

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÜMES HAYVANLARI KESİMHANE ATIKLARININ
YÖNETİM PLANININ OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail CEBECİ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜMES HAYVANLARI KESİMHANE ATIKLARININ
YÖNETİM PLANININ OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail CEBECİ

Enstitü Anabilim Dalı : **ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR**

Bu tez.....17.05.2019.....tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.



**Prof. Dr.
Saim ÖZDEMİR
Jüri Başkanı**



**Doç. Dr.
Ö. Hulusi DEDE
Jüri Üyesi**



**Dr. Öğr. Üyesi
Gülgün DEDE
Jüri Üyesi**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İsmail CEBECİ

17.05.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezim boyunca değerli yardım ve katkıları ile beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR'e, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli ailem ve eşim Betül CEBECİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KÜMES ATIKLARI	4
2.1. Kesimhane Atıkları	4
2.2. Kuluçkahane Atıkları	5
2.3. Tavuk Ölümü Sonucu Oluşan Atıklar	6
BÖLÜM 3.	
KÜMES ARTIKLARININ İŞLENEREK DEĞERLENDİRİLMESİ	7
3.1. Kesimhane Atıklarının Değerlendirilmesi	7
3.2. Kuluçkahane Artıklarının Değerlendirilmesi.....	8
3.3. Ölü Tavukların Değerlendirilmesi	9
BÖLÜM 4.	
ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ	10
4.1. Yakma	10

4.2. Gazlaştırma	11
4.3. Piroliz.....	12
4.4. Render İşlemi	13
4.5. Dünyada Kümes Kesimhane Atıkları ile ilgili Bulgular	15
4.5.1. Atık imha mevzuatı	16
4.5.2. Katı atık, sıvı atık ve gaz atıklar	16
4.5.3. Yenmeyen yan ürünler	16
BÖLÜM 5.	
KÜMES KESİMHANE ATIK YÖNETİM PLANI	19
5.1. Atık Girdi ve Çıktı Örnekleri	19
5.2. Atık Yönetim Planının Oluşturulması.....	21
BÖLÜM 6.	
SONUÇ	23
KAYNAKLAR.....	25
ÖZGEÇMİŞ	28

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ABPA	: Brezilya Hayvan Proteini Birliği
BOİ	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ca	: Kalsiyum
CH ₄	: Metan
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
gr	: Gram
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
kg	: Kilogram
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	: Litre
MJ/kg	: Kilokalori/kilogram
NH ₃	: Amonyak
USDA	: ABD Tarım Bakanlığı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Yakma Tesisi	11
Şekil 4.2. Gazlaştırma Ünitesi.....	12
Şekil 4.3. Piroliz Ünitesinin Şematik Yapısı.....	13
Şekil 4.4. Rendering Ünitesi	14
Şekil 5.1. Etlik Piliç Kesim ve Parçalama Tesisi Ünitesi	20
Şekil 5.2. Kümes Kesimhane Atık Girdi ve Çıktı Hesabı.....	22

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kümes kesimhane atıklarından kaynaklanan yan ürünler ve canlı ağırlık yüzdeleri	5
Tablo 3.2. Farklı kuluçkahane artıklarının protein,mineral madde ve yağ değerleri	8
Tablo 4.5. Kanatlı hayvan kesimhanelerinde yapılan işlemler ve ortaya çıkan atıklar, yan �r�nler	17

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kümes atıkları, kesimhane, atık, atık yönetimi

Kanatlı hayvan endüstrisinde, piliç yetiştiriciliği belirgin bir konuma sahiptir. Bunun nedeni bölgesel genişleme, tahıl üretim kapasitesi, kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde ve kesimde kullanılan gelişmiş teknolojinin yanı sıra genetik iyileşme gibi bazı faktörlerdir. Kümes kesimhane sürecinde oluşan insan tüketimine uygun olmayan atıklar bertaraf ve kirlilik problemi oluşturmaktadır. Bu atıkların çevre için kirletici özelliklerinin bilinmesi ve nüfus sağlığını güvence altına almak için kümes hayvanlarının kesim ve işlemlerinin ana aşamalarını bilmek gerekmekte ve bu verilerle birlikte atık yönetim planının oluşturulması gerekmektedir. Kümes kesimhanelerinden sonra oluşan atık türleri incelenip atık karakterizasyonları değerlendirilmiş olup uygun atık yönetim planı, iyileştirme süreçleri ile birlikte değerlendirilmiştir.

PREPARATION OF WASTE MANAGEMENT PLAN FOR POULTRY PROCESSING AND SLAUGHTERHOUSE WASTES

SUMMARY

Keywords: Poultry waste, slaughtering waste, waste management plan, drying

The broiler production and poultry processing industry is one of the fastest growing agro-based industry, in Turkey. Slaughtering broiler birds by retailers generates the waste like inedible offal, heads, feathers, undigested feed materials and, treated wastewater solids is a problem for the operators for handling and disposing. The large scale accumulation of poultry wastes including slaughtering and treatment creates pollution and biosecurity problems. The aim of the present study is to prepare the hygienic, environmentally safe and compliance with legal regulations waste management plan for broiler slaughterhouse wastes. The waste types formed after the poultry slaughterhouses were classified, analyzed and the waste characterizations were evaluated and the appropriate waste management plan was prepared together with the processes improvements.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Tavukçuluk sektörü, ülkemizde hayvansal ürünler üretim sektörleri içinde teknolojiyi en fazla kullanan, otomasyon şeklinde üretim yapan önemli bir agro-endüstriyel faaliyet alanıdır. Hayvansal ürünlerin talebine olan artış verileri incelendiğinde tavukçuluğun gelişmesine devam edeceği apaçık ortadadır [1]. Kanatlı hayvan endüstrisi içinde, piliç yetiştiriciliği ve beyaz et üretimi ön plana çıkmaktadır. Bunun nedeni bölgesel genişleme, tahıl üretim kapasitesi, kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde ve kesimde kullanılan gelişmiş teknolojinin yanı sıra genetik iyileşme gibi bazı faktörlerdir. Ülkemizin yumurta, broyler ve tavukçuluk ürünleri üretim işletmeleri gelişmişlik düzeyinde Avrupa Birliği standartlarına ulaşmış durumdadır. Gerek üretim ve gerekse işleme endüstrilerinin gelişmesine paralel olarak istenmeyen yan ürünlerin ortaya çıkma miktarları da artmaktadır. Nüfusun artması ve artan ihtiyaçlarla birlikte oluşan kümes hayvanı kökenli üretim ve işleme atıkları büyük çevresel problemlerin yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Kümes hayvanlarının üretim, ürün işleme ve atık bertarafı aşamalarında ortaya çıkan problemlerin yönetilmemesi sağlıklı çevre, gıda güvenliği ve hatta endüstrinin kendi varlığının sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Etlik piliçler genellikle 2-2,5 kg ağırlığına ulaştığında kesilirler ve bu ağırlığın %70-75'i yenilebilir kısımları %25-30'u ise yenmeyen kısımları oluşturmaktadır. Kesimhane atıkları, kan, baş, tüy, kemik, bağırsak, kas, ayak ve iç organlar gibi yenilmeyen bölümler ile tesiste ortaya çıkan atık suların arıtılması ile ortaya çıkan arıtma çamurlarından oluşmaktadır. Kümes hayvancılığı sektörü, çiftlik gübresi ve ölü tavuklar da dahil olmak üzere konsantre yan ürünler ve hızlı bozuşmalarından dolayı hemen ortamdan uzaklaştırılması gereken atıklar içermektedir. Kesimhane atıkları esas olarak yüksek kirletici potansiyele sahip olmalarının yanı sıra, yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı mevcut olup toparlanması, tutulması ve taşınması ölçüp değerlendirmesinin yapılması açısından temel bir problemdir. Kanıtlanmış teknoloji ve bertaraf

yöntemlerinin düzenli olarak kullanılması çevre üzerindeki tehditleri azaltmak için gereklidir. Kümes kesimhane atıklarının yıl içinde düzenli olarak ortaya çıkması en büyük problemlerden biridir. Kesim sonrası oluşan atıkların tamamına yakını değerlendirilebilir ve atık yönetim planı oluşturulursa ekonomik ve çevre korunması açısından oldukça faydalı bir hal alacaktır [2].

İşletmenin büyümesiyle birlikte atık miktarlarının belirli bölgelerde konsantre olması, atık yönetim sistem ve yöntemlerinin yetersizliği ile bir araya geldiğinde, çevresel sorunlar oluşturduğu için, ülkemizde hala problem olarak algılanmaktadır. Kümes kesimhane sonrası çıkan atıkların neredeyse hepsi tekrar değerlendirilebilir son ürün haline getirilirken, tavuk dışkıları ve altlıklarındaki atıklar halen büyük bir problem kaynağıdır. Sene içerisinde düzenli olarak oluşan kümes atıkları, herhangi bir işlenmeden geçmeden, ham haliyle araziye verilirken, uygunluğu olmayan yerlere çoğunlukla kontrol dışı geliş güzel atılmaktadır. Kontrolsüzce atılan atık hem döküldüğü araziye kullanılamaz hale getirmekte hem de CH_4 , NH_3 , H_2S , uçucu organik asitler nedeniyle, rahatsız edici koku, sinek, böcek gibi vektör kaynağı da olduğundan sıklıkla çevrede yaşayan halkın şikâyetlerine neden olmakta, toplum ve çevredeki sağlık açısından tehlike oluşturmaktadır [3, 4, 5, 6].

Üretim sahasının merkezini oluşturan kümes hayvanı kesimhaneleri, atık su arıtma çamuru da dahil olmak üzere çok çeşitli organik atıklar üretmektedir [7]. Ek olarak, Bovine Spongiform Encephalopathy (deli dana hastalığı) etmenine tedbir olarak, rendering tesislerinde işlendikten sonra tekrar yemlere katkı maddesi olarak karıştırılan kesimhane ürünlerinin kullanımının yasaklanması [8], kesimhanelerde atık hacminin birikmesinde gözle görülür bir artışa neden olmuştur. Yıllar arasında farklılık olmakla birlikte Türkiye’de senede ortalama 1 milyara yakın kümes hayvanı yetiştirilmektedir. Kesimhanelerde tavuk karkasları % 25-30 arasında atık oluşturmaktadır [3]. Yine kesim ve et işleme aşamalarında tavuk başına 20 ila 40 L tipik olarak ortalama 25 L atık su ortaya çıkmaktadır [9]. Tavuk kesimhane atık suyu ve arıtıldıktan sonra ortaya çıkan arıtma çamurunun BOİ ve KOİ’si yüksektir ve kolay bozulabilir niteliğe sahiptir. 2017 FAO verilerine göre atıktan arındırılmış kanatlı et üretimi 2.136.734 tondur [1]. Bu üretimin %25’i atık olarak

hesaplandığında 712.244 ton atık oluşmaktadır. Kümes kesimhane atıklarının tamamı besleyici gücü yüksek hayvansal kökenli protein ve yağ içeren organik maddeden meydana gelmektedir. Dolayısı ile bu artık ve atık maddeler ham madde gibi değerlendirildiğinde paha biçilmez kaynak olabilecek potansiyeldir. Bu nedenlerden dolayı, kırsal alanlardaki çevresel kaliteyi zorlayan kanatlı atıklarının uygun şekilde kontrol edilmesinde güvenli ve sürdürülebilir yönetim stratejileri oluşturulması acil bir ihtiyaçtır [10,11]. Nitekim kesimhane atıklarını kaynak gibi kullanıp katma değer eklenmiş ürün haline getiren pek çok teknoloji, süreç ve son ürün mevcuttur. Bu çalışmada yukarıdaki bilgilerin ışığı altında, kesimhane atıkları için çevre ve halk sağlığı açısından güvenilir, sektör tarafından kabul edilebilir maliyet, ekonomik kazanç dengesi korunmuş, yasal mevzuatlar ile uyumlu, pratik olarak uygulanabilir bir atık yönetim planı geliştirilmesine çalışılmıştır.

BÖLÜM 2. KÜMES ATIKLARI

2.1. Kesimhane Atıkları

Kümes hayvanı kesimhanelerinde ekonomik olarak değer taşıyan et ve işlenmiş ürünleri yanında, atık olarak değerlendirilip istenmeyen kan, tüy, baş, ayak, kursak, yenilemeyen iç organlar ve onlara bağlı yağlar da ortaya çıkmaktadır. Uygulanabilir atık yönetim planları kullanılmadığında, bu atıklar hem tesiste ve hem de tesis dışında çeşitli çevresel, halk sağlığı ve yönetsel problemler oluşturmaktadır. Etlik amaçlı yetiştirilen bir tavuğun yaklaşık ortama canlı ağırlığının 2 kg olduğu varsayılırsa, her bir piliçten oluşacak kümes kesimhanesi atığı $2 \times 0,25 = 0,5$ kg olarak tahmin edilebilir. Bu orana göre bir günde binlerce, bazen yüz binlerce kümes hayvanı kesilen kesimhanelerde tonlarca atık oluşmaktadır. Bu atıklar bir atık yönetim planı dahilinde yönetilmediği zaman işletmede aerosol ve koku yayılımı ile çalışma ortamının iş sağlığı ve güvenliği, patojen mikroorganizma oluşumu ve yayılımı sonucu çevre ve gıda güvenliğini tehdit eder duruma gelmektedir. Yönetmeliklerde yasaklanan kadar atıklar rendering işlemi ile zararsız hale getirilip, pişiriciden sonra kurutularak protein ve yağ oranı yüksek yem katkı maddesi yapılırken [12], 2002 tarihinden sonra yem üretimi yapılamamakta ve bir boşluk oluşmuştur.

Kümes hayvanı kesimhane atıklarının genel karakterizasyonu ve karkas ağırlığa göre yüzdelik oranları Tablo 2.1’de gösterilmiştir. Farklı karakteristik gösteren bu atıkların tamamı, atık yönetim ilke ve kurallarına göre yönetildiğinde katma değeri yükseltilmiş, ekonomik değeri olan ürünlere dönüştürülebilmektedir. Örneğin ayaklar özel bir işleme prosesinden geçirilerek ihracat ürünü haline dönüştürülebilmekte veya yağ oranı yüksek artıklar gaz, sıvı veya katı yakıt haline dönüştürülebilmektedir [2, 7]. Protein oranı % 90’a kadar çıkan keratin yüklü tüyler, ar-ge çalışmalarına

konu olmakta çözünebilir protein elde etme üzerinde ciddi çalışmalar yapılmaktadır [13, 14].

Tablo 2.1. Kümes kesimhane atıklarından kaynaklanan yan ürünler ve canlı ağırlık yüzdesi

Oluşan atık tipi	Canlı ağırlık yüzdesi
Tüy	7-8
Kafa	2,5-3,0
Kan	3,2-3,7
Kursak ve mide	3,5-4,2
Ayak	3,5-4,0
İç organ ve bağırsaklar	8,5-9,0

Atıkların yeni ürünlere işlenebilme potansiyeli her şeyden önce hızlı bozunabilir bu atıkların, bozuşmadan korunmalarını önceleyerek atık yönetim planları geliştirilerek her aşamada dengeli ve yeterli yönetilmesine bağlıdır. Broyler işletmeciliğinde civcivler yumurtadan çıkar çıkmaz atık oluşmaya başlamakta ve bu ürünler et işleme tesisinden çıkana kadar devam etmektedir. Dolayısı ile atık yönetim planının her aşamayı kapsaması gerekmektedir.

2.2. Kuluçkahane Atıkları

Bu aşamada ortaya çıkan atıklar dölsüz veya civciv oluşmayan bozuk yumurtalar, ölü civcivler ile tüyler, yumurta kabukları benzeri atıklar olarak tanımlanmaktadır. Atık bertaraf programında, kümes hayvanı kuluçka atıkları, kesimhanelerde ortaya çıkan atıklarla birlikte değerlendirilmekte ve elde edilen ürünler de kesimhane-kuluçkahane atıkları unu olarak adlandırılmaktadır [12,13]. Bozuk yumurta ağırlıklı bu atıklar küçük kuluçkahanelerde önemli bir problem çıkarmasa da büyük kuluçkahaneler için ciddi yönetilmesi gereken önemli problem haline gelebilmektedir. Kuluçkahane atıklarının bertarafında en ilkelinden modern teknik ve teknoloji kullanan pek çok yöntem var ve uygulanmaktadır. Atık yükü küçük işletmelerde en basiti yakmak, toprağa gömme ve diğer atıklarla birlikte kompostlama uygulanırken [15-17], büyük işletmelerde uygun proses ve yöntemlerle atıklardan yem katkı maddesi elde edilmektedir [12].

Kuluçkahane atıkları arasında gösterilen kanatlı hayvan tüyleri, tavuk ağırlığının % 8,5'ini oluşturur ve şu anda yeterince kullanılmayan, neredeyse saf miktarda keratin atığını temsil eder. İstatiksel verilere göre dünyadaki oluşumu 16 milyar adete ulaşmaktadır. Oluşan bu kanatlı hayvan tüyleri, oluşan miktarlarının çokluğundan dolayı atık yönetim planına dahil edilmelidir. Depolama veya yanma yoluyla bertaraf edilmesi çevresel yönden yüksek enerji gerektireceğinden keratin içeren tavuk tüyleri yüksek protein ve amino asit içeriği nedeniyle, bir keratin hidrolizaltında işlendikten sonra bir hayvan yemi bileşeni olarak kullanılabilir. Çiftlik hayvanlarını beslemek için keratin hidrolizat kullanılması, uzun zamandır bilinmektedir. Yapılan çalışmalar gösteriyor ki tavuk tüyleri keratin hidrolizat olarak kullanılması paketleme yöntemleri olan kaplamalar ve kapsüller için potansiyel birer alternatiftir. Tüylerin hidrolizi yöntemi, kısa sürede uygun şartların kolay sağlanabilir olması dolayısıyla, hayvan yemi için bir katkı maddesi olarak kullanılabilecek tüy unu elde edilmesini sağlar. Alınan bir ürünlerdeki toplam ve sindirilebilir protein içeriği, yaygın olarak kullanılan hayvan yemindekinden daha yüksektir. Bu da tüy ununun atık yönetim planına dahil edilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır [14].

2.3. Tavuk Ölümü Sonucu Oluşan Atıklar

Tavuk yetiştiriciliğinde sıklıkla ortaya çıkan istenmeyen atıklardan bir diğeri ölü tavuklardır. Bertaraf veya ortadan kaldırılmasında kullanılabilecek yöntemler kısıtlıdır. Yetersi atık yönetimi koşullarında ciddi zoonoz patojen kaynağıdır ve sürüde kitlesel tavuk ölümlerine sebep olurlar. Yetiştiriciliğin yapıldığı kümeslerden, kesimlerin yapıldığı kesimhanelere kadar olan süreçlerde ortaya çıkar [12,15]. Tavukçuluk endüstrisinin, atık yönetiminden önce tavukları canlı tutacak her türlü tedbiri alması gereken ciddi sorunlarından birisidir [12, 15, 16]. Her türlü tedbire rağmen yine de oluşan ölü tavuk atıklarının doğal çevre, gıda güvenliği ile halk sağlığını güvence altına alacak bir atık yönetim modeliyle yönetilmesi büyük önem arz etmektedir. Metanizasyon, biyodizel gibi yenilenebilir enerji ürünlerine işleme, kompostlama, yakma ve toprağa gömme ölü tavuk atıklarını sıklıkla uygulanan nihai bertaraf yöntemleridir [17, 18].

BÖLÜM 3. KÜMES ARTIKLARININ İŞLENEREK DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Kesimhane Atıklarının Değerlendirilmesi

Kanatlı hayvan kesimhanelerinde hacimsel olarak en fazla ortaya çıkan atıklar tavukların yolunmasından sonra ortaya çıkan tüylerdir [2]. Kalitesi yüksek olan özel tüyler uygun şekilde yıkanıp, kurutulduktan sonra yastık, yorgan, yatak, minder, uyku tulumu gibi tekstil endüstrisinde kullanılabileceği gibi, çeşitli süs eşyaları ve oyuncak yapımında kullanılabilmektedir. Tüyler çoğunlukla rendering tesislerinde kurutularak parçalanıp yem ürünlerine işlenerek değerlendirilmektedir. Öğütülmüş tüy unu %80 ham protein içermektedir. Proteinin sindirim derecesi düşük olsa da otoklavdan geçirildikten ve özel kimyasallarla muamele edildikten sonra sindirim oranı %80'lere kadar çıkarılabilmektedir [14].

Tüylerin yanı sıra kontamine olmadan toplanan kanlar, tavuk baş ve ayakları ile yenilemeyen iç organlar da rendering tesislerinde işlendikten sonra tavuk yan ürünü olarak kullanılabilmektedir. Kümes hayvanlarında yenilmeyen organlar; akciğer, bağırsaklar, nefes borusu, pankreas bezi, dalak gibi organlarını içermektedir. Ekonomik değeri olmayan bu insan beslenmesinde kullanılmayan organların tüylerle karıştırılıp harmanlanarak birlikte işlenmesi ile besin değeri yüksek tavuk unu adı verilen yem katkı maddeleri elde edilmektedir.

Tavuk atığı kökenli yemlerin tekrar tavukların beslenmesinde kullanılmasının yasaklanmasından sonra, kan, iç organ ve tüylerden meydana gelen rendering ürünleri balık yemi olarak kullanılabilmekte veya onların yemlerine katkı maddesi olarak eklenmektedir. Rendering yöntemi ile hazırlanmış olan yemler yaklaşık olarak %55 protein, %13 mineral kül içerirler. Diğer yandan, tavuk yağı; koku ve tat olarak beğenilen bir yağdır. Yemeklik yağlarda kullanıldığı gibi, biyodizel olarak da üretilabilmektedir [12].

3.2. Kuluçkahane Artıklarının Değerlendirilmesi

Kuluçkahane artıkları çok hızlı bir şekilde kuluçkahaneden uzaklaştırılmalıdır. Uzaklaştırmak için ilk yöntem yakmaktır. Bunun dışında kalan atıklar derin bir çukura gömülmektedir. Atıkların yakma ve gömme yöntemleriyle imhasına izin verilmediği yerlerde ise diğer imha işlemleri kullanılmaktadır.

Yakma ve gömmenin yapılamadığı yerlerde ise bu atıklardan kurtulmak için, rendering tesislerinde uygun sıcaklıklarda kurutup patojen mikroplardan arındırılıp; un haline getirildikten sonra yem katkı maddesi elde edilebilir. Kurutulmuş kuluçkahane atıkları % 33 ham protein,% 29 ham yağ, % 12 ham lif, % 21 kül ve 28.8 MJ / kg brüt enerji içermektedir. Kuluçkahane atıkları titiz bir şekilde ayrıldıktan sonra pek çok ürüne işlenebilir. Ortam ısıtma, buhar kazanı ısıtma, gazlaştırma, metan gazı üretimi, gübre üretimi ile hidrofonik kültürlerde alg veya balık yemlemede nutrientlerinden faydalanılabilir.

Kuluçkahane atıkları yumurta kabuğu ağırlıklı olduğundan mineral madde kapsamı oldukça yüksektir. Önceki çalışmalarda, kuluçkahane artıklarından oluşan unların büyüme rasyonlarında kullanılabileceğini ve özellikle yumurta kabuğu unundan Ca kaynağı olarak faydalanılabileceği gösterilmiştir (Tablo 3.2) [12]. Aynı çalışmalarda yumurta tavuğu yem rasyonlarında yemin % 16'sının işlenmiş kuluçkahane artıklarından oluşabileceği ifade edilmiştir [12].

Tablo 3.2. Farklı kuluçkahane artıklarının protein, mineral madde ve yağ değerleri

Besin Maddesi	Broyler kökenli	Yumurtacı kökenli	Yum. kabuğu unu
Protein	22,2	32,3	7,61
Kalsiyum (Ca)	24,6	17,2	36,4
Fosfor (P)	0,3	0,6	0,12
Yağ	9,9	18,0	0,24

3.3. Ölü Tavukların Değerlendirilmesi

Yeterli atık yönetim metodolojisi uygulanmayan işletmelerde ölü tavuklar patojen kaynağı olabildiği için ciddi kayıplara neden olmaktadır. Tavuk ölüsü atıklarının bertarafında ilk akla gelen yöntem ardından çevresel problemler de oluşturan yakma ve toprağa gömmedir. Başarılı atık yönetim planlarında atıkların çöp olarak görülüp bertaraf edilmesinden ziyade, kaynak olarak görülüp faydalı ürünlere işlenmesi ön plana çıkmaktadır. Önemli bir protein ve hayvansal yağ kaynağı olan ölü tavuklar iyi değerlendirildiğinde, tavuk dışındaki hayvanlar için yem olarak kullanılabilecek pahası az ama yararı çok protein ve yağ kaynağıdır.

Bununla birlikte halen daha düşük teknik ve teknolojiler araştırılmakta ve ciddi bertaraf yöntemi olarak kullanılmaya devam etmektedir. Örneğin ölü tavuk karkaslarının kompostlaştırılması, mikrobiyolojik ve ekonomik olarak kokusuz, stabil ve toprağın içeriğini, iyileştirici besin maddesi olarak kullanılabilecek bir ürün olarak kullanılmaya devam etmektedir [15, 16].

Ölü tavuk atıklarının değerlendirilmesinin daha da ekonomik ve kolay olması açısından ortak kullanıma yönelik entegre merkezi atık değerlendirme üniteleri oluşturulmaya başlanmış ve yayınlaşmaları teşvik edilmektedir [12, 17]. Bu yöntemde geçici biriktirme, güvenli nakliye ve hijyenik bertaraf veya ürünlere işleme ve ardından istikrarlı pazarlama ağı ön plana çıkmaktadır [18]. Protein ve yağ oranı yüksek kesimhane atıklarının hijyenik ürünlere işlenmesi garanti altına alındığında kedi, köpek maması olarak, kültür balıkçılığına yem olarak kullanılabilecek değerli kaynaklardır. Ekonomik değer de dikkate alındığında yem ham maddesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına işleme yine yaygın kullanılan yöntemler olarak ön plana çıkmaktadır.

BÖLÜM 4. ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

4.1. Yakma

Kümes kesimhane atıklarını toplu olarak yakma, uzun senelerden bu yana uygulanan düşük teknolojiye klasik bir yöntemdir. Yakma tesislerinde mono veya diğer atıklarla birlikte kontrollü yakma yöntemi halen bütün dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ek aktivasyon enerjisi kullanılarak verimliliği yüksek yakma tesislerinde yakılma ile yenilenebilir enerji geri kazanımı sağlanmaktadır. Yakma performansına bağlı olarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile genellikle %20'yi geçen verim (yakıtın alçak kalorifik değerine göre) ve bazı özel durumlarda %25'ten yüksek kazanç elde edilmiştir [19].

Atıktan enerjiye dönüşümde en sık kullanılan teknik doğrudan yakmadır (Şekil 4.1). Termik santrallerde özelliğinden dolayı buhar sıcaklığı ve buhar basıncı arttıkça tesisin enerji verimliliği artmaktadır. Öte yandan, bu prosesin ileri ısı dönüşüm sistemlerine göre birçok dezavantajı da mevcuttur. Düşük kapasiteli tesisler düşük enerji verimliliği gösterirken, verimliliği artırıcı ek yatırımlar yapan küçük tesisler de kendi maliyetini karşılayamaz. Biyo kütle yakma tesislerinin buhar üretimi verimliliğini %40'ın üzerine artırmak için teknikler bulunmasına rağmen, bu tür tesislerin verimi günümüzde genelde % 20 civarındadır.

Yakma tesislerinin en büyük işletme zorluğu emisyon değerlerinin sağlama zorluğudur. Yeni nesil kirleticiler dioksin ve furan gibi gaz emisyonların kontrolü ve arıtımı ekonomik olarak pahalı ve zor işlemlerdir. Günümüz şartlarında yakma tesislerinden sürekli bir verim ve çözüm alabilmek yakın gelecekte pek de mümkün olmayacaktır [20].

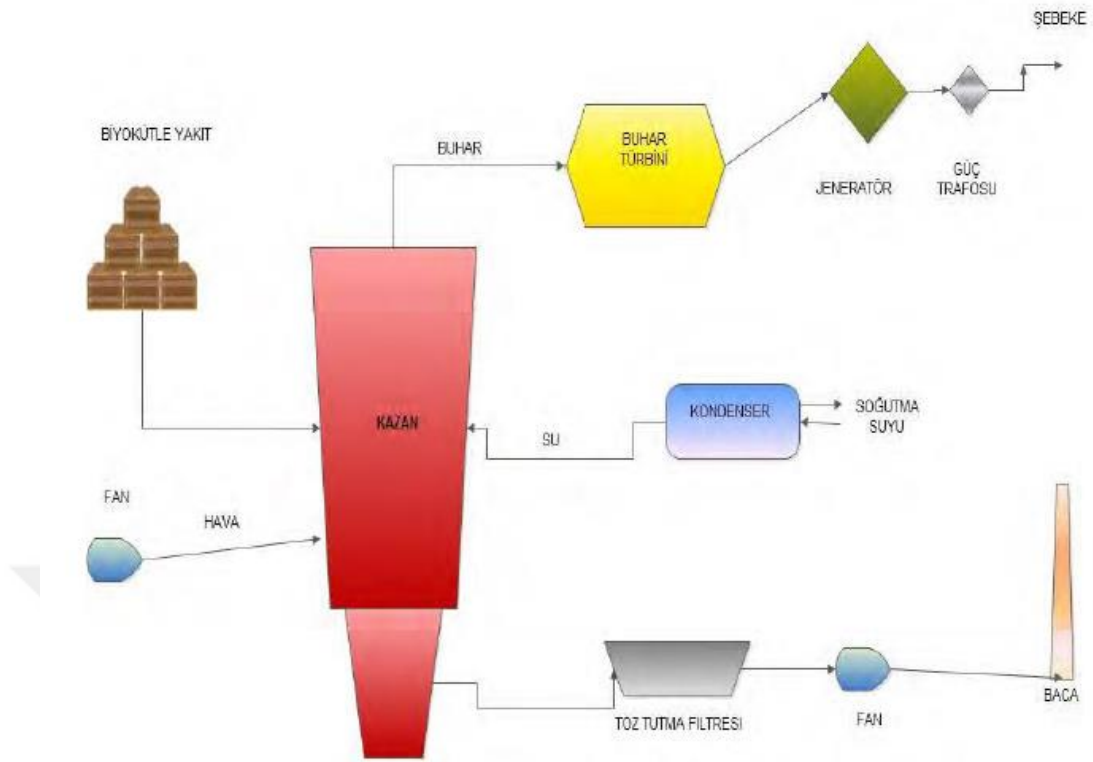


Şekil 4.1. Yakma Tesisi

4.2. Gazlaştırma

Gazifikasyon prosesi biyokütle kaynaklarından enerji elde etmede en fazla araştırma yapılan yenilenebilir enerji proseslerinden birisidir. Bu proseste işlem biyokütlenin kurutulması ile başlar, yakıtın nemi uzaklaştırılır ve buhara dönüştürülür (Şekil 4.2.). Biyokütle kaynaklarının tamamına yakını gazlaştırma prosesine uygundur fakat hammaddenin nem oranı %5 ile %35 arasında olmalıdır. Yeterli kuruluğa gelmiş biyokütle ardından havasız koşullarda 700°C'nin üzerine kadar ısıtılarak gaz fazına geçmesi sağlanır. Gazifikasyon prosesinde üretilen gazlar genellikle yakılarak elektrik üretimi ve doğrudan ısıtma için yakıt gazı olarak değerlendirilmektedir.

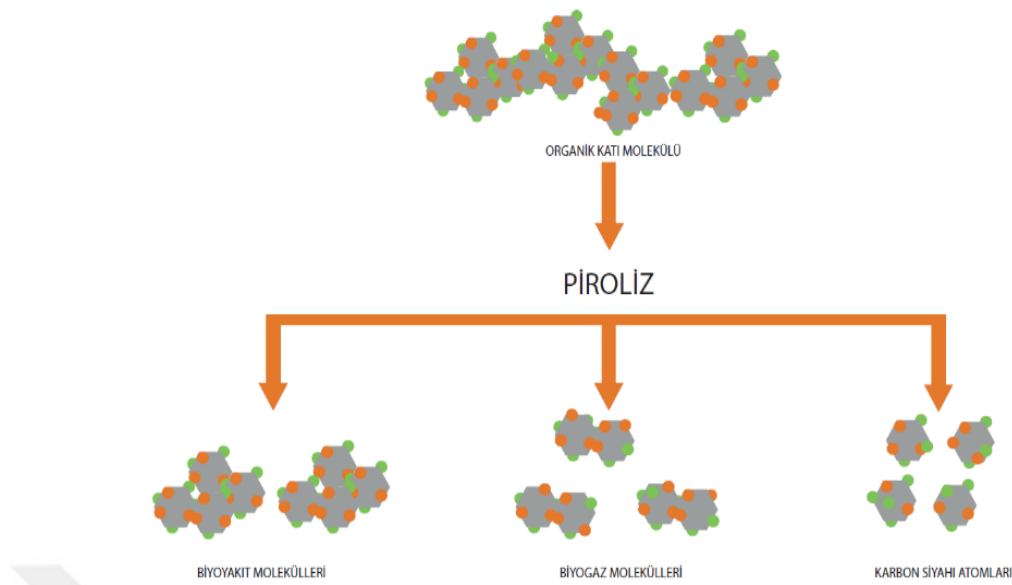
Gazlaştırma, yakmaya göre daha modern bir yöntemdir. Çünkü singaz temizlenmekte olup; yakmaya oranla daha az oksijen miktarı nedeniyle de düşük hacimde baca gazı içermektedir. Singaz daha yüksek sıcaklıklarda yandığı için, dolayısıyla elektrik verimi de daha yüksektir [20]. Çalışma koşulları optimize edildiğinde kesimhane atıklarının enerji üretimi şeklinde bertarafı veya geri dönüşümünde verimliliği yüksek bir alternatif olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.



Şekil 4.2. Gazlaştırma Ünitesi

4.3. Piroliz

Piroliz, organik katı moleküllerin tamamen oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıklarda sabit karbon ve uçucuların ayrılması bir nevi bozunmasıdır. (Şekil 4.3.) Katalizörlü veya katalizörsüz, inert, vakum, hidrojen gibi ortamlarda sıcaklık etkisiyle bozunmaya dayanır. Prosesin ürünleri; Biyo karbon, Pirolitik Yağ, Pirolitik Gaz, ve Ağır Yağlardır. Açığa çıkan bu ürünler tekrar kendi aralarında damıtılarak saflaştırma ve rafinasyon işlemleri ile daha farklı kullanım alanları bulabilmektedir. Pirolitik yağların enerji değerleri yüksektir. Örneğin pirolitik yağ tekrar rafine edilerek ana ürün gaz yağı, dizel, jet yakıtı elde edilebilir. Pirolizin en büyük avantajı, karbon emisyonunun yakma işletmelerinden daha az olması ve açığa çıkan ürünlerin tekrar farklı alanlarda kullanılabilmesidir.



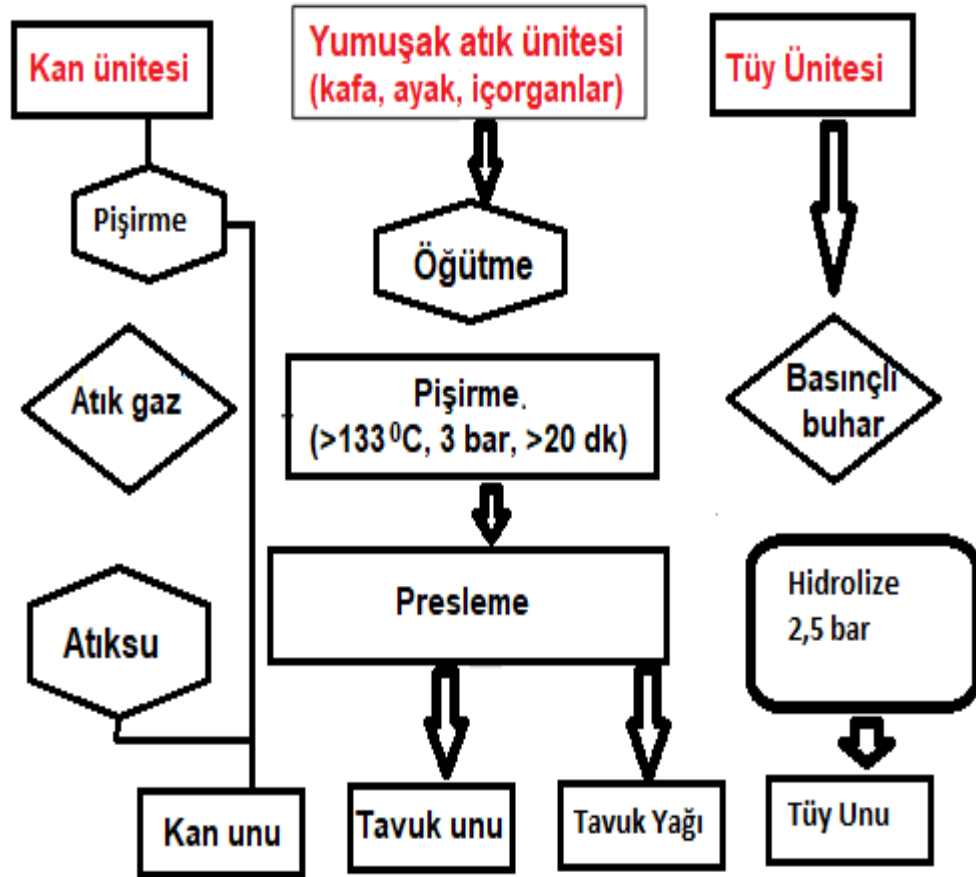
Şekil 4.3. Piroliz ünitesinin şematik yapısı

Piroliz prosesinde ortaya çıkan ve farklı basamaklarda damıtılarak saflaştırılan enerji değeri yüksek ürünler elektrik, ısı ve diğer yan ürünlere verimli bir şekilde dönüştürülebilir. Bunlarla birlikte, piroliz ürünleri enerji değeri ve kullanım alternatifi yüksek hidrojene de dönüştürülebilir. Kısaca piroliz ürünleri gerek sıvı ve gerekse gaz fazlarda pek çok farklı ürüne işlenebilir ve tavuk kesimhane atıkları en uygun atık grubu içinde yer almaktadır. Bu nedenle atık yönetim planının nihai bertaraf bölümünde mutlaka düşünülmesi gereken bir alternatif olmalıdır.

4.4. Render İşlemi

Rendering, kesimhane sonrası atıkların yüksek sıcaklıkta 20 dakika boyunca işlenmesi sonucunda materyali kurutur ve yağı proteinden ayırarak et, kemik unu haline getirerek yan ürün oluşturur (Şekil 4.4.). Rendering ünitesinde ortaya çıkan son ürün ham protein ve yağ oranı yüksek değerli bir hayvansal besin kaynağı olup, bununla birlikte kesimhane atıklarının değerlendirilmesi açısından en ideal yollarından biridir. Standartlaşarak oturmuş olan bu teknoloji bu nedenle halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Render işlemi sonrası oluşan çıktı en ekonomik protein kaynağıdır. Render işlemi bertaraf edilmesi gereken mezbaha atıkları; tüy, kafa, ayak, organlar, kaslar, kan ve karkasın diğer belirli kısımları dahil olmak üzere

ayrışmamış tüm kümes hayvanlarını parçalar ve tavuk unu, tüy unu ve yağ ürünlerini oluşturur. Render işlemi ile birlikte stabil hale getirildikten yani patojenlerden arındırıldıktan sonra yem içeriği olarak kullanması şu ana kadar protein yönünden zengin atıklar için en karlı uygulamadır. Bütün organik atıkların kesim hane dışına çıkarılmadan ek maliyetlerden tasarruf edilerek tesis içinde işlenmesi ve depolanması tesis içinde işletme avantajı sağlamaktadır. Ülkemizdeki kanatlı kesimhanelerinde bir yılda ortaya çıkan ve yönetilmesi gereken toplam organik atık miktarının 712.244 ton civarında olduğu öngörülmektedir. Bu miktar atık rendering tesislerinde işlendiğinde 250.000 ton civarında render ürünü elde edilmektedir. Klasik bir rendering ünitesinin akım şeması Şekil 4.4.'de verildiği gibidir.



Şekil 4.4. Rendering Ünitesi

4.5. Dünyada Kümes Kesimhane Atıkları ile ilgili Bulgular

Birleşmiş Milletler' e göre, 2050'de, gıdaya olan küresel talebin, özellikle hayvansal protein kaynakları ile ilgili olarak, %70'in önemli ölçüde artması bekleniyor. Nüfus artış hızı önceki dönemlere göre muhtemelen yavaşlasa da, bazı gelişmekte olan ülkelerde öngörülen gelir artışı ile birlikte dünyadaki 2 milyar insanın (toplam 9 milyar) artması, tüketimi yüksek seviyelerde tutma eğilimindedir [19].

ABD Tarım Bakanlığı'na (USDA) göre, dünyadaki 2014 yılında dünyadaki toplam et üretimi 86,1 milyon ton ve 2015 yılı için öngörülen rakam, bir önceki yıla göre %1,5 oranında büyüme göstererek 87,4 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. Bu bağlamda kanatlı hayvan endüstrisi, dünyadaki proteinli gıda arzı için en önemli faaliyetlerden biri olarak konsolide edilmiştir. Bu bağlamda Brezilya önemli bir üretim merkezidir. 2014 yılında Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH)% 1,5'ini temsil eden ve 5 milyondan fazla doğrudan ve dolaylı iş, istihdam üretmekten sorumlu olan Brezilya kanatlı hayvan endüstrisinin ana göstergelerini göstermektedir. Hatta kanatlı hayvan etinde dünya pazarının %40'ını karşılamaktadır. Brezilya Hayvan Proteini Birliği'ne (ABPA) göre, Brezilya 2009'dan beri dünyanın en büyük kümes hayvanı üreticileri arasında üçüncü sırada yer alıyor [19,21].

Bununla birlikte, kümes hayvanı üretiminin yoğunlaştırılması, endüstriyel atık üretimi üzerinde doğrudan orantılı bir artış etkisi yaratmakta ve sonuç olarak potansiyel olarak kirletici kaynakların artmasına neden olmaktadır. Bu etkiler arasında, esas olarak enerji üretiminden kaynaklanan gaz emisyonunu, kompostlama işleminin kötüye kullanılması ve atık suların bertarafı nedeniyle aşırı miktarda mineral içeren toprak oluşması; ve verimsiz arıtmadan ya da arıtılmamasından kaynaklanan su oluşumu görülür [22]. Görüldüğü gibi kümes hayvanı üretim sektörü kirlilik payı en yüksek sektörlerdendir. Bu nedenle bütün aşamalarda atıkların ciddiye alınması ve yasal mevzuatları sıkıca takip ederek yönetilmesi büyük önem taşımaktadır.

4.5.1. Atık imha mevzuatı

Atık yönetim mevzuatlarına uyulmadan, kontrolsüz bir şekilde çevreye bırakılan endüstriyel atıklar çevre, halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından önemli sorun teşkil eder. Yönetimi, arıtma, elden çıkarma veya geri dönüşüm yoluyla uygun şekilde yapılmalıdır. Sanayiler tarafından üretilen katı atıklar yürürlükteki yasaya uygun olarak arıtılmalı ve özelliklerine göre uygun şekilde imha edilmelidir.

4.5.2. Katı atık, sıvı atık ve gaz atıklar

Kümes kesimhane atıklarını fazlarına göre katı, sıvı ve gaz atıklar göre ayırabilir ve değerlendirebiliriz. Kümes kesimhanelerinde oluşan katı atıklar, tavuk tüyü, bacaklar, kaslar, başlar, kan, ve yenmeyen iç organlardır. Sıvı atıklar ise oluşan atık su ve yağlardır. Kümes kesimhanelerinde ortalama su tüketimi, kesilmiş kanatlı hayvan başına 25 litre hacmine dayanarak hesaplanabilir. Gaza ayrıldığı bir işlem merkezi genel olarak bir kural olarak kümes hayvanlarının atık suları, üretimleri ile birlikte, boruların flokülasyon ve yüzdürme yoluyla iki faza ayrıldığı bir işlem merkezi aracılığı ile gerçekleştirilir. Sıvı faz, yürürlükteki çevre düzenlemelerine uygun olarak çevreye deşarj edilir. Bunlar üzerinde çıkışta bakılan en önemli parametreler organik yük Biyolojik Oksijen İhtiyacı, sıcaklık, tortul malzemeler, yağlar ve gresler (mevzuatta mineral yağlar olarak sunulur), toplam azot ve toplam fosfordur. Et paketleme çamurundan santrifüjleme işlemi ile ayrılan yağ oranı olan sıvı yağ, et endüstrisinden kaynaklanan bir başka yenilenebilir enerji kaynağını temsil eden akaryakıt olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Sıvı yağın düşük kalorifik değeri (36.71 MJ / kg) diğer yakıtlarla karşılaştırılabilir. Hızlı bir karşılaştırmada, dizelin yüksek ısı değeri yaklaşık 45 MJ / kg iken, biyodizelin değeri 39.4 ila 41.8 MJ / kg arasındadır [23,24,25].

4.5.3. Yenmeyen yan ürünler

Bu atık kategorisi, esas olarak iç organlar, organlar, kan, kemikler, tüyler, et ve yağ süslemelerini içerir. Yan ürünler, insan tüketimine hazır olmayan ya da doğrudan

uygun olmayan tüm malzemelerdir. Bu tür atıkların geri kazanımı, şirketlerin işletme maliyetlerinde gelir ya da düşüş sağlayabilir. Kesimhane ve et işleme tesislerinde genel olarak ortaya çıkan atık ve yan ürünler Tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Kanatlı hayvan kesimhanelerinde yapılan işlemler ve ortaya çıkan atıklar, yan ürünler

Ana Kanatlı Atıkları İşlemleri	Yan Ürünler
Tesise kabul	Dışkı, tüyler, ölü tavuk, temizleme suyu
Kesim işlemi	Kan ve yıkama suyu
Haşlama ve depilasyon işlemi	Kan, yağ, tüy yıkama suları
İç organ temizleme	Sakatat, iç organlar, yağ, et parçaları, dışkı ve yıkama suyu
Et hazırlama, karkas yıkama	Yağ, et parçaları, yıkama suyu
Kemik ayırma	Et ve kemik parçaları, yıkama suyu
Et soğutma	Yağ, atık yıkama suyu
Paketleme	Atık su

Tablo 4.5.'de ana hatları ile gösterilen bu atık ve yan ürünlerin bertarafı kesimhane ve et işleme tesisleri için hem aşılması gereken önemli bir problem ve hem de önemli bir fırsat sunmaktadır. Başarılı atık yönetim planlarında bu yan ürünlerin ya doğrudan satılması veya katma değer işlenmiş gıda ürünlerine işlenerek hayvan yemi olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu trendin devam etmesi ve gelişen yeni teknolojiler ile çok farklı yeni alternatif ürünlerin geliştirilmesi öngörülmektedir. Kan, yağ, iç organlar, tüyler, kemikler ve et parçaları gibi yenmeyen atıkların bertarafı, hayvan yemi ve yağ üretiminde konsolide edilmektedir. Kanatlı hayvan kesiminin "yenmeyen yan ürünleri" ısıtma işlemiyle hayvan yemine dönüştürülebilen ve hayvan yemi üretimi için tahsis edilen kısımdır. Hayvansal ürünlerden gıda ürünü hazırlayan yemek ve yağ işleme fabrikaları, endüstriyel sürecin son sektörleridir. Kanatlı hayvanlarının kesim yan ürünlerinin broiler diyetlerinde protein kaynağı olarak kullanımı ile ilgili ilk yayınlar 60'lı yıllarda başlamıştır [26,27].

Kan unu, tüy unu ve kanatlı yağı üretimi için atık sanayileşmede, en yaygın uygulamanın piliçlerin yemi olduğu düşünüldüğünde, sanayiye katma değeri olan

ortak ürünler biçiminde atık geri dönüşümü için sürdürülebilir bir hedef olarak kabul edilebilir. Brezilya'da hayvansal içerik işleme endüstrisinin kanatlı hayvan segmentinin sürdürülebilirliğini sağlamak için en önemli yan ürünlerin dönüştürülmesi en önemli basamaktır. Yem üretim maliyetlerinin düşürülmesini gerektirdiğinden, hayvan yemi