşam üretim yerleri ve mobilya döşeme atölyeleri	İnce Bağırsak	Sosi kaplama zarı	Sosis	Yiyecek
	Sosis Kaplama Zarı	Sosis	Yiyecek		Cerrahi sütür	Ameliyatlar	Farmasödükal
	Kolojen ve türleri	Kozmetik ana maddesi olarak el ve yüz kremleri ile şampuanlarda, deterjanlarda	Kozmetik		Spor malzemelerinde kullanılan teller	Tenis ve badminton raket telleri	Spor malzemeleri
	Tüyleri	Jelatin ve tutkal	Yapıştırıcı	Bağırsak Mukozası	Müzik telleri	Keman teli	Müzik aletleri
	Teknik alan	Baskı merdanesi	Matbaa sektörü		Prostetik malzemeler, kolojen kağıtlar, kolojen tüpler	Yanıklarda ve yaralanmalarda yara ve yanık kapatma malzemesi	Farmasödükal
	Farmasödükal	Jelatin kapsüller	Farmasödükal		Diyaliz membranları	Diyaliz için	Farmasödükal
Deri Yüzüldükten Sonra Kalan Et Parçaları	Yiyecek	Jöleler	Yiyecek		Heparin	Kan sulandırıcısı	Farmasödükal
	Ev hayvanlarına verilen ek gıdalar	Köpekler için kemirme oyuncacı	Ev hayvanları endüstrisi		Protein yiyeceği	Tavuklar ve domuzlar için takviye yem	Hayvan yemi
	Tutkal	Yapıştırıcı	Kibrit	Kalın Bağırsak	Protein yiyeceği	Tavuklar ve domuzlar için takviye yem	Hayvan yemi
					Apandisit	Sosis zarı	Yiyecek
					Kolojen kağıdı	Yanıklarda ve yaralanmalarda yara ve yanık kapatma malzemesi	Farmasödükal
				Yemek Borusu	Sosis kılıfı	Sosis zarı	Yiyecek
Yan Ürün	Kemik	Hayvansal yağ	Sabun	Mesane	Sosis kılıfı	Sosis zarı	Yiyecek
		Yenilebilir kullanım	Yiyecek		Öğütülmüş boynuz unu	Gübre	Yapay gübre endüstrisi
		Kemik unu	Gübre, yiyecek katkı maddesi		El sanatları	Damga ve kaşe	El sanatları
	Kemik Üzerinde Kalan Et Parçaları	Jelatin, tutkal	Baskı merdanesi, jelatin kapsüller, jöleler ve yapıştırıcılar	Boynuz	El sanatları	El sanatları malzemeleri	El sanatları
		Kemik külü	Porselen yemek tabağı		Yangın söndürme cihazı köpüğü	Yangın söndürme cihazı	Kimya
		Kömürleştirilmiş kemik	Renksizleştirme malzemesi		Protein hidrolisatı	Hazır çorba gibi hazır gıdalarda tatlandırıcı olarak	Yiyecek
	Kan	Tutkal	Yapıştırıcı	Tırnak ve Ayaklar	Öğütülmüş tırnak unu	Gübre	Yapay gübre endüstrisi
		Kan unu	Katkı yemeği		Yangın söndürme cihazı köpüğü	Yangın söndürme cihazı	Kimya
		Gübre	Gübre		Paça yağı	Alkollü içkilerde ana madde olarak	Kimya
	Hidrolize kırmızı kan hücresi	Kurutulmuş sprey kan	Deri son işlem malzemesi	Kıl	Protein hidrolisatı	Hazır çorba gibi hazır gıdalarda tatlandırıcı olarak	Yiyecek
		Kan plazması	Sosislerde et yerine		Öğütülmüş kıl	Gübre	Yapay gübre
		Hemoglobin şurubu	Farmasödükal		İşlenmiş kıl	Fırçalarda	Fırça yapımı
	Kan albumini	Hazır çorba gibi hazır gıda malzemelerinde katkı malzemesi	Yiyecek	Kuyruk Kılı			
		Temel protein olarak	Kozmetik ve deterjan				

Türkiye’de yan ürünlerin değerlendirilmesi tekniklerinden çok az bir kısmı kullanılmaktadır. Rendering tesisleri kurularak hayvan yemlerinde kullanılmak üzere et unu, kemik unu, kan unu, tüy unu ve hayvansal yağlar elde edilebilmektedir. Tıbbi açıdan bazı zararları olması nedeniyle Türkiye’de tercih edilen bir yöntem olmamakla birlikte Avrupa ve Amerika’da kullanılmaktadır.

5.5.3 İşletmeden Kaynaklanan Atıklar

Mezbahada kesim ünitesi haricinde oluşacak atıklar çalışanların duş, tuvaletlerin kullanımından kaynaklı sıvı atıklar ve tesis içerisinde bulunan kafeteryadan kaynaklanacak sıvı ve katı atıklardır. Tesiste birim ünite için çalışan sayısının 20 olacağı öngörülmüştür. 20 kişinin günlük 150 L su tüketeceği kabulüyle 4 birim ünite toplam 12.000 L/gün atık su oluşması beklenmektedir. Oluşan atıksuların biyogaz oluşumu için reaktöre gönderilen gübrenin seyreltilmesinde kan ve yıkama sularıyla birlikte kullanılması planlanmaktadır. Gönderilecek tesis içi atıksuların anaerobik reaktör için inhibitör etkisi yaratmaması için lavabo ve tuvaletlerde dezenfeksiyon ürünlerinden kaynaklanacak atıksuların toplama sistemine verilmemesi gerekmektedir.

Kafeteryadan oluşacak katı atıklar et işleme esnasında ortaya çıkabilecek kullanılamayan materyallerle birlikte belediye katı atık toplama araçlarıyla düzenli depo sahalarında bertaraf edilecektir.

6. EKOMEZBAHA TASARIM KRİTERLERİ

Proje kapsamında ekomezbaha tasarım kriterleri belirlenirken oluşan atıklar esas alınmıştır. Oluşan atıklar kesim öncesi, kesim esnasında, işletmede oluşacak atıklar olarak alt başlıklara ayrılmıştır.

6.1 Kesim Öncesi Oluşan Atıklar

Kesim öncesinde oluşan atıkların başında gübre, idrar ve ölen hayvanlar gelmektedir. Kesimhanelerde hayvanlar bölge içerisine kurulmuş olan hayvan borsalarında bekletilirler. Bu hayvan borsaları kesimhanenin yaklaşık 15 günlük hayvan ihtiyacını karşılayacak düzeydedir. Hayvan borsasından alınan hayvanlar kesim öncesi 1 günlüğüne padoklara alınır ve yemleme kesilir. Bu kısımda kesim için bekletilen büyükbaş ve küçükbaş hayvanlardan kaynaklanan gübre çok büyük çevre problemlerine yol açmaktadır. Yapılan araştırmalarda büyükbaş hayvan ortalama 13 kg/gün gübre, 13 L/gün idrar, küçükbaş hayvan ortalama 0,9 kg/gün gübre, 1,35 L/gün idrar üretmektedir.

Ekomezbaha tasarımı yapılırken proje dahilinde oluşacak bütün atıkların tekrar kullanılması, enerji veya madde geri kazanımına tabii tutulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda padok ve hayvan borsasından kaynaklanacak gübre ve idrar atıkları dönüşüme tabi tutulacaktır.

6.1.1 Sıvı Gübre (İdrar)

Mezbahada sıvı gübre oluşumu padok ve hayvan borsasından kaynaklanacaktır. Sıvı gübrenin katı gübreden ayrı toplanmasını sağlamak için bekletme bölümleri minimum %1 eğimle tasarlanacak ve mazgal sistemleriyle toplanacaktır. Literatür bilgilerine göre BB hayvanlardan 13 L/gün, KB hayvanlardan ise 1,35 L/gün sıvı gübre oluşması beklenmektedir.

Hayvan borsası mezbahanın 15 günlük kesim ihtiyacını karşılayacak şekildedir. Mezbaha kapsamında 4 birim ünite olduğuna göre borsadaki hayvan sayıları;

$$BB = 27 \text{ adet/birim-gün} \times 4 \text{ birim} \times 15 \text{ gün} = 1620 \text{ adet}$$

$$KB = 104 \text{ adet/birim-gün} \times 4 \text{ birim} \times 15 \text{ gün} = 6240 \text{ adet}$$

Oluşacak sıvı gübre miktarı;

$$BB = 1620 \text{ adet} \times 13 \text{ L/gün-adet} = 21060 \text{ L/gün}$$

$$KB = 6240 \text{ adet} \times 1,35 \text{ L/gün-adet} = 8424 \text{ L/gün}$$

$$\text{Toplam Sıvı Gübre} = 21060 + 8424 = 29484 \text{ L/gün} = 29,49 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Padokta hayvanlar kesimden önce 1 günlüğüne bekletilmektedir. Mezbaha kapsamında 4 birim ünite olduğunu göre padoktaki hayvan sayıları;

$$BB = 27 \text{ adet/birim-gün} \times 4 \text{ birim} \times 1 \text{ gün} = 108 \text{ adet}$$

$$KB = 104 \text{ adet/birim-gün} \times 4 \text{ birim} \times 1 \text{ gün} = 416 \text{ adet}$$

Oluşacak sıvı gübre miktarı;

$$BB = 108 \text{ adet} \times 13 \text{ L/gün-adet} = 1404 \text{ L/gün}$$

$$KB = 416 \text{ adet} \times 1,35 \text{ L/gün-adet} = 561,6 \text{ L/gün}$$

$$\text{Toplam Sıvı Gübre} = 1404 + 561,6 = 1965,6 \text{ L/gün} = 1,97 \text{ m}^3/\text{gün}$$

Padok ve hayvan borsasından gelecek sıvı gübre birlikte düşünüldüğünde yaklaşık günlük $31,46 \text{ m}^3$ atık oluşacaktır.

Hesaplama sonucunda oluşacak $31,46 \text{ m}^3/\text{gün}$ idrar kapalı betonarme depolarda toplanacaktır. Yıkama suları ve seyreltme sularının da ilave edileceği düşüncesiyle toplam depo hacminin 300 m^3 olması öngörülmüştür.

Katı gübrenin arıtma aşamalarından en sonuncusu doğal arıtma olup arıtma sonucunda oluşacak atık su içerisinde azot miktarı yüksektir. Bu atık su sıvı gübrenin seyreltilmesi için kullanılacaktır. Günlük doğal arıtmadan çıkacak atıksu miktarı $244,668 \text{ m}^3$ olup günlük oluşacak sıvı gübre ile birlikte toplam $276,13 \text{ m}^3$ sıvı gübre boyutları $r=5 \text{ m}$ $H=5 \text{ m}$ olan 300 m^3 hacimli depoda bekletilecektir.

6.1.2 Gübre

Katı gübre oluşumu aynı sıvı gübre gibi padoklar ve hayvan borsasından kaynaklanmaktadır. Oluşacak gübre diğer ünitelerden kaynaklanacak yıkama suları, kan ve işletmedeki atıksularla birlikte anaerobik arıtmaya tabi tutulacaktır. Anaerobik arıtmaya gönderilecek atık miktarı işkembeden gelecek atıklarla birlikte $256,808 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak hesaplanmıştır.

Anaerobik Arıtma Sistemi

Anaerobik arıtma için üretilen atık miktarı da göz önünde bulundurularak seçilen arıtma tipi Tam Karışımli Sistem'dir. Tam karışımli reaktörlerde çamur ısıtılarak reaktöre verilmektedir. Isıtma işlemi için üretilen biyogaz kullanılmaktadır. Bu tür reaktörlerde yeterli uçucu organik katı madde konsantrasyonu %3–10 arasında değişen atıklar kullanılır. Ekomezbahadan gelecek atıklardaki katı madde oranı incelendiğinde %3,07 olduğu tespit edilmiştir.

Anaerobik arıtmada bilindiği üzere atık miktarında herhangi bir değişim söz konusu değildir. Sadece atıklar form değişikliğine uğramaktadır. Bu nedenle çıkacak atık miktarı da günlük 256,808 m³/gün olacaktır.

Mezbahadan gelecek atıksu miktarına ve 20 günlük bekletme süresine göre reaktör hacmin 5136 m³ olması gerektiği hesaplanmıştır. Reaktör dikey ve betonarme silindir şeklinde tasarlanmıştır. Gaz toplama işlemi için tavanın konik şekilde yapılmasının uygun olduğu tespit edilmiştir. Geçici olarak gaz depolama işleminin reaktörde yapılması ve daha sonra gaz toplama ve biriktirme haznesine alınması düşünüldüğü için reaktör boyutları r=10 m ve H=20 m olarak seçilmiştir.

Anaerobik arıtma seçilmesinin nedeni KOİ ve BOİ değerlerinin yüksek olması ve arıtma sonucunda gübreden biyogaz elde edilmesidir. Yapılan hesaplamalarda yaklaşık 1325 m³ biyogaz elde edilmesi öngörülmüştür. Elde edilecek biyogaz öncelikle reaktör içerisinde geçici olarak bekletilecek ve daha sonra ayrı tasarlanan gaz toplama ve biriktirme haznesine alınacaktır. Gaz toplama haznesinin hacmi 1425 m³ boyutları r=5,5 m H=15 m olarak seçilmiştir. Çürütücü ve depo gazı toplama sistemleri için seçilen parametreler ve yapılan hesaplamalara ait bilgiler Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Kesimhanede Oluşacak Katı Atık Miktarı ve Biyogaz Hesapları

Parametreler	Büyükbaş	Küçükbaş	Toplam	Birim
Toplam Katı	5611,16	2178,5088	7789,67	kg/gün
Uçucu Katılar	4457,38	1612,42	6069,79	kg/gün
N (Kjeldahl Azot)	65,15	32,95	98,09	kg/gün
P (Toplam Fosfor)	38,19	18,57	56,76	kg/gün
K (Potasyum)	22,46	8,9856	31,45	kg/gün
Conv'n Eff.Dönüşüm verimliliği	0,26	0,35		Uçucu Katı Parçalanma Oranı
CH ₄ /kgUK	0,5	0,5		Metan Dönüşüm Katsayısı
CH ₄	579,46	282,17	861,63	m ³ /gün
% CH ₄	0,65	0,65	0,65	Metan Yüzdesi
CO ₂	312,02	151,94	463,96	m ³ /gün
Biogaz	891,48	434,11	1325,59	m ³ /gün
Katı Atık Besleme Miktarı	23,04	6,144	29,18	m ³
İlave Sıvı Hacmi	179,70	47,92	227,62	m ³ /gün
Toplam Atık Hacmi	202,74	54,06	256,81	m ³ /gün
Bekletme Zamanı	20,00	20,00	20,00	gün
Çürütücü Hacmi	4054,86	1081,30	5136,16	m ³

Katı-Sıvı Ayrımı

Anaerobik olarak arıtılan gübre dekantör santrifüj kullanılarak katı-sıvı olarak ayrılacaktır. Kesim işleminin 3 saatte tamamlandığı kabul edilerek yapılan hesaplamalarda saatlik atık debisi $85,6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Kompost İşlemi

Dekantör santrifüj yardımıyla ayrılan katı kısım kompost ünitesine gönderilerek şartlandırma işlemine tabi tutulacaktır. Kompost seçeneklerinden atık türüne en uygun olan sıralı yığın döndürme sistemi seçilmiştir.

Ekomezbaşa tasarımında santrifüj sistemi ile ayrılarak kompost alanına gönderilecek atık miktarı $21,38 \text{ m}^3$ 'tür. Gübre atıklarının komposta gönderilmesi durumunda 2 ay şartlandırma, 2 ay olgunlaştırma dönemine ihtiyaç duyulmaktadır. 4 aylık süreç için gerekli kompost hacmi $2565,6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. 4 aylık bekletme için 8 sıra yığın oluşması planlanmış olup her yığının boyutu $r=3 \text{ m}$, $L=25 \text{ m}$ olarak yapılacaktır. Kompost haline gelen gübre tarlalarda kullanılmak üzere paketlenerek satışa sunulacaktır.

Doğal Arıtma

Anaerobik arıtma tesis çıkışına kurulacak dekantör santrifüj ile ayrılan sıvı kısım ise doğal arıtma kademesi olarak tasarlanmış su mercimeği ve su sümbülü yetiştirme alanına gönderilecektir.

Doğal arıtmada köklü bitkiler yanında yüzeysel arıtma yapan su mercimeği ve su sümbülleri kullanılabilir. Yüzeysel arıtma sistemlerinin kullanıldığı doğal arıtmada $244,668 \text{ m}^3/\text{gün}$ debi atıksu su mercimeği ve su sümbülünün bulunduğu alanda 6 günlük bekleme süresiyle bertaraf edilecektir.

6 gün için oluşacak sıvı atık miktarı 1468 m^3 'tür. Bayhan H. (1995), tarafından yapılmış olan doğal arıtma çalışmasında belirlenen su yükseklikleri içinde 8 cm havuz derinliği arıtma için seçilmiştir. Deneylerde kullanılan yükleme oranları ve su derinlikleri dikkate alınarak belirlenen giderme verimi %70 olarak tespit edilmiştir. Buna göre su mercimeği arıtma alanı ihtiyacı 18350 m^2 olarak hesaplanmıştır. Alan ihtiyacı çok büyük olduğundan dolayı doğal arıtma sistemleri pek tercih edilmemektedir. Yapılan araştırmalarda havuz derinliğinin az olması nedeniyle yüzeysel arıtma yapılan havuzların çok katlı olarak tasarlanması düşünülmektedir. Doğal arıtmada kullanılan bitkilerin yeterli büyüme seviyesine ulaşması için minimum güneş ışığını almaları gerekmektedir. Bu nedenle yeni tasarımlarda katlı havuzların yanal yüzeyleri şeffaf yapılarak yeterli ışığın her kademeye ulaşması

sağlanmaktadır. Ayrıca yeterli ışığın havuzun orta bölümlerine ulaşmaması durumunda tasarımların yapay ışıklandırma sistemleriyle desteklenmesi öngörülmektedir. Bu sayede doğal arıtmada alan ihtiyacı azaltılabilecektir. Tesis için planlanan doğal arıtma havuzu 3 katlı olarak tasarlanacaktır. Her katın alanı 6250 m² (toplam alan 18750 m²) olarak düşünülmüş olup Bayhan H., tarafından yapılan araştırmada belirtilmiş olan 1/10 oranına uygun olarak 25x250m olarak boyutlandırılmıştır. Her bir havuz arasında güneş ışığının rahatça ulaşması sağlamak amacıyla 1 m boşluk bırakılacaktır. Işık seviyesi tesis kurulduğunda ölçülecek, istenen seviyede olmaması durumunda ilave yapay ışık kaynakları eklenecektir.

Arıtmaya tabi tutulan atıksu satılmak üzere hazırlanan sıvı gübreyi sulandırmak için sıvı gübre toplama tankına alınacaktır. Bu sayede doğal arıtmadan çıkan sıvı gübre özelliği taşıyan deşarj suyu niteliği dahilinde kullanılabilecektir.

Doğal arıtmanın tesis içinde bir diğer kullanımı da arıtma elemanları olarak kullanılan su mercimeği ve su sümbülünün yüksek protein içeriğine sahip olmasıdır. Toplam üretim miktarı 5625 kg/gün su mercimeği, 8437,5 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Yem olarak kullanılması durumunda yıkanarak kurutulması gerekmektedir. Kuru ağırlık yaş ağırlığın % 6'sı kadar olduğundan yem olarak kullanılması optimum çözüm olarak görülmemektedir. Bunun yerine alternatif sistem olan kompost ünitesine gönderilerek satışa sunulacaktır.

6.2 Kesim Esnasında Oluşan Atıklar

Padokta bekletilerek et işleme tesislerine alınan hayvanlara ilk uygulanan işlem kesim işlemidir. Kesim işlemi sırasında büyük miktarda kan oluşumu meydana gelmektedir. Kesim esnasında ortalama bir büyükbaş hayvandan 22 L, küçükbaş hayvandan 3 L kan çıkmaktadır. Bunun yanında kesim esnasında oluşan kanın ve kesim sonrasında parçalanan etlerin yıkanması için “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik”te belirtildiği üzere büyükbaş hayvan başına 1000 L küçükbaş hayvan başına 250 L su kullanılmaktadır. Birim ünite de kesilecek hayvan sayıları yönetmelikte belirtildiği üzere 40 kesim ünitesinde 27 BB ve 104 KB hayvandır. Kesilen hayvanlardan toplam 3624 L/gün kan oluşumu beklenmektedir. Bunun yanında yıkama işlemlerinden 212.000 L/gün atıksu oluşacağı hesaplanmıştır. Tesiste oluşacak kan ve yıkama suları ızgaralar yardımıyla birlikte toplanarak tek altyapı sistemi ile anaerobik reaktör öncesi teşkil edilecek karıştırıcı üniteye alınacaktır. Padok ve borsadan alınacak gübrelerle birleştirilerek biyogaz oluşumu için hazırlanan atıklar anaerobik reaktöre beslenecektir.

Anaerobik reaktör hacmi ve oluşacak biyogaz miktarı Çizelge 6.1’de detaylı olarak verilmiştir.

6.3 İşletmeden Kaynaklanan Atıklar

Mezbahada kesim ünitesi haricinde oluşacak atıklar çalışanların duş, tuvaletlerin kullanımından kaynaklı sıvı atıklar ve tesis içerisinde bulunan kafeteryadan kaynaklanacak sıvı ve katı atıklardır. Tesiste birim ünite için çalışan sayısının 20 olacağı öngörülmüştür. 20 kişinin günlük 150 L su tüketeceği kabulüyle 4 birim ünite toplam 12.000 L/gün atık su oluşması beklenmektedir. Oluşan atıksuların biyogaz oluşumu için reaktöre gönderilen gübrenin seyreltilmesinde kan ve yıkama sularıyla birlikte kullanılması planlanmaktadır. Gönderilecek tesis içi atıksuların anaerobik reaktör için inhibitör etkisi yaratmaması için lavabo ve tuvaletlerde dezenfeksiyon ürünlerinden kaynaklanacak atıksuların toplama sistemine verilmemesi gerekmektedir. Kafeteryadan oluşacak katı atıklar et işleme esnasında ortaya çıkabilecek kullanılamayan materyallerle birlikte belediye katı atık toplama araçlarıyla düzenli depo sahalarında bertaraf edilecektir.

7. EKONOMİK DEĞERLENDİRME

Mezbahanın ekonomik analizi 2 aşamalı olarak değerlendirilmiştir. Mezbahanın kurulum aşaması, malzeme ve ekipmanları yatırım maliyeti başlığı altında incelenirken, elektrik, su ve ısınma giderleri ile çalışanlardan kaynaklı masraflar işletme masrafı olarak ele alınmıştır. Maliyetler belirlenirken klasik mezbaha ile Ekomezbaha tasarımı kıyaslanarak avantajlı ve dezavantajlı olduğu parametreler ortaya koyulmuştur.

7.1 Klasik Mezbaha

7.1.1 Yatırım Maliyetleri

Klasik mezbaha yatırım maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulmuş fizibilite raporları incelenmiştir. İncelenen fizibilite raporlarında belirlenen değerlerin gerçekliğinin onaylanması amacıyla tezde belirtilen şartlara yakın olarak tespit edilen Afyon Şuhut Belediye Kesimhanesi'nden belirlenen parametrelerle ilgili bilgi alınmıştır.

Klasik mezbaha yatırım maliyeti parametreleri incelendiğinde;

- Bina Yapı Tasarımı
- Mezbaha Ekipmanları
- Atıksu Arıtma Tesisi Yapı Tasarımı
- Atıksu Arıtma Tesisi Ekipmanları
- Borsa ve Padok Yapı Tasarımı
- Silo Yapı Tasarımı
- Altyapı Ekipmanlarının masrafların büyük çoğunluğunu oluşturduğu görmekteyiz.

Bu başlıkların dışında değişkenlik gösteren mezbaha proje bedeli, sigorta bedelleri, mühendislik bedelleri, şantiye masrafları bulunmaktadır. Bu parametreler ekonomik analiz yapılırken göz ardı edilmiştir.

a) Bina Yapı Tasarımı

Bina yapı tasarım bedelinin belirlenmesi amacıyla klasik mezbahanın tez kapsamında hazırlanan ekomezbaha tasarımı ile aynı büyüklükte olduğu kabul edilmiştir. Tek kesim ünitesinin alanı 6.388 m^2 ($\text{Zemin Kat} = 5.740 \text{ m}^2 + \text{Üst Kat} = 648 \text{ m}^2$) olup ekomezbaha tasarımında 4'lü kesim ünitesinin kapladığı alan 25.552 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Bina yapı tasarım bedellerinin belirlenmesinde 01.04.2010 tarih 27539 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2010 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” esas alınmıştır.

Tebliğde yapı tasarımlarına göre 4 sınıfa ayrılmış olup her sınıf 2 gruptan oluşmaktadır. Mezbaha bina tasarımı bu gruplardan II.Sınıf B Grubu yapılarda yer almaktadır. Tebliğde II.Sınıf B Grubu yapılar için belirlenmiş birim fiyat 276 TL/m²’dir. Buna göre yaklaşık yapı tasarım bedeli,

$6.388 \text{ m}^2 \times 276 \text{ TL/m}^2 = \mathbf{1.763.088 \text{ TL}}$ olarak hesaplanmıştır. Bu bedel yaklaşık olup proje bedeli ve şantiye masraflarını içermemektedir.

b) Mezbaha Ekipmanları

Mezbaha ekipmanlarının belirlenmesinde mevcut mezbahalardan alınan veriler, yenilemeye tabi tutulan mezbahalardaki ihale bilgileri ve Afyon Şuhut Belediye Kesimhanesi’nden alınan bilgiler kullanılmıştır. Mevcut mezbahalardaki teknolojilerin eski olduğu ve ilave ünitelere ihtiyaç duyduğu gözlemlendiği için seçilen ekipmanlarda uygun şekilde revize edilmiştir.

Mezbaha ekipmanlarını incelediğimizde monoraylar, kancalar, deri yüzme ekipmanları, parçalama ekipmanları, tanklar, tavalar, platformlar, soğutma üniteleri, izolasyon malzemeleri ve vinçler görülmektedir.

Her malzeme için öncelikle birim fiyatlar incelenmiş olup İller Bankası birim fiyatlarının mezbaha tasarımında kullanılan ekipmanların büyük bölümünü içerdiği görülmektedir. İlave olarak seçilen ekipman bedelleri ise özel sektörden alınmıştır. Klasik mezbaha ve ekomezbahada kullanılacak ekipman sayıları ve maliyetleri Çizelge 7.1’de verilmiştir. [1] [4] [9] [18]

Çizelge 7.1 Klasik Mezbaha Ekipman Sayıları ve Maliyetleri

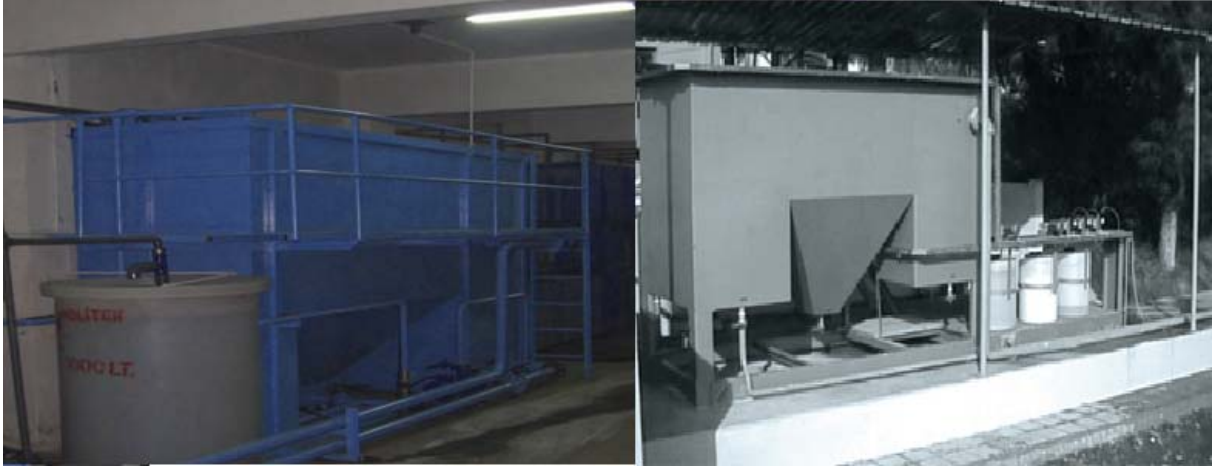
MEZBAHA EKİPMANLARI				
MALZEME ADI	BİRİM FİYAT (2010)	MİKTAR	BİRİM	TOPLAM FİYAT
SİĞİR KANAMA HATTI	454,45	25	m	11361,25
SİĞİR KALDIRMA VİNCİ	7508,33	1	Adet	7508,33
SİĞİR AKTARMA VİNCİ	6717,98	1	Adet	6717,98
SİĞİR KANAMA KANCASI	4742,1	10	Adet	47421
SİĞİR İŞLEME MONORAYI	454,45	60	m	27267
1500X800X600 SİĞİR İŞLEME AKTARMA PLATFORMU	908,9	1	Adet	908,9
İÇ ORGAN ÇIKARMA PLATFORMU VE OLUĞU	4584,03	1	Adet	4584,03
HİDROLİK KARKAS BÖLME PLATFORMU	9089,03	1	Adet	9089,03
DERİ YÜZME MAKİNASI	20549,1	2	Adet	41098,2
TİLLE	39,52	5	Adet	197,6
SİĞİR İŞLEME KANCALARI	118,55	10	Adet	1185,5
KOYUN KALDIRMA ELEVATÖRÜ	7903,5	1	Adet	7903,5
KOYUN KANAMA HATTI	395,18	25	m	9879,5
KOYUN KANAMA MAKARASI	114,6	5	Adet	573
KOYUN İŞLEME KONVEYÖRÜ	750,83	60	m	45049,8
KOYUN İŞLEME PLATFORMU	790,35	8	Adet	6322,8
KOYUN ASMA ARABASI	197,59	10	Adet	1975,9
KORİDOR VE SOĞUK ODA MONORAYI	434,69	100	m	43469
HAVAI HAT MONORAY KANTAR	15807	1	Adet	15807
KAN TANKI	5927,63	2	Adet	11855,26
KAN VE PİS SU KANALI VE ÜST IZGARASI	553,25	50	m	27662,5
İŞKEMBE TEMİZLEME TAVASI	533,49	10	m	5334,9
İŞKEMBE PİSLİĞİ ATMA HELEZONU	12250,43	2	Adet	24500,86
ET İNDİRME ELEVATÖR	7903,5	1	Adet	7903,5
KOYUN İŞLEME KANCALARI	118,55	35	Adet	4149,25
TAVA	533,49	1	Adet	533,49
60 MM POLİSTREN DOLGULU SANDVIÇ PANEL (50X70)	33,42	65	m	2172,3
SÜRGÜLÜ SOĞUK ODA KAPISI	5334,86	2	Adet	10669,72
CİĞER YIKAMA TABLASI	1936,36	2	Adet	3872,72
CİĞER KONVEYÖRÜ	1019,55	15	m	15293,25
CİĞER ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
İŞKEMBE ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
DERİ ŞUTU (BUNKER)	671,8	2	Adet	1343,6
KELLE - AYAK ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
İÇ ORGAN ARABASI	1580,7	2	Adet	3161,4
SİĞİR YIKAMA KABİNİ	3398,51	1	Adet	3398,51
KOYUN YIKAMA KABİNİ	2766,23	1	Adet	2766,23
CHİLLER SOĞUTMA ÜNİTESİ	76530	1	Adet	76530
KARKAS BÖLME TESTERESİ	900	2	Adet	1800
TOPLAM				494704,81

Ekipman listesi incelendiğinde uygulama aşamasında yaklaşık maliyetinin **495.000 TL** olduğu görülmektedir. Bu bedellere mezbahanın Kurban Bayramı'nda kullanılması için dizayn edilen birimleri de dahil edilmiştir. Kesimhane kapsamında et işleme ve rendering işlemleri yapılmayacağı için bu amaçla kullanılan ekipmanlar kapsam dışında tutulmuştur.

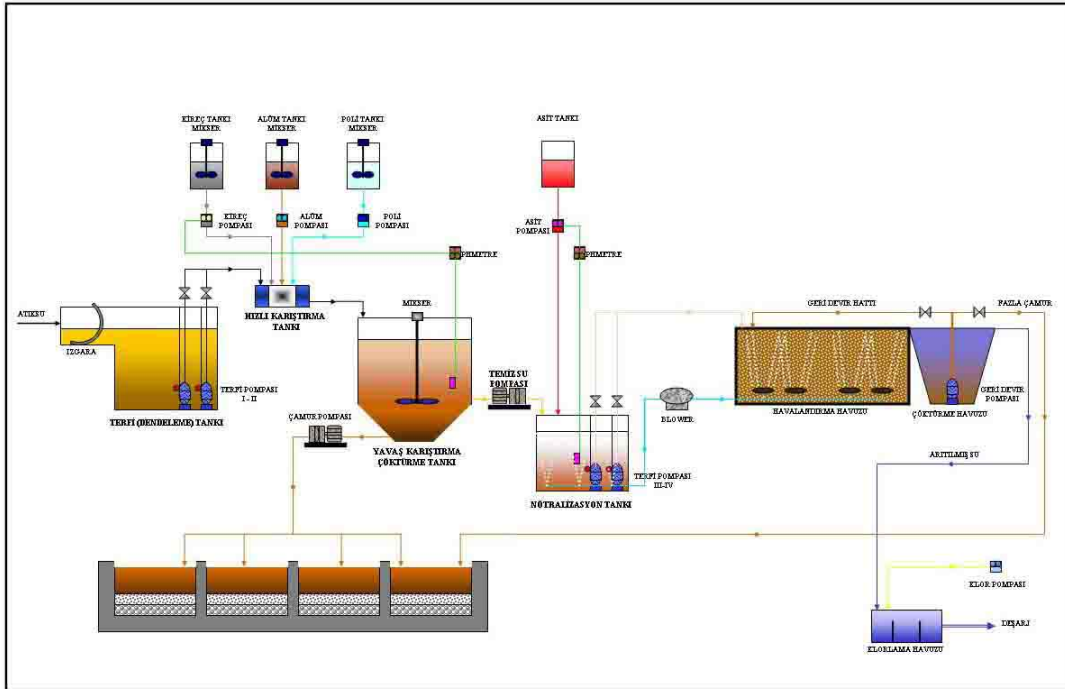
c) Atıksu Arıtma Tesisi Yapı Tasarımı

Klasik mezbahalar incelendiğinde atıksularının yüksek KOİ içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu tip atıksuların arıtımında kimyasal arıtma kullanılmaktadır. Klasik mezbaha için hesaplanan atıksu değeri 57,86 m³/gün'dür. Atıksu hesabında yıkama suları, kan ve işletmeden kaynaklanan atıksular birlikte düşünülmüştür.

Hesaplanan debi miktarı çok az olduğu için bu tip arıtma tesisleri “Paket Arıtma Tipi” şeklinde konuşlandırılmaktadır. Paket Kimyasal Atıksu Arıtma Sistemi; hızlı-yavaş karıştırma, çöktürme, filtrasyon, çamur yoğunlaştırma ünitelerinin bulunduğu ve kimyasal arıtma işleminin gerçekleştiği komple bir sistem olarak tasarlanmaktadır. Kimyasal paket arıtmaya ait akım şeması ve örnek görünüşler Şekil 7.1 ve Şekil 7.2’de verilmiştir.



Şekil 7.1 Paket Kimyasal Arıtmaya Ait Örnek Görünüş



Şekil 7.2 Kimyasal Paket Arıtmaya Ait Akım Şeması

Klasik mezbaha için hesaplanan debiye göre özel firmalardan alınan fiyat tekliflerinin ortalama değerleri yatırım maliyet hesaplarında esas alınmıştır. Kimyasal paket arıtma için belirlenen ortalama değerler tesis yapı maliyeti **35.000 TL**, ekipman maliyeti ve bakım giderleri için **40.000 TL**'dir. Toplam arıtma maliyeti **75.000 TL** olarak hesaplanmıştır.

d) Padok ve Borsa Yapı Tasarımı

Padok ve borsanın yapımında kapalı sistem betonarme binalar düşünülmüştür. Küçükbaş hayvanlar için geniş bölmeler hazırlanırken büyükbaş hayvanlar için tekil bölmeler yapılmıştır. “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2010 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” incelendiğinde padok ve borsa gibi ilave yapıların I.Sınıf B Grubu yapılarda bulunduğu görülmektedir. Bu grup için belirlenen yaklaşık yapı maliyet birim fiyatı 127 TL/m²’dir. Tasarlanan mezbahada büyükbaş hayvan borsası 2.750 m², küçükbaş hayvan borsası 972 m² olarak belirlenmiştir. Buna göre,

$(2.750 \text{ m}^2 + 972 \text{ m}^2) \times 127 \text{ TL/m}^2 = 472.694 \text{ TL}$ olarak borsa yapı maliyeti hesaplanmıştır. İncelenen mezbaha ve kesimhanelerin büyük çoğunluğunda borsa bulunmamaktadır. Borsa yapısı merkez kesimhane olarak iş gören tesislerde bulunmaktadır. Diğer kesimhaneler günlük kesim yapmaktadır. Bu nedenle klasik mezbaha hesaplamalarında borsa maliyeti opsiyonel olarak kabul edilecektir.

e) Silo Yapı Tasarımı

Silo yatırım maliyeti hesaplarında kule tasarımında kullanılan yapılar esas alınmıştır. Kule tipi yapıların yaklaşık maliyet birim fiyatı II.Sınıf A Grubu yapılar için 201 TL/m² olarak belirlenmiştir. Silo için yapı maliyeti;

$15 \text{ m}^2 \times 201 \text{ TL/m}^2 = 3.015 \text{ TL}$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu bedel kesimhanede borsa bulunması halinde yatırım maliyetlerine ilave edilecektir. Günlük kesim yapılan mezbahalarda yemleme yapılmadığından bu hesaplama göz ardı edilmelidir.

f) Altyapı Ekipmanları

Mezbaha ve kesimhanelerde altyapı ekipmanları olarak değerlendirilen sınıfta borulama maliyetleri yer almaktadır. İşletmeden kaynaklanan atıkların ve yıkama sularının ızgara sistemleri ile alınması ve borular vasıtasıyla arıtma tesisine ulaştırılması bu kapsamda değerlendirilmiştir. Yapılan mezbaha tasarımı göz önünde bulundurularak arıtma sistemlerine atıksuların taşınması için 450 m uzunlukta boruya ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra arıtma içerisinde borulama ve temiz suyun taşınması için 50 m uzunluğunda boruya ihtiyaç duyulmaktadır. Cazibeli akışın sağlanabileceği ve doluluk oranları göz önünde bulundurularak seçilen boru çapı Ø200 mm PVC’dir. Birim fiyatlar incelendiğinde Ø200 PVC boru bedeli ve döşenmesi işleminin bedeli 17,95 TL/m’dir. Buna göre;

$500 \text{ m} \times 17,95 \text{ TL/m} = 9.975 \text{ TL}$ olarak altyapı maliyeti hesaplanmıştır.

7.1.2 İşletme Maliyetleri

Klasik mezbaha ve ekomezbaha tasarımlarının işletme maliyetleri incelendiğinde ortaya koyulan parametreler benzerlik göstermektedir. Fakat parametrelerin bazıları kullanılan ekipmanlar ve arıtma sistemleri nedeniyle farklı maliyetlere sahiptir.

İşletme maliyetini oluşturan parametreler;

- Çalışan Personel Giderleri
- Kesimhane ve Arıtma Tesisi Elektrik Giderleri
- Kesimhane Su Giderleri
- Kesimhane Isınma Giderleri
- Arıtmada Kullanılan Malzeme Giderleri
- Yem Giderleri olarak tespit edilmiştir.

a) Çalışan Personel Giderleri

Klasik kesimhane tasarımının kesme, yüzme, parçalama ve paketleme işlemlerini içerdiği kabul edilerek 20 kişilik personelin yeterli olacağı düşünülmüştür. 20 kişilik personele muhasebe, yönetim ve veterinerlik hizmetleri de dâhil edilmiştir.

Et ve balık kurumu 2009 faaliyet raporlarına göre mezbaha ve kesimhanelerde çalışan personele verilen net maaş 1.451 TL'dir. [7] Sigorta vb. masraflarda ilave edildiğinde işverene maliyeti 2.770 TL'ye ulaşmaktadır. 20 kişilik personel maaşlarının 2.770 TL olduğu varsayımı ile yapılan hesaplamalarda personel masraflarının **55.400 TL/ay** olduğu görülmektedir.

b) Elektrik Giderleri

Klasik kesimhanelerde elektrik giderlerinin tespit edilmesi amacıyla mevcut tesislerden aylık giderim bedelleri hakkında bilgi toplanmıştır. Bilgi toplanan mezbahalardan tasarlanan mezbahaya en yakın kapasitede olan kesimhane Afyon Şuhut Belediye Kesimhanesi'dir. 100 birim kesim ünitesine sahip olan kesimhane tasarlanan mezbahanın 2,5 katı kapasiteye sahiptir.

Mevcut kesimhaneden alınan yaklaşık elektrik bedeli 18.000 TL/ay'dır. %40 kapasiteye sahip mezbaha tasarımında ise bu bedelin yaklaşık olarak **7.200 TL/ay** olacağı kabul edilmiştir.

c) Su Giderleri

Klasik mezbahada su giderlerinin hesabında yıkama suları ve işletmede yapılacak günlük su tüketimleri dikkate alınmıştır.

Klasik mezbaha kapasitesi olarak ekomezbahanın tek kesimhanesinde kullanılacak kesim kapasitesi esas alınmıştır. Buna göre günde 27 BB, 104 KB hayvan kesileceği kabul edilmiştir. Kanların yıkanması için hayvan başına kullanılacak su miktarları “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Kuruluş, Açılış, Çalışma ve Denetleme Usul Ve Esaslarına Dair Yönetmelik”den alınmıştır. KB hayvanlar için hayvan başına 1.000 L, BB hayvanlar için hayvan başına 250 L su tüketimi öngörülmüştür. Yapılan hesaplamalarda BB hayvan için 27 m³/gün, KB hayvan için 26 m³/gün su tüketileceği öngörülmektedir.

İşletme çalışacak 20 personelden kaynaklanacak su tüketimi hesabında İSKİ kişi başı tüketim değeri esas alınmıştır. İSKİ ortalama kişi başı tüketim değerini 150 L/gün olarak belirlemiştir. 20 personelin günlük su ihtiyacı 3 m³/gün olarak hesaplanmıştır.

Yıkama suları ve personelden kaynaklanacak su tüketimleri birlikte ele alındığında mezbahanın günlük su tüketimi 56 m³ olmaktadır. İSKİ tarafından belirlenen su birim fiyat değeri sanayi tesisleri için 5,42 TL(KDV Hariç) olup aylık su tüketim bedeli;

$56 \text{ m}^3/\text{gün} \times 30 \text{ gün/ay} \times 5,42 \text{ TL/m}^3 \times 1,18 \text{ (KDV)} = \mathbf{10.744,6 \text{ TL/ay}}$ olarak belirlenmiştir. [11]

d) Isınma Giderleri

Kesimhanelerde ısınma giderleri mevcut tesisin yalıtım durumu, tesis büyüklüğü ve bulunduğu bölgeye göre değişim göstermektedir. Tasarlanan mezbahanın oturma alanı 5.740 m² olduğu ve modern yalıtım sistemleri ile donatıldığı düşünülerek yapılan hesaplamalarda ısınma gideri olarak aylık **4.800 TL** ödenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Tesisin soğuk bölgelerde kurulması veya izolasyon sistemlerinin yeterli teşkil edilmemesi durumunda ısınma giderinde artış olması beklenmektedir.

e) Arıtmada Kullanılan Malzeme Giderleri

Arıtmada kullanılacak malzemelerin bedeli seçilecek olan arıtma tipi ve kapasitesine göre değişim göstermekte olup bu çalışmada yüksek KOI giderimde en etkili yöntem olan kimyasal arıtma yöntemi seçilmiştir. Kimyasal arıtma metodunun mezbahalar için uygulanabilirliği daha yüksek olduğundan tercih edilmiştir. İşletme masraflarına dahil olan arıtma masrafı olarak kullanılacak kimyasal maddeler görülmektedir. Paket arıtma için alınan tekliflerde mezbaha atıksuyunda kullanılacak en uygun kimyasalın $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ olduğu görülmektedir. Bu kimyasalın giderim verimi kullanılan diğer kimyasallara göre en yüksek olup fiyatı ile optimum çözüm olarak görülmektedir.

Kullanılacak olan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kimyasalı için yapılan piyasa araştırmalarında fiyatının $0,25 \text{ \$}/\text{m}^3$ atıksu olduğu belirlenmiştir. Dolar kurunun 1,5 TL olduğu kabul edilerek $57,86 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'lük atık suyun arıtımında kullanılacak kimyasalın getirdiği maliyet **650,93 TL/ay** olarak hesaplanmıştır.

Giriş suyu ve çıkış suyu karakterizasyonunun günlük olarak yapılabilmesi amacıyla tesis kapsamında laboratuvar kurulması gerekmektedir. Laboratuvarda yapılacak olan deneyler sonucunda yıllık **10.000 TL** masraf olması beklenmektedir.

f) Yem Giderleri

Klasik mezbahalarda yem giderleri opsiyonel olarak düşünülmektedir. Tesis kapsamında hayvan borsası tasarlanması durumunda en az 15 günlük kesim sayısının bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle hayvan borsasında 15 gün bekletilecek hayvan sayıları KB için 1.560 adet, BB için 405 adet olarak hesaplanmıştır.

BB hayvanlar günlük 10 kg, KB hayvanlar ise günlük 1 kg yem tüketmektedir. Bu değerler esas alınarak yapılan hesaplamalarda aylık yem ihtiyacı 168,3 ton olarak bulunmuştur. Piyasada satılan hayvan yemlerinin fiyatları çok çeşitli olup ortalama değeri 0,35 TL/kg olarak alınmıştır. [8]

$168,3 \text{ ton/ay} \times 0,35 \text{ TL/kg} \times 1.000 \text{ kg/ton} = \mathbf{58.905 \text{ TL/ay}}$ yem gideri olarak bulunmuştur.

7.2 Ekomezbaha

7.2.1 Yatırım Maliyetleri

Ekomezbaha yatırım maliyetlerini belirleyen parametreler incelendiğinde klasik mezbaha tasarımıyla büyük ölçüde benzerlik gösterdiği görülmektedir. Kıyaslama yapılan tesis arasındaki farkları oluşturan parametreler arıtma yapıları ve geri kazanım ünitelerinden oluşmaktadır. Bunun yanında atık değerlendirme çalışmaları için atıkların ayrı toplanması ve depolanması ile ilgili yapılarda yatırım maliyetinde fark oluşturan bir diğer unsur olarak göze çarpmaktadır. Ekomezbaha yatırım maliyeti parametreleri incelendiğinde;

- Bina Yapı Tasarımı
- Mezbaha Ekipmanları
- Biyogaz Yapı Tasarımı
- Biyogaz Ekipmanları
- Borsa ve Padok Yapı Tasarımı
- Doğal Arıtma Yapı Tasarımı
- Kompost Ünitesi Yapı Tasarımı
- Sıvı Gübre Depo Tasarımı
- Silo Yapı Tasarımı
- Atık Ayrı Toplama Sistemleri
- Altyapı Ekipmanlarının masrafların büyük çoğunluğunu oluşturduğu görmekteyiz.

Bu başlıkların dışında değişkenlik gösteren mezbaha proje bedeli, sigorta bedelleri, mühendislik bedelleri, şantiye masrafları bulunmaktadır. Bu parametreler ekonomik analiz yapılırken göz ardı edilmiştir.

a) Bina Yapı Tasarımı

Ekomezbaha tasarımında kesimhaneyi oluşturan 4'lü kesim ünitesi düşünülmüştür. Bu sayede oluşacak atıkların birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tek kesim ünitesinin alanı 6.388 m^2 (Zemin Kat = 5.740 m^2 + Üst Kat = 648 m^2) olup 4'lü kesim ünitesinin kapladığı alan 25.552 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Bina yapı tasarım bedellerinin belirlenmesinde 01.04.2010 tarih 27539 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2010 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” esas alınmıştır.

Tebliğde yapı tasarımlarına göre 4 sınıfa ayrılmış olup her sınıf 2 gruptan oluşmaktadır. Mezbaha bina tasarımı bu gruplardan II.Sınıf B Grubu yapılarda yer almaktadır. Tebliğde II.Sınıf B Grubu yapılar için belirlenmiş birim fiyat 276 TL/m²’dir. Buna göre ekomezbaha yaklaşık yapı tasarım bedeli,

$25.552 \text{ m}^2 \times 276 \text{ TL/m}^2 = \mathbf{7.052.352 \text{ TL}}$ olarak hesaplanmıştır. Bu bedel yaklaşık olup proje bedeli ve şantiye masraflarını içermemektedir.

b) Mezbaha Ekipmanları

Mezbaha ekipmanlarının belirlenmesinde mevcut mezbahalardan alınan veriler, yenilemeye tabi tutulan mezbahalardaki ihale bilgileri ve Afyon Şuhut Belediye Kesimhanesi’nden alınan bilgiler kullanılmıştır. Mevcut mezbahalardaki teknolojilerin eski olduğu ve ilave ünitelere ihtiyaç duyduğu gözlemlendiği için seçilen ekipmanlarda uygun şekilde revize edilmiştir.

Mezbaha ekipmanlarını incelediğimizde monoraylar, kancalar, deri yüzme ekipmanları, parçalama ekipmanları, tanklar, tavalar, platformlar, soğutma üniteleri, izolasyon malzemeleri ve vinçler görülmektedir.

Her malzeme için öncelikle birim fiyatlar incelenmiş olup İller Bankası birim fiyatlarının mezbaha tasarımında kullanılan ekipmanların büyük bölümünü içerdiği görülmektedir. İlave olarak seçilen ekipman bedelleri ise özel sektörden alınmıştır. Ekomezbahada kullanılacak ekipman sayıları ve maliyetleri Çizelge 7.2’de verilmiştir. [1] [4] [9] [18]

Çizelge 7.2 Ekomezbaha Ekipman Sayıları ve Maliyetleri

MEZBAHA EKİPMANLARI				
MALZEME ADI	BİRİM FİYAT (2010)	MİKTAR	BİRİM	TOPLAM FİYAT
SİĞİR KANAMA HATTI	454,45	25	m	11361,25
SİĞİR KALDIRMA VİNCİ	7508,33	1	Adet	7508,33
SİĞİR AKTARMA VİNCİ	6717,98	1	Adet	6717,98
SİĞİR KANAMA KANCASI	4742,1	10	Adet	47421
SİĞİR İŞLEME MONORAYI	454,45	60	m	27267
1500X800X600 SİĞİR İŞLEME AKTARMA PLATFORMU	908,9	1	Adet	908,9
İÇ ORGAN ÇIKARMA PLATFORMU VE OLUĞU	4584,03	1	Adet	4584,03
HİDROLİK KARKAS BÖLME PLATFORMU	9089,03	1	Adet	9089,03
DERİ YÜZME MAKİNASI	20549,1	2	Adet	41098,2
TİLLE	39,52	5	Adet	197,6
SİĞİR İŞLEME KANCALARI	118,55	10	Adet	1185,5
KOYUN KALDIRMA ELEVATÖRÜ	7903,5	1	Adet	7903,5
KOYUN KANAMA HATTI	395,18	25	m	9879,5
KOYUN KANAMA MAKARASI	114,6	5	Adet	573
KOYUN İŞLEME KONVEYÖRÜ	750,83	60	m	45049,8
KOYUN İŞLEME PLATFORMU	790,35	8	Adet	6322,8
KOYUN ASMA ARABASI	197,59	10	Adet	1975,9
KORİDOR VE SOĞUK ODA MONORAYI	434,69	100	m	43469
HAVAİ HAT MONORAY KANTAR	15807	1	Adet	15807
KAN TANKI	5927,63	2	Adet	11855,26
KAN VE PİS SU KANALI VE ÜST IZGARASI	553,25	50	m	27662,5
İŞKEMBE TEMİZLEME TAVASI	533,49	10	m	5334,9
İŞKEMBE PİSLİĞİ ATMA HELEZONU	12250,43	2	Adet	24500,86
ET İNDİRME ELEVATÖR	7903,5	1	Adet	7903,5
KOYUN İŞLEME KANCALARI	118,55	35	Adet	4149,25
TAVA	533,49	1	Adet	533,49
60 MM POLİSTREN DOLGULU SANDVIÇ PANEL (50X70)	33,42	65	m	2172,3
SÜRGÜLÜ SOĞUK ODA KAPISI	5334,86	2	Adet	10669,72
CİĞER YIKAMA TABLASI	1936,36	2	Adet	3872,72
CİĞER KONVEYÖRÜ	1019,55	15	m	15293,25
CİĞER ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
İŞKEMBE ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
DERİ ŞUTU (BUNKER)	671,8	2	Adet	1343,6
KELLE - AYAK ŞUTU (BUNKER)	573	2	Adet	1146
İÇ ORGAN ARABASI	1580,7	2	Adet	3161,4
SİĞİR YIKAMA KABİNİ	3398,51	1	Adet	3398,51
KOYUN YIKAMA KABİNİ	2766,23	1	Adet	2766,23
CHİLLER SOĞUTMA ÜNİTESİ	76530	1	Adet	76530
KARKAS BÖLME TESTERESİ	900	2	Adet	1800
TOPLAM				494704,81

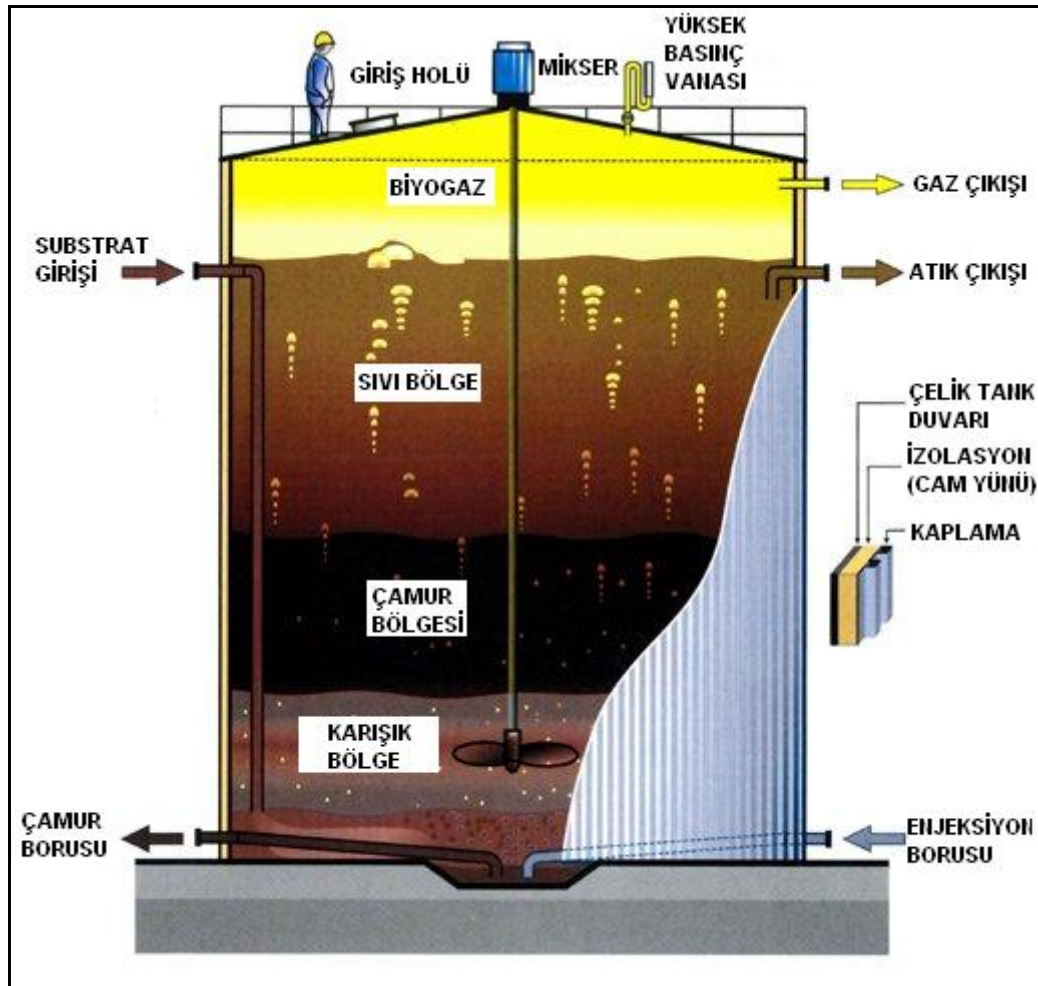
Ekipman listesi incelendiğinde uygulama aşamasında yaklaşık maliyetinin 495.000 TL olduğu görülmektedir. Belirlenen bedel tek kesimhane için olup 4'lü kesimhaneye sahip ekomezbaha için ekipman bedeli **1.978.819,24 TL** olarak hesaplanmıştır. Bu bedellere mezbananın Kurban Bayramı'nda kullanılması için dizayn edilen birimleri de dahil edilmiştir. Kesimhane kapsamında et işleme ve rendering işlemleri yapılmayacağı için bu amaçla kullanılan ekipmanlar kapsam dışında tutulmuştur.

c) Biyogaz Yapı Tasarımı ve Ekipman Bedelleri

Ekomezbaha tasarımında kullanılan geri kazanım unsurlarının başında anaerobik arıtma gelmektedir. Anaerobik arıtım sonucunda oluşacak biyogazın ısıtma ve elektrik üretiminde kullanılmasıyla geri kazanım sağlanmaktadır.

Ekomezbaha için hesaplanan atıksu değeri 256,81 m³/gün'dür. Atıksu hesabında yıkama suları, kan ve işletmeden kaynaklanan atıksular birlikte düşünülmüştür.

Anaerobik arıtma tasarımında tek tankta atıkların birleştirilmesi ve karıştırılma işleminin bu tankta yapılması planlanmaktadır. Aynı tank üzerinde köpük oluşumu ve geçici gaz depolama için bölme bulunmaktadır. Biyogaza ait akım şeması Şekil 7.3'de verilmiştir.



Şekil 7.3 Biyogaz Oluşumuna Ait Akım Şeması

Ekomezbaha kapsamında yapılması planlanan anaerobik arıtma tesisinin yatırım maliyetinin hesaplanmasında Öztürk İ. (2009), tarafından hazırlanan Suluova Biyometan Tesisi Fizibilite raporu esas alınmıştır. Esas alınan fizibilite raporunda yatırım maliyetleri inşaat ve ekipman

bedelleri birlikte 497 m³/gün atık için 8.061.934,5 TL olarak belirlenmiştir. Birim atık başına yatırım maliyeti 16.221,2 TL olarak hesaplanmıştır. Ekomezbaha oluşacak atık miktarı 256,81 m³/gün olduğuna göre toplam anaerobik reaktör maliyeti **4.165.766,4 TL** olarak hesaplanmıştır.

d) Padok ve Borsa Yapı Tasarımı

Padok ve borsanın yapımında kapalı sistem betonarme binalar düşünülmüştür. Küçükbaş hayvanlar için geniş bölmeler hazırlanırken büyükbaş hayvanlar için tekil bölmeler yapılmıştır. “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2010 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” incelendiğinde padok ve borsa gibi ilave yapıların I.Sınıf B Grubu yapılarda bulunduğu görülmektedir. Bu grup için belirlenen yaklaşık yapı maliyet birim fiyatı 127 TL/m²’dir. Tasarlanan mezbahada büyükbaş hayvan borsası 11.000 m², küçükbaş hayvan borsası 3.888 m² olarak belirlenmiştir. Buna göre,

$(11.000 \text{ m}^2 + 3.888 \text{ m}^2) \times 127 \text{ TL/m}^2 = \mathbf{1.890.776 \text{ TL}}$ olarak borsa yapı maliyeti hesaplanmıştır.

e) Doğal Arıtma Yapı Tasarımı

Ekomezbaha kapsamında öngörülen arıtma sistemlerinden biri de su mercimeği ve su sümbülünün birlikte kullanıldığı doğal arıtma sistemleridir. Sistem tasarımında havuzun tamamının ışık alabilmesi amacıyla pleksiglastan yapılması düşünülmüştür. 6.250 m² oturma alanına sahip 3 katlı olarak tasarlanan doğal arıtma havuzunun tasarımında 19.033,5 m² pleksiglas kullanılmalıdır. Yapılan piyasa araştırmasında 10 mm kalınlıkta pleksiglas fiyatının 114,75 TL/m²(KDV Hariç) olduğu tespit edilmiştir. [13] Buna göre,

$19.033,5 \text{ m}^2 \times 114,75 \text{ TL/m}^2 \times 1,18 = \mathbf{2.579.040 \text{ TL}}$ olarak hesaplanmıştır.

f) Kompost Ünitesi Yapı Tasarımı

Doğal arıtmaya paralel olarak düşünülen kompost ünitesi 3 m genişliğinde 25 m uzunluğunda 8 adet sıralı yığından oluşmaktadır. Sıralı yığınların yağış ve güneş ışığından etkilenmemesi için üzerinin kapatılması gerekmektedir. Kapalı yapı olarak tasarlanan kompost alanının yaklaşık yapı maliyeti birim fiyatı I.Sınıf A Grubu yapılar için belirlenen 73 TL/m² olarak alınmıştır.

Kompost ünitesinin yaklaşık alanı 600 m² olup toplam yapı maliyeti **43.800 TL**’dir.

g) Sıvı Gübre Depo Tasarımı

Ekomezbaha tasarımında planlanan geri kazanım tekniklerinden birisi de idrarın ayrı toplanarak seyreltildikten sonra tarlalarda sıvı gübre olarak kullanılmasıdır. Sıvı gübre olarak kullanımın sağlanması ve seyreltme amacıyla 300 m³ hacimli depo yapılması öngörülmektedir. Depo boyutları $r = 5$ m ve $H = 5$ m olan yarı gömülü tankın alanı yaklaşık 78,5 m²'dir. İller bankası tarafından standart depo boyutları için belirlenen bedeller bulunmaktadır. 300 m³ hacimli depo için belirlenen depo bedeli Çizelge 7.3'te verilmiştir.

Çizelge 7.3 İller Bankası Tarafından 300 m³ Hacimli Depo İçin Belirlenen 2010 Birim Fiyatlar

ÜNİTE ADI	TUTAR
İnşaat İşleri	200.903,73
Mekanik İşleri	54.441,03
Elektrik İşleri	5.734,72
TOPLAM	261.079,49

Depo inşaat maliyeti **261.079,5 TL** olarak hesaplanmıştır.

h) Silo Yapı Tasarımı

Silo yatırım maliyeti hesaplarında kule tasarımında kullanılan yapılar esas alınmıştır. Kule tipi yapıların yaklaşık maliyet birim fiyatı II.Sınıf A Grubu yapılar için 201 TL/m² olarak belirlenmiştir. Boyutları $r=4$ m ve $H=11$ m olan silo için yapı maliyeti;

$50 \text{ m}^2 \times 201 \text{ TL/m}^2 = \mathbf{10.050 \text{ TL}}$ olarak hesaplanmıştır.

i) Atık Ayrı Toplama Sistemleri

Ekomezbaha tasarımında geri kazanım unsurlarının kullanılması amacıyla atıkların ayrı toplanması düşünülmüştür. Atıkların ayrı toplanması işlemi katı ve sıvı gübre olarak 2 aşamalı olarak tasarlanmıştır. Sıvı atıkların toplanması amacıyla sıvı gübre deposuna kadar ayrı altyapı sistemi oluşturulmuştur. BB hayvan borsasından 350 m uzunluğunda, KB hayvan borsasından 100 m uzunluğunda borularla sıvı atıklar toplanarak sıvı gübre deposuna iletilecektir. Katı atıklar ise borsa dışına kadar konveyör vasıtasıyla taşınarak burada bulunan konteynirlara boşaltılacaktır. Konveyörlerin uzunluğu toplamda 450 m olacaktır. Vidanjörler vasıtasıyla buralarda toplanan katı atıklar anaerobik reaktöre kadar iletilecektir. İşkembe ayırma ünitesinde katı-sıvı dekantör santrifüjde ayrılan katı kısım 900 m uzunluğundaki borular vasıtasıyla kompost ünitesine taşınacaktır.

Toplam boru uzunluğu 450 m, hesaplanan boru çapı 200 mm PVC'dir. Birim fiyat olarak belirlenen değer 17,95 TL'dir. Birim fiyata kazı, dolgu, boru bedeli dahil edilmiştir. Buna göre sıvı atık toplama sistemi **8.077,5 TL** olarak hesaplanmıştır.

İşkembe atıklarının kompost alanına gönderilmesi amacıyla 200 mm PVC boru ile iletim sağlanacaktır. 900 m'lik boru için yatırım maliyeti **16.155 TL** olarak öngörülmüştür.

Bant konveyörlerin birim fiyatı 310 TL olup 450 m'lik bant konveyör için harcanacak bedel **139.500 TL**'dir.

j) Altyapı Ekipmanları

Mezbaha ve kesimhanelerde altyapı ekipmanları olarak değerlendirilen sınıfta borulama maliyetleri yer almaktadır. İşletmeden kaynaklanan atıkların ve yıkama sularının ızgara sistemleri ile alınması ve borular vasıtasıyla arıtma tesisine ulaştırılması bu kapsamda değerlendirilmiştir. Yapılan ekomezbaşa tasarımı göz önünde bulundurularak arıtma sistemlerine atıksuların taşınması için 1.750 m uzunlukta boruya ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra arıtma içerisinde borulama ve temiz suyun taşınması için 50 m uzunluğunda boruya ihtiyaç duyulmaktadır. Cazibeli akışın sağlanabileceği ve doluluk oranları göz önünde bulundurularak seçilen boru çapı Ø200 mm PVC'dir. Birim fiyatlar incelendiğinde Ø200 PVC boru bedeli ve döşenmesi işleminin bedeli 17,95 TL/m'dir. Buna göre;

$1.800 \text{ m} \times 17,95 \text{ TL/m} = \mathbf{32.310 \text{ TL}}$ olarak altyapı maliyeti hesaplanmıştır.

7.2.2 İşletme Maliyetleri

Ekomezbaşa tasarımlarının işletme maliyetleri incelendiğinde ortaya koyulan parametreler benzerlik göstermektedir. Fakat parametrelerin bazıları kullanılan ekipmanlar ve arıtma sistemleri nedeniyle farklı maliyetlere sahiptir.

İşletme maliyetini oluşturan parametreler;

- Çalışan Personel Giderleri
- Kesimhane ve Arıtma Tesisi Elektrik Giderleri
- Kesimhane Su Giderleri
- Kesimhane Isınma Giderleri
- Arıtmada Kullanılan Malzeme Giderleri
- Yem Giderleri olarak tespit edilmiştir.

a) Çalışan Personel Giderleri

Ekomezbaha tasarımının kesme, yüzmeye, parçalama ve paketleme işlemlerini içerdiği kabul edilerek 20 kişilik personelin yeterli olacağı düşünülmüştür. 20 kişilik personele muhasebe, yönetim ve veterinerlik hizmetleri de dâhil edilmiştir. 4'lü kesimhane içeren ekomezbaha tasarımında 80 kişilik personelin bulunacağı kabul edilmiştir.

Et ve balık kurumu 2009 faaliyet raporlarına göre mezbaha ve kesimhanelerde çalışan personele verilen net maaş 1.451 TL'dir. [7] Sigorta vb. masraflarda ilave edildiğinde işverene maliyeti 2.770 TL'ye ulaşmaktadır. 80 kişilik personel maaşlarının 2.770 TL olduğu varsayımı ile yapılan hesaplamalarda personel masraflarının **221.600 TL/ay** olduğu görülmektedir.

b) Elektrik Giderleri

Ekomezbaha tasarımı ile klasik mezbaha tasarımının aynı olduğu kabul edilerek yapılan çalışmada ekomezbahada 4 birim kesim ünitesi bulunmaktadır. Klasik mezbaha için alınan değerlerin 4 katı oranında elektrik giderinin olacağı öngörülmektedir. Klasik mezbaha için hesaplanan elektrik gideri 7.200 TL/ay'dır. Buna göre ekomezbaha tasarımında elektrik giderinin **28.800 TL/ay** olacağı kabul edilmiştir.

c) Su Giderleri

Ekomezbahada su giderlerinin hesabında yıkama suları ve işletmede yapılacak günlük su tüketimleri dikkate alınmıştır.

Ekomezbahada klasik kesimhanenin 4 katı kapasiteye sahip kesim ünitesi kullanılacaktır. Buna göre günde 108 BB, 416 KB hayvan kesileceği kabul edilmiştir. Kanların yıkanması için hayvan başına kullanılacak su miktarları "Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Kuruluş, Açılış, Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik" den alınmıştır. KB hayvanlar için hayvan başına 1.000 L, BB hayvanlar için hayvan başına 250 L su tüketimi öngörülmüştür. Yapılan hesaplamalarda BB hayvan için 108 m³/gün, KB hayvan için 104 m³/gün su tüketileceği öngörülmektedir.

İşletme çalışacak 80 personelden kaynaklanacak su tüketimi hesabında İSKİ kişi başı tüketim değeri esas alınmıştır. İSKİ ortalama kişi başı tüketim değerini 150 L/gün olarak belirlemiştir. 80 personelin günlük su ihtiyacı 12 m³/gün olarak hesaplanmıştır.

Yıkama suları ve personelden kaynaklanacak su tüketimleri birlikte ele alındığında mezbahanın günlük su tüketimi 224 m^3 olmaktadır. İSKİ tarafından belirlenen su birim fiyat değeri sanayi tesisleri için 5,42 TL(KDV Hariç) olup aylık su tüketim bedeli;

$224 \text{ m}^3/\text{gün} \times 30 \text{ gün/ay} \times 5,42 \text{ TL/m}^3 \times 1,18 \text{ (KDV)} = \mathbf{42.978,4 \text{ TL/ay}}$ olarak belirlenmiştir. [11]

d) Isınma Giderleri

Kesimhanelerde ısınma giderleri mevcut tesisin yalıtım durumu, tesis büyüklüğü ve bulunduğu bölgeye göre değişim göstermektedir. Tasarlanan mezbahanın oturma alanı 25.552 m^2 olduğu ve modern yalıtım sistemleri ile donatıldığı düşünülerek yapılan hesaplamalarda ısınma gideri olarak aylık **19.200 TL** ödenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Tesisin soğuk bölgelerde kurulması veya izolasyon sistemlerinin yeterli teşkil edilmemesi durumunda ısınma giderinde artış olması beklenmektedir.

e) Arıtmada Kullanılan Malzeme Giderleri

Öztürk İ., tarafından hazırlanan anaerobik arıtma fizibilite raporuna göre 497 m^3 atıksu arıtımı için işletme masrafı 380.000 \$ olarak hesaplanmıştır. $256,81 \text{ m}^3$ atıksuya sahip ekomezbaha tasarımında bu değer 196.357 \$ olarak hesaplanmıştır. Dolar kuru 1,5 TL kabul edilerek bu bedel **294.535,5 TL** olarak hesaplanmıştır. İşletme masraflarına mühendislik hizmetleri, bakım giderleri, ısıtma ve elektrik giderleri, laboratuvar giderleri dahil edilmiştir.

f) Yem Giderleri

Ekomezbaha tasarımında kesimhane için yeterli sayıda hayvan bulundurulması amacıyla borsa yapılması düşünülmüştür. Tasarlanan hayvan borsası kesimhanenin ihtiyacı olan 15 günlük hayvan sayısını barındıracak şekildedir. Bu nedenle hayvan borsasında bekletilecek hayvan sayıları KB için 6.240 adet, BB için 1.620 adet olarak hesaplanmıştır.

BB hayvanlar günlük 10 kg, KB hayvanlar ise günlük 1 kg yem tüketmektedir. Bu değerler esas alınarak yapılan hesaplamalarda aylık yem ihtiyacı 673,2 ton olarak bulunmuştur. Piyasada satılan hayvan yemlerinin fiyatları çok çeşitli olup ortalama değeri 0,35 TL/kg olarak alınmıştır. [8]

$673,2 \text{ ton/ay} \times 0,35 \text{ TL/kg} \times 1.000 \text{ kg/ton} = \mathbf{235.620 \text{ TL/ay}}$ yem gideri olarak bulunmuştur.

7.3 Ekomezbaha Tasarımı İle İlave Kazanç Sağlayan Parametreler

Ekomezbaha tasarımının temel amacı çevreye zararlı atıkların çıkışını engellemek ve bu atıkları madde, enerji kazanım tesislerinde yeniden kullanılabilir ürünlere dönüştürmektir. Yeniden kazanılabilir ürünleri belirlenmesi için öncelikle mezbaha tasarımının yapılması ve çıkacak atık miktarlarına göre değerlendirilme şartları incelenmelidir.

Mezbaha kaynaklı atıklardan bazıları madde, bazıları ise enerji dönüşümü ile geri kazanılabilmektedir. Bazı maddelerin geri kazanımı ile arıtma masraflarından tasarruf sağlanabilmektedir. Mezbahadan çıkan atıkların bir kısmı ise çeşitli sanayi sektörlerinde hammadde olarak kullanılabilmektedir. Bu nedenle gelir kaynaklarını madde kazanımı, enerji kazanımı, hammadde olarak kullanım ve arıtma tasarrufu olarak 4'e ayırabiliriz.

7.3.1 Madde Geri Kazanımı

Mezbaha tasarımı incelendiğinde madde geri kazanımı; işkembe özsuyundan kimyasal madde elde edilmesi, satılabilir ürün olarak kompost üretilmesi, padok ve borsadan toplanan idrarın seyreltilerek sıvı gübre olarak kullanılması şeklinde gerçekleştirilmektedir.

- **Sıvı Gübre**

Padok ve borsada bekletilecek hayvanlar için özel tasarlanmış sistemler vasıtasıyla sıvı gübre ayrı toplanacaktır. Bu sistemler, kenarda teşkil edilmiş kanala idrarın rahat akabileceği fakat hayvanın rahatsız olmayacağı eğimle tabanın teşkil edilmesiyle oluşturulur. Kanalda toplanan idrar kapalı boru sistemleri ile yarı dolu şekilde depoya ulaştırılır. Su mercimeği alanında %70 verimle arıtılan suyun içinde de azot bulunması nedeniyle bu suyunda sıvı gübre olarak kullanılması düşünülmüştür.

Ayrı toplanan idrarın satışa sunulmadan önce seyreltilmesi gerekmektedir. Büyük bir oranda azotu giderilmiş olan su mercimeği deşarj suyu seyreltme işlemi için çok uygundur. Yapılan hesaplamalarda mezbahada $31,46 \text{ m}^3/\text{gün}$ idrar toplandığı tespit edilmiştir. Su mercimeği alanından ise günlük $244,668 \text{ m}^3$ atıksu deşarj edilecek olup toplam sıvı gübre miktarı $276,13 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Sıvı gübrenin depolanması için 300 m^3 hacimli depo yapılması ve kapalı olarak dizayn edilmesi düşünülmüştür. Ürenin azot gazına dönüşerek uçmasının engellenmesi amacıyla deponun büyük kısmının gömülü olması ve üstünün kapalı olması gerekmektedir. Bu sayede sıcaklıktan etkilenmeyecektir.

Piyasada yapılan araştırmalarda konsantre olarak satılan 1 L'lik organik sıvı gübrenin fiyatı 15 TL'dir. 1 L organik sıvı gübre arazide kullanılmadan önce 300 L su ile seyreltilmelidir. Mezbaha tasarımı için düşünüldüğünde seyreltilmiş 300 L idrarın satış fiyatı 15 TL olarak

belirlenmiş olur. Günlük $276,13 \text{ m}^3$ seyreltilmiş sıvı gübre üretildiği düşünülürse toplam gelir **13.806,5 TL/gün** olarak hesaplanır.

- **Kompost**

Tesiste toplanan atıksular ile padok ve borsadan toplanan gübre birlikte anaerobik arıtmaya verilecektir. Anaerobik arıtma çıkışından elde edilen sıvı çamur dekantör santrifüj yardımıyla sıvı ve katı madde ayırımına tabi tutulacaktır. Sıvı kısım doğal arıtmaya gönderilecektir. Katı kısım ise kompost üretim alanına gönderilecektir. Kompost üretim tesisi 2 ay şartlandırma 2 ay olgunlaşma süresi seçilerek 8 yığından teşkil edilmiştir. Yığın boyutları $r=3 \text{ m}$, $L=25 \text{ m}$ olarak seçilmiştir. Her yığının arasında traktör girebilmesi için gerekli mesafe bırakılacaktır. Bu sayede yığınların mekanik olarak karıştırılması sağlanacaktır. $641,4 \text{ m}^3/\text{ay}$ kompost oluşumu beklenmektedir.

Kompost yoğunluğu 600 kg/m^3 olarak seçilmiştir.(Batman Katı Atık Yönetimi Final Fizibilite Çalışma Raporu, 2009) Aynı fizibilite raporunda kompost işlemi sonucunda hacimce %50 azalma meydana geleceği belirtilmektedir. Buna göre ayda oluşacak kompost miktarı $320,7 \text{ m}^3$ (192.420 kg) olacaktır.

Yapılan piyasa araştırmasında kompost ürünlerinin $25 \text{ kg}'ı$ $15 \text{ TL}'ye$ satılmaktadır. Buna göre aylık üretilen komposttan elde edilecek gelir **115.452 TL'dir. (3.849 TL/gün)**

- **İşkembe Özsuyundan Kimyasal Madde Elde Edilmesi**

İşkembe özsuyu incelendiğinde BB hayvanda KOİ miktarı 78 gr/L , KB hayvanda ise 165 gr/L olarak bulunmuştur. UYA üzerinde yapılan deneylerde KB hayvan için 78 gr/L , BB hayvan için 16 gr/L olarak ölçülmüştür. (Dazkir M., 2006)

Aynı araştırmada işkembe özsuyu miktarları BB için $97,2 \text{ L}$, KB $12,2 \text{ L}$ olarak verilmiştir. Buna göre;

$$\text{BB UYA} = 97,2 \text{ L/adet} \times 16 \text{ gr/L} = 1555,2 \text{ gr/adet}$$

$$\text{KB UYA} = 12,2 \text{ L/adet} \times 78 \text{ gr/L} = 951,6 \text{ gr/adet}$$

Her birim kesim ünitesinde günde 27 BB ve 104 KB hayvan kesilmektedir.

$$\text{Toplam BB UYA} = 1555,2 \text{ gr/adet} \times 27 \text{ adet} = 41990,4 \text{ gr} = 42 \text{ kg}$$

$$\text{Toplam KB UYA} = 951,6 \text{ gr/adet} \times 104 \text{ adet} = 98966,4 \text{ gr} = 99 \text{ kg}$$

Tasarlanan her mezbaha 4 kesim ünitesinden oluştuğuna göre toplam UYA miktarı 564 kg'dır .

İşkembe özsuyundaki UYA asetik asit, propiyonik asit ve bütrik asitten oluşmaktadır (Hungate, 1966). UYA bileşenleri yüzdesel olarak farklılıklar göstermektedir. En genel tanımıyla UYA Asetik Asit %55, Bütrik Asit %25, Propiyonik Asit %20 bileşenlerinden oluşmaktadır.

Toplam günlük oluşan UYA miktarı 564 kg olduğuna göre;

$$\text{Asetik Asit} = 564 \times 0,55 = 310,2 \text{ kg}$$

$$\text{Bütrik Asit} = 564 \times 0,25 = 141 \text{ kg}$$

$$\text{Propiyonik Asit} = 564 \times 0,20 = 112,8 \text{ kg olarak hesaplanır.}$$

Asetik asit kg fiyatı 8,2 TL olarak bulunmuştur. Buna göre günlük kazanç **2.543,7 TL**'dir. Propiyonik asit satış fiyatı asetik aside göre çok daha pahalıdır. Piyasa satış fiyatı 17,4 TL/kg olan propiyonik asitten elde edilecek gelir **1.962,7 TL/gün**'dür. En pahalı asit Bütrik asittir. Piyasa satış fiyatı kg için 25,1 TL olarak belirlenmiştir. Mezbahada elde edilecek 141 kg bütrik asitten günlük **3.539,1 TL** kazanç elde edilmesi planlanmaktadır.

7.3.2 Enerji Geri Kazanımı

Proje kapsamında enerji geri kazanımının meydana gelmesi amacıyla padok ve hayvan borsasından toplanan gübrenin anaerobik olarak arıtılması düşünülmüştür. Anaerobik arıtma sonucunda oluşacak biyogazın türbinlerde yakılmasıyla elektrik enerjisi elde edilebilecektir. Aynı zamanda yanma sıcaklığının çok yüksek olduğu türbinlerden çıkacak atık ısının da hem reaktörü hem de tesisi ısıtması sağlanacaktır. Bu sayede tesisin elektrik ve ısınma için yapacağı harcamaları sıfıra indirmiş olacaktır.

Anaerobik arıtma sonucunda $1.325,59 \text{ m}^3$ biyogaz oluşacaktır. Oluşan biyogazın %65'inin metan %35'inin ise karbondioksit olduğu kabul edilmiştir. Bu verilere göre elde edilen biyogazın yoğunluğu 1 kg/m^3 , kalorifik değeri 6.056 Kcal olarak verilmiştir. [15]

1 m^3 %65 verimli biyogaz üretiminin enerji dönüşümünde elde edilen değer 25 MJ'dür. Buna göre oluşacak $1.325,59 \text{ m}^3$ biyogazdan elde edilecek enerji 33.603,64 MJ olarak hesaplanmıştır. Elektrik enerjisi olarak karşılığı 9.409 kWh olarak verilmektedir.

AYEDAŞ tarafından belirlenen elektrik tüketim bedeli birim fiyatı 0,178198 TL/kWh'dir. Günlük 9.409 kWh elektrik enerjisi elde edildiği düşünülürse toplam kazanç **1.676,67 TL**'dir.

Günlük elektrik tasarrufu 1.676,67 TL olarak kabul edilirse ayda **50.300,1 TL**'lik elektrik üretimi tesisin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

Üretilen elektrik enerjisinin yanında atık ısının tesisin, reaktörün ve hayvan borsasının ısıtılmasında kullanılması planlanmaktadır.

7.3.3 Arıtma Tasarrufu

Arıtmada tasarruf etme yöntemi işkembe özsuyundan madde geri kazanımı ile gerçekleştirilmektedir. İşkembe özsuyunun KOİ miktarı çok yüksek olduğundan bu birimden elde edilecek UYA ile arıtmaya gönderilecek KOİ miktarı azaltılmış olacaktır. Ajoy ve Davis (2003) tarafından yapılan araştırmaya göre et prosesi atıksuyundaki KOİ yükünün 1 kg'ını gidermek için yaklaşık 0,5 TL harcanmaktadır. Bu harcamayı ekomezbaha için şu şekilde yapabiliriz;

Günlük ekomezbahada kesilen büyükbaş hayvan sayısı: **108**

Günlük ekomezbahada kesilen küçükbaş hayvan sayısı: **416**

1 kg küçükbaş işkembe özsuyunda ölçülen ortalama KOİ yükü: **165 gr/L**

1 kg büyükbaş işkembe özsuyunda ölçülen ortalama KOİ yükü: **78 gr/L**

Büyükbaş hayvan başına işkembe özsuyu: **120 L işkembeye 97,2 L ve %19 katı madde**

Küçükbaş hayvan başına işkembe özsuyu: **16 L işkembeye 12,2 L ve %24 katı madde**

Toplam günlük KOİ: $416 \times 12,2 \times 165 \times 10^{-3} + 108 \times 97,2 \times 78 \times 10^{-3} = 837,41 + 818,81 =$
1656,22 kg KOİ/gün

KOİ arıtım bedeli: $1.656,22 \text{ kg KOİ/gün} \times 0,5 \text{ TL/kg KOİ} =$ **828,11 TL/gün** olacaktır.

Günlük kesilen hayvanların işkembelerinden kaynaklanacak KOİ'nin giderimi için yapılan toplam harcama 828,11 TL'dir. Bölüm 8.1.3'te yapılan hesaplamalarda UYA miktarının 564 kg olduğu belirtilmektedir. KOİ'nin oluşmasının nedenlerinden biriside UYA olduğundan bu madde geri kazanımı ile KOİ miktarının azaltılması planlanmaktadır. Elde edilen UYA miktarına gelen KOİ arıtım bedeli $564 \text{ kg KOİ/gün} \times 0,5 \text{ TL/kg KOİ} =$ 282 TL'dir. Madde geri kazanımı ile günlük **282 TL** tasarruf edilmiş olacaktır.

7.3.4 Hammadde Olarak Kullanım

Hammadde olarak kesim ve et işleme esnasında çıkabilecek atıkların kullanılması düşünülmektedir. Çıkabilecek atıkların bazılarının satışı mezbahalar tarafından yapılsa da bir çok atık kullanılmamaktadır. Satışı yapılan deri atıkları hakkında fiyat araştırması yapılmış ve elde edilecek gelir belirlenmiştir. Türkiye'de diğer atıklarla ilgili belirlenen alanlarda

kullanım olmadığından fiyat belirlemesi yapılamamıştır. Çıkabilecek atıklarla ilgili detaylı bilgi Bölüm 6.3’te verilmiştir.

- **Deri Satışı**

Ham deri fiyatları yaş ağırlık için kg başına 1,2 Euro ile 1,7 Euro arasında değişmektedir. [19] Ortalama değer olarak kg başına 1,45 Euro (2,83 TL) fiyat alınmıştır.

BB hayvan başına ortalama 22 kg yaş ağırlıklı deri, KK hayvan başına ortalama 4 kg yaş ağırlıklı deri alınarak yapılan hesaplamalarda günlük kesilen hayvanlardan oluşacak deri miktarı 4.040 kg deri oluşması beklenmektedir. Deri satışından günlük elde edilecek kazanç **11.433,2 TL** olarak hesaplanmıştır.

7.4 Ekomezbaha ile Klasik Mezbaha Maliyet Karşılaştırılması

Ekomezbaha ile klasik mezbaha maliyet kıyaslaması yatırım ve işletme maliyeti olarak 2 aşamalı olarak incelenmiştir. Ekomezbaha tasarımı atıkların daha verimli kullanılabilmesi amacıyla 4 kesimhaneli düşünülmüştür. Maliyet kıyaslaması yapılırken bu durumun yanılığa sebep olmaması için ekomezbahada hesaplanan değerler tek kesimhane için revize edilmiştir. Maliyet kıyaslamasının yapıldığı Çizelge 7.4’e göre ekomezbaha yatırım maliyeti klasik mezbaha yatırım giderlerinin yaklaşık 1,6 katıdır. Bunun nedeni enerji ve madde geri kazanımında kullanılması planlanan arıtma üniteleridir. İşletme maliyetleri incelendiğinde ise ekomezbaha maliyeti klasik mezbahanın yaklaşık 1,52 katıdır. İki tasarım arasındaki fark arıtma seçimidir. Klasik arıtmanın işletme giderleri ile büyük ölçekli biyogaz oluşumuna katkıda bulunan anaerobik arıtmanın işletme giderleri arasındaki fark işletme giderlerinin yükselmesine neden olmuştur.

Çizelge 7.4 Klasik Mezbaha İle Ekomezbaha Maliyet Kıyaslaması

	YATIRIM MALİYETİ		
	KLASİK MEZBAHA (Tek Kesimhane)	EKOMEZBAHA (4 Kesimhane)	EKOMEZBAHA (Tek Kesimhane)
Bina Yapı Tasarımı	1.763.088,00	7.052.352,00	1.763.088,00
Mezbaha Ekipmanları	494.704,81	1.978.819,24	494.704,81
Atıksu Arıtma Tesisi Yapı Tasarımı	75.000,00	4.165.766,40	1.041.441,60
Padok ve Borsa Yapı Tasarımı	472.694,00	1.890.776,00	472.694,00
Silo Yapı Tasarımı	3.015,00	10.050,00	2.512,50
Altyapı Ekipmanları	9.975,00	32.310,00	8.077,50
Doğal Arıtma	-	2.579.040,00	644.760,00
Kompost Ünitesi	-	43.800,00	10.950,00
Sıvı Gübre Depo	-	261.079,50	65.269,88
Atık Ayrı Toplama Sistemleri	-	163.732,50	40.933,13
TOPLAM	2.818.476,81	18.177.725,64	4.544.431,41
Aylık	İŞLETME MALİYETİ		
	KLASİK MEZBAHA (Tek Kesimhane)	EKOMEZBAHA (4 Kesimhane)	EKOMEZBAHA (Tek Kesimhane)
Personel Giderleri	55.400,00	221.600,00	55.400,00
Elektrik Giderleri	7.200,00	28.800,00	7.200,00
Su Giderleri	10.744,60	42.978,40	10.744,60
Isınma Giderleri	4.800,00	19.200,00	4.800,00
Arıtma Giderleri	1.484,26	294.535,50	73.633,88
Yem Giderleri	58.905,00	235.620,00	58.905,00
TOPLAM	138.533,86	842.733,90	210.683,48

Ekomezbaha ve klasik mezbaha maliyet kıyaslaması incelendiğinde ekomezbaha tasarımının hem yatırım hem de işletme aşamalarında daha yüksek maliyete sahip olduğu görülmektedir. Fakat kullanılacak arıtma seçenekleri ile enerji ve madde geri kazanımları sağlanacaktır. Ekomezbahada elde edilecek geri kazanım bedelleri Çizelge 7.5'te verilmiştir.

Çizelge 7.5 Ekomezbaha Enerji ve Madde Geri Kazanım Bedelleri

EKOMEZBAHA		GERİ KAZANIM BEDELİ (TL/GÜN)
MADDE GERİ KAZANIMI	SIVI GÜBRE	13.806,50
	KOMPOST	3.849,00
	İŞKEMBE ÖZSUYU	8.045,50
ENERJİ GERİ KAZANIMI		1.676,67
ARITMA TASARRUFU		282,00
HAMMADDE OLARAK KULLANIM	DERİ SATIŞI	11.433,20
TOPLAM		39.092,87

Çizelgede de görüldüğü üzere ekomezbaha tasarımı ile günlük **39.092,87 TL** gelir elde edilmektedir. Buna göre aylık kazanç **1.172.786,1 TL**, aylık işletme maliyeti ise **842.733,9 TL** olarak hesaplanmıştır. Aylık kazanç değeri incelendiğinde et satışından elde edilecek gelir haricinde **330.052,2 TL** olarak tespit edilmektedir. Ekomezbaha yatırım maliyet tablosu incelendiğinde **18.177.725,64 TL** tutarındaki değer in elde edilen kazanç sayesinde 55 ay içerisinde karşılandığı görülmektedir. Bu süreye, tesisin stabil olarak çalışma ve üretilen maddelerin satışı için gerekli pazarın oluşturulması için geçecek süreyi de ilave edersek **60 aylık** bir periyottan sonra tesis tam randımanlı olarak kar etmeye başlayacaktır. Hem karlı hem de çevreye duyarlı bu tip tesislerin kurulması ülkemiz açısından çok büyük öneme sahiptir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılması planlanan ekomezbaa tasarımında hedef atık çıkmayan bir tesisin oluşturulmasıdır. Bu sayede çevre kirliliğinin önüne geçilmesi ve kaynak kullanımının da azaltılması öngörülmektedir.

Mezbaha tasarımından yola çıkarak gereksinimler ve bu ünitelerden meydana gelebilecek atıklar belirlenmiştir. Atıkların hangi alanlarda ne şekilde değerlendirilebileceğine dair araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda mezbahadan çıkabilecek atıkların tümünün geri dönüşümü mümkündür.

Çıkacak atıklar kesim işleminden önce, kesim işlemi esnasında ve parçalama işlemi sonucunda çıkacak atıklar olarak ayrı ayrı incelendi. Oluşacak atıkların karakterine göre enerji ve madde geri kazanımı, hammadde olarak kullanım yöntemlerinin uygulanabileceği tespit edildi.

Kesim öncesi oluşacak atıklar padok ve hayvan borsasında bekletilen hayvanlardan kaynaklanacak sıvı ve katı gübredir. Sıvı gübre üzerinde yapılan araştırmalarda dezenfeksiyondan geçirilen sıvı gübrenin seyreltilerek kullanılabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle tasarlanacak dezenfeksiyon ünitesinden geçirilen sıvı gübre seyreltilerek satılabilecektir. Seyreltme işlemi için arıtmanın son kademesi olan doğal arıtma (Su Mercimeği- Su Sümbülü) çıkış suyu kullanılacaktır.

Katı gübre ise yüksek bir potansiyele sahiptir. Yapılan araştırmalarda gübrenin anaerobik olarak arıtılması halinde biyogaz elde edilebileceği görülmüştür. Elde edilecek biyogaz %65 verimli kabul edilerek ısı değerleri hesaplanmıştır. Biyogazdan hem elektrik üretiminde hem de ısınmada faydalanılması düşünülmektedir. Tesis içerisinde kurulacak santral ile biyogaz yakılacaktır. Türbinlerin dönmesi ile elektrik enerjisine dönüşüm gerçekleşecektir. Bu sırada ortaya çıkan atık ısı ise tesis içi ve reaktör ısıtma işleminde kullanılacaktır.

Anaerobik arıtmadan çıkan sıvı haldeki çamur ise biyolojik aktivitesini tam olarak yitirmedikten dolayı ilave sistemlerin kullanılması uygundur. Bu konuda anaerobik arıtmadan çıkan çamurun kompost işleminde kaynak olarak kullanılabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar baz alındığında anaerobik arıtmadan çıkan sıvı çamur dekantör santrifüj yardımıyla katı-sıvı ayırımına tabi tutulacaktır. Katı kısım kompost ünitesine gönderilirken sıvı kısım doğal arıtmada bertaraf edilecektir.

Kompost ünitesine gönderilen atıkların 2 ay şartlandırma, 2 ay olgunlaştırma süresine tabi tutulması literatür bilgisi olarak verilmektedir. Bu bilgiler ışığında yığın boyutları ve sayısı tespit edilmiştir.

Doğal arıtmaya gönderilen kısımda seçilen parametrelerde ise Bayhan H. (2005) tarafından yapılan araştırma esas alınmıştır. Bu tasarımda şimdiye kadar denenmemiş fakat üzerinde araştırmalar yapılan katlı arıtma sisteminin kullanılması öngörülmüştür. Doğal arıtmada alan ihtiyacının fazla olması katlı sistemin devreye girmesiyle optimum değerlere ulaşacaktır. Şeffaf olarak tasarlanacak derinliği düşük havuzlar yeterli ışığı alması amacıyla 1'er metre aralıklarla üst üste tasarlanacaklardır. Işığın orta bölümlerde yeterli olmaması durumunda ilave yapay ışık kaynaklarının kullanılması öngörülmektedir.

Doğal arıtmada azot için seçilen verimin % 70 olması ve gübre içeriği nedeniyle atıksuyun yüksek azot içermesi çıkış suyunun deşarj kriterlerini sağlamasını engellemektedir. Yüksek azot içeriği olan doğal arıtma deşarj suyunun da tekrar kullanılması hem verimin artması açısından hem de çevresel fayda açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle doğal arıtma deşarj suyunun sıvı gübrenin seyreltilmesinde kullanılması ve bu sayede azot içeriğinin yitirilmemesi uygun görülmüştür.

Kesim esnasında oluşacak yıkama suları ve işletmedeki kullanım sularının gübre için tasarlanan anaerobik reaktörde seyreltme suyu olarak kullanılması planlanmaktadır. Bu atıksuyun anaerobik reaktörde kullanılması için işletme atıksularının deterjan, çamaşır suyu vb. unsurlar içermemesi gerekmektedir.

Kesim esnasında oluşan atıklardan birisi de işkembe temizlenmesi sırasında açığa çıkan işkembe özsuyudur. İşkembe özsuyunun değerlendirilmesi amacıyla Türkiye'de yapılmış bir çalışma olmamakla birlikte deneysel olarak asit içeriğini varlığı kanıtlanmış ve laboratuvar ölçekli denemelerle madde geri kazanımının gerçekleştirilebileceği gösterilmiştir. Bu bilgilerden yola çıkarak işkembe özsuyundan UYA, enzim vb. maddelerin ayrılarak satılabileceğini, aynı zamanda bu maddelerin arıtımında harcanacak bedelin tasarruf edilebileceğini kabul ederek ekomezbahaya katkısı hesaplanmıştır.

Parçalama ve etin işlenmesi esnasında ortaya çıkacak atıklar ise yenmeyen sakatatlar, boynuz, tırnak, kıl, deri vb. et endüstrisinde kullanılamayacak atıklardır. Bu atıklar üzerinde yapılan araştırmalarda deri haricinde Türkiye'de satışı yapılan ve endüstrilerde kullanılan bir atık bulunamamıştır. Bu nedenle bu maddelerin satışından elde edilecek gelir hakkında yorum yapılamamaktadır. Avrupa'daki ve Dünya'daki durum incelendiğinde yenemeyen ve atık

olarak geçen bu malzemelerin çeşitli kimya endüstrilerinde kullanılabildiğini göstermektedir. Ekomezbaha tasarımında bu maddelerin kimyasal endüstride hammadde olarak kullanılması öngörülmektedir.

İncelenen veriler göstermiştir ki tasarımı yapılacak ekomezbaha ile hem çevresel fayda sağlanacak hem de mezbaha giderleri azaltılarak kazanca dönüştürülecektir.. Bu sayede hijyenik, düzenli, atık üretmeyen, evre kirliliğine katkısı olmayan, ihtiyaçlarının çoğunluğunu kendi içerisinde çözen ve gelir elde edilebilen mezbahanın oluşturulabileceği kanıtlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- 11.09.2000 Tarih ve 24167 Sayılı Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Kuruluş, Açılış, Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik.
- 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.
- 01.04.2010 Tarih ve 27539 Sayılı Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2010 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ.
- Ağaç, A., (2007), Et Entegre Tesislerinin Sıvı Atıklarındaki Olası Kirlilik Sebebi Maddeler ve Özellikleri.
- Alagöz, T., Kumova, Y., Atılğan, A., Akyüz, A. (1996), “Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Zararlı Atıklar ve Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerine Bir Araştırma”, Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, 13-15 Mayıs 1996, Mersin.
- Andersen, H.W., Laroche, L. ve Morari, M., (1995), “Effect Of Design On The Operation Of Homogeneous Azeotropic Distillation”, Computers Chem. Engng., 19, 105–122.
- Apha, (1992), Tandart Method For The Examination Of Water and Waste Water, American Public Health Association, Washington D.C.
- Bayhan, H., (1995), “Su bitkilerinden *Salvinia Natons* (L.) All. Ve *Lemna Minor* L. İçeren arıtma sistemlerinin besi maddesi giderimindeki etkinliğinin araştırılması”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Dague, R.R., Habben, C.E. ve Pipaparti, S.R., (1992), “İnitial Studies On The Anaerobic Sequencing Batch Reactor”, Wat.Sci.Tech., Vol 26, No. 9-11, Pp. 2429-2432.
- Dazkır, M., (2006), “İşkembe Öz suyundan Kimyasal Madde Elde Edilmesi”, Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- del Pozo, R., Díez, V., Moral, E., (2000), Slaughterhouse Wastewater Treatment Using Anaerobic Fixed Film Reactors.
- DPT, VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı, (1990-1994), Et Sanayi ÖİK Raporu, Yayın No: DPT:2251.
- Enders, K.E., Hammer, M.J., ve Weber, C.L., (1968), “Field Studies On An Anaerobic Lagoon Treating Slaughter House Waste”, Water and Sewage Works, Vol. 115, No 6 , Pp. 282-288
- Ergül, M., (1989), “Hayvansal Üretim ve Çevre Kirliliği”, Yem Sanayi Dergisi, Sayı 64, 20-25.
- Hammer, M.D. ve Jacobson, C.D., (1970), “Anaerobic Lagoon Treatment Of Packing House Wastewater”, Proceedings, 2nd International Symposium For Waste Water Treatment Lagoons, Haziran 1970, Kansas.
- İTÜ, Endüstriyel Atıksuların Kontrol ve Kısıtlama Esasları Projesi (1984), Mezbahalar ve Et Ürünleri Endüstrisi, Çevre ve Şehircilik Uygulama Araştırma Merkezi.
- King, C.J., (1980), Separation Process, McGraw-Hill Book Company, New York.

Koppolu, A. ve Davis, L., (2004), "Ruminal Waste Stream As A Source Of Industrial Chemicals", Clements Biological Systems Engineering, LW Chase Hall, University of Nebraska-Lincoln, USA.

Larian, M.G., (1958), Fundamentals Of Chemical Engineering Operations.

Lee, P., Gentry, J.C., (1997), "Don't Overlook Extractive Distillation", Chemical Engineering Progress, 93(10), 56-64.

Massé, D.I. ve Masse, L., (2000), "Treatment Of Slaughterhouse Wastewater İn Anaerobic Sequencing Batch Reactors", Can. Agric. Eng., 42:131-137.

Massé, D.I. ve Masse, L., (2000), "Characterization Of Wastewater From Hog Slaughterhouses in Eastern Canada and Evaluation Of Theirin-Plant Wastewater Treatment Systems", Can. Agric. Eng., 42:139-146.

Massé, D.I. ve Masse, L., (2000), "Agriculture and Agri-Food Canada", Lennoxville, QC, Canada.

Metcalf & Eddy Inc., (1991), Wastewater Engineering: Treatment, Disposal And Reuse, Mcgraw-Hill, New York.

Metzner, G. and Temper, U., (1990), Operation and Optimization Of A Full-Scale Fixed-Bed Reactor For Anaerobic Digestion Of Animal Rendering Wastewater.

Mutlu, A., (1999), "Adana İli Çevresindeki Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD., Adana.

Oğuz, M. ve Oğuz, M., (1993), "Characterization Of Ankara Meat Packing Plant Wastewater And Treatment With A Rotating Biological Contactor", International Journal of Environmental Studies, 44, 39-44.

Othmer, K., (1980), "Encyclopedia Of Chemical Technology", A. Wiley-Interscience Publication, Vol. 8, 387-403.

Özek, E., (1994), "Tarımdan Kaynaklanan Çevre Kirlenmesi ve Simülasyon Çalışmaları", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zooteknik ABD, Ankara.

Öztürk, M. ve Bildik, B., (2005), Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi, T.C.Çevre ve Orman Bakanlığı.

Öztürk, D., Kamalak, A., Seyhan, Ş., Işık, K., (2001), "Rumende Uçucu Yağ Asitleri İle Protein Üretimi ve Ölçülmesi", Kahramanmaraş Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 4, Sayı 1.

Pehlivan, E., (2009), Biyogaz ve Biyogaz Uygulamaları.

Saha, B., Chopade, S.P. ve Mahajani, S.M., (2000), "Recovery Of Dilute Acetic Acid Through Esterification İn A Reactive Distillation Column", Catalysis Today, 60, 147-157.

Sayed Et Al., (1987), "Anaerobic Treatment Of Slaughter House Waste Using A Granular Sludge UASB Reactor", Biological Wastes, Vol.21, No.1 ,11-28

Scaria, K.J., (1989), "Economics of Animal By-products Utilization", Food and Agricultural Organization Services Bulletin, 77, 1-24.

Sylke, V., (1932), Fertilizer and Crop Production, New York: Orange Judd Publishing Co., New York.

Tolay, M., (2008), Katı Atık Gazlaştırması ve Enerji Üretim Teknolojileri.

- Tritt, W.P., (1992), “The Anaerobic Treatment Of Slaughterhouse Wastewater İn Fixed-Bed Reactors”, Bioresource Technology, Vol.41, Pp. 201-207.
- Türkiye Çevre Atlası, (2004), ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Ulubelen, A., (1967), Fermentasyon Ürünlerini Ayırma ve Tanıma Yöntemleri.
- Yee, G.F., (2000), “In Depth Look At Extractive Distillation”, The Chemical Engineers’ Resource, Page 1–16.
- Yetilmezsoy, K., (2001-2002), “Çekmece Et ve Et Ürünleri Ticaret Sanayi A.Ş. Atıksu Arıtma Tesisi Projesi”, Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.a-zrestaurantequipment.com/product_info.php?products_id=25963
- [2] <http://asat.gov.tr>
- [3] <http://faostat.fao.org/faostat>
- [4] www.birimfiyat.net
- [5] www.bpprocess.com/products/centrifugals/decanter/index.shtml
- [6] www.camli.com.tr
- [7] www.ebk.gov.tr/userfiles/2009_faaliyet_raporu.pdf?id=683
- [8] www.hayvanpazarlama.com/
- [9] www.home-processor.com/meatsaws.shtml
- [10] www.huber-technology.com/fileadmin/02_Loesungen/02_Industrie/01_Fleisch/Prospekt/rind_usa.pdf
- [11] www.iski.gov.tr/Web/UserFiles/File/suBirimFiyatlari/2010_Su_Birim_Fiyatlari.pdf
- [12] www.m-c-t.com.tr/doc/kompost_hammaddeleri.doc
- [13] www.malzemem.com/kategori/pleksiglas.aspx?brnd=10+mm&rpg=2
- [14] www.permem.gov.tr/yyn_dosyalar/B-308.pdf
- [15] www.soleaenerji.com
- [16] www.taryat.gov.tr/bilgibank/HayvanBarinaklari.pdf
- [17] www.tuik.gov.tr
- [18] www.waterchillers.com/docs/air60+.pdf
- [19] www.deribilgi.com

EKLER

- Ek 1 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Vaziyet Planı
- Ek 2 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Akım Şeması
- Ek 3 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Kesitler

Ek 1 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Vaziyet Planı

KÜÇÜKBAŞ HAYVAN
BORSASI

BÜYÜKBAŞ HAYVAN
BORSASI

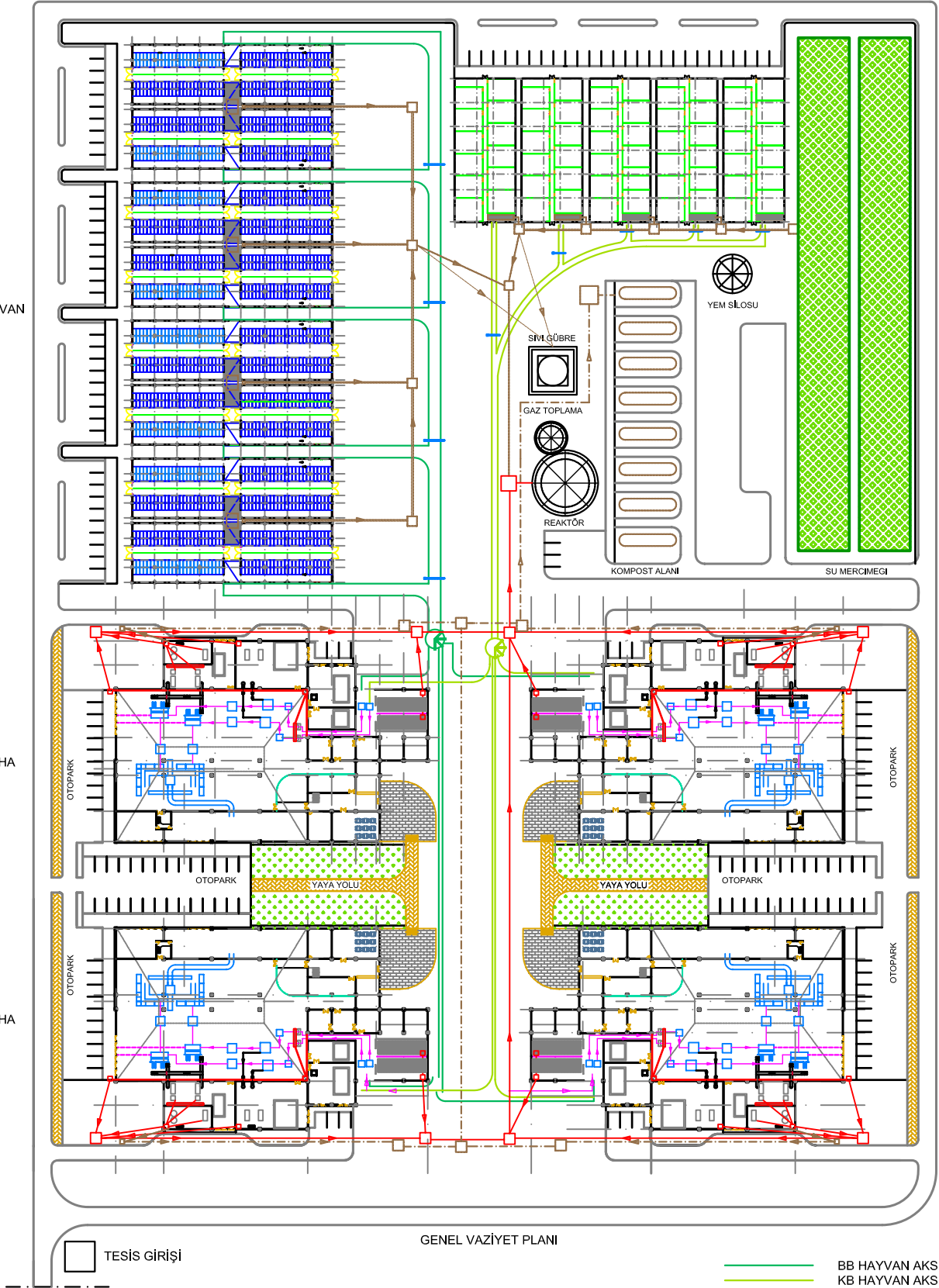
BİRİM MEZBAHA

BİRİM MEZBAHA

BİRİM MEZBAHA

BİRİM MEZBAHA

GENEL VAZİYET PLANI



Ek 2 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Akım Şeması

BORSADAN ÇIKACAK KATI ATIKLAR REAKTÖRE GÖNDERİLECEK
SIVI ATIKLAR İSE SIVI GÜBRE TOPLAMA HAZNESİNE GÖNDERİLECEKTİR.

AYRI TOPLANAN SIVI GÜBRE
SEYRELİLİP SATIŞA SUNULACAKTIR.

SIVI GÜBRE HACMİ = 300 m³
DEPOLAMA BOYUTLARI
r=5m
H=1m



BÜYÜKBAŞ HAYVAN BORSASI
BORSADA BB HAYVAN SAYISI = 1620
ALAN İHTİYACI = 4860 m²

GÜBRE VE İŞLETMEDEN KAYNAKLI
ATIKLAR REAKTÖRE ALINACAKTIR.

İŞLETMEDE OLUŞACAK
ATIKLAR +
YIKAMA SULARI +
KAN :
KARIŞTIRICIYA GÖNDERİLECEKTİR.

KÜÇÜKBAŞ HAYVAN BORSASI



BORSADA KB HAYVAN SAYISI = 6240
ALAN İHTİYACI = 4368 m²

KOMPOST OLUŞTUKTAN SONRA
PAKETLENEREK SATIŞA SUNULACAKTIR.



KOMPOST ALANI

GAZ TOPLAMA BOYUTLARI
h=15m
r=5,5m

İŞKEMBE AYIRMA ÜNİTESİNDEN SANTRİFÜLE
KATI SIVI AYIRIMI YAPILACAK
KATI KISIM KOMPOST ALANINA GÖNDERİLECEKTİR.
SIVI KISIM MADDE GERİ KAZANIMINA
TABİ TUTULARAK UYA ELDE EDİLECEKTİR.

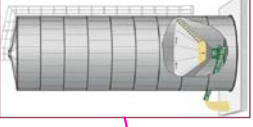


GÜNLÜK DEPO

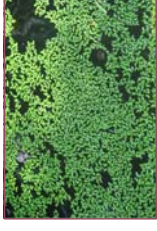


SÜRELİ DEPO

YEM İÇİN SİLO BOYUTLARI
r=4m
H=12m



3 KATLI OLARAK TASARLANACAK SU MERCİMEĞİ ALANI = 18 350 m²



SU MERCİMEĞİ ARITMA SONUNDA ÇIKAN SU
SIVI GÜBRE TOPLAMA HAZNESİNE GÖNDERİLECEKTİR.



REAKTÖR
h=20m
r=10m

SANTRİFÜJ BOYUTLARI
L=6,35m
B=1,78m
H=1,525m

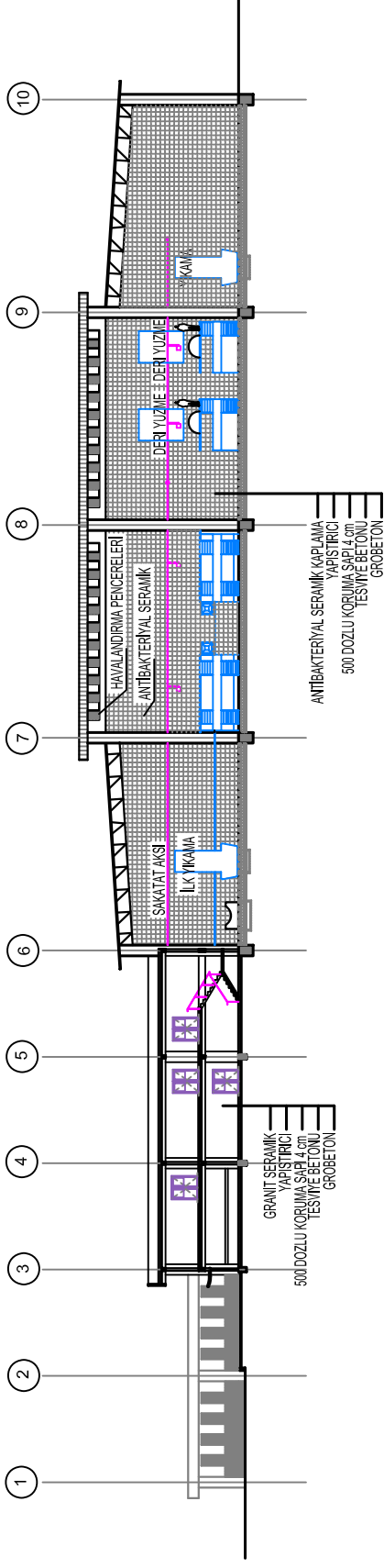
REAKTÖRDEN ÇIKAN ATIKLAR SANTRİFÜLE
KATI SIVI AYIRIMINA TABİ TUTULACAK
KATI KISIM KOMPOST ALANINA
SIVI KISIM SU MERCİMEĞİ ALANINA GÖNDERİLECEKTİR.

3. HAT İSE GAZ TOPLAMA HAZNESİNE GİDECEKTİR.

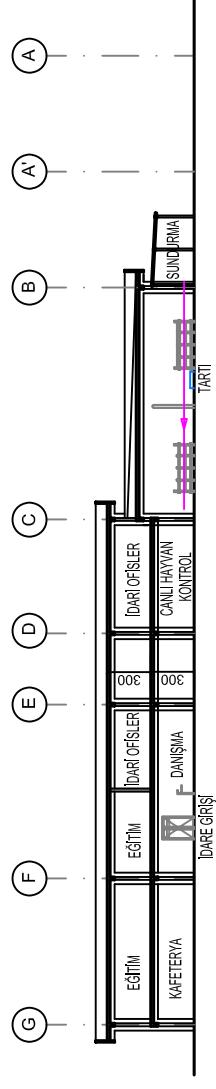
- BB HAYVAN AKSI
- KB HAYVAN AKSI
- KATI GÜBRE
- KATI İŞKEMBE ATIĞI
- SIVI GÜBRE
- MEZBAHA EVSEL ATIKSU
- KOMPOST
- GÜBRE TOPLAMA ALANI
- SU MERCİMEĞİ ARITMA ALANI

GENEL VAZİYET PLANI

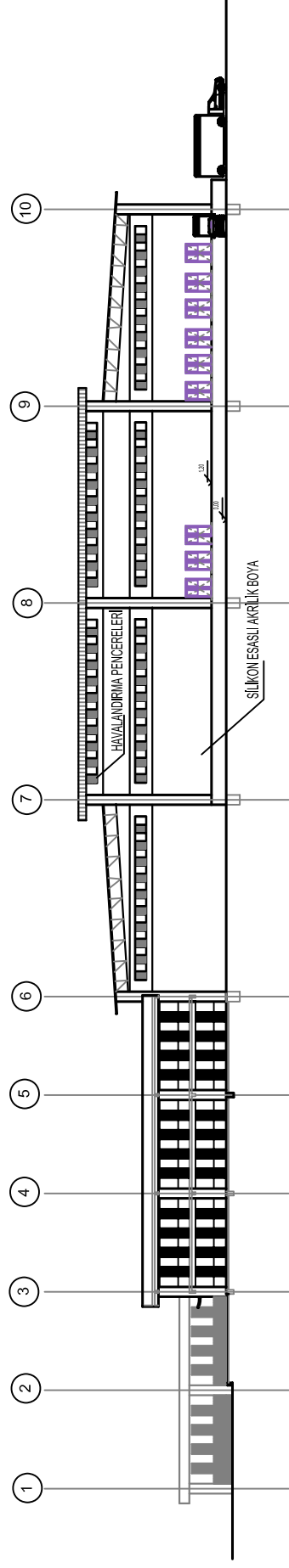
Ek 3 Tasarlanan Ekomezbahaya Ait Kesitler



AA KESİTİ



BB KESİTİ



YAN GÖRÜNÜŞ

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 23.09.1983

Doğum yeri : İstanbul

Lise : 1997-2001

Bağcılar Lisesi

Lisans : 2001-2006

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi

Çevre Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2007-2010

Yıldız Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Çalıştığı Kurum(lar)

2007-

Derya Mühendislik Müşavirlik İnşaat Sanayi ve
Ticaret Anonim Şirketi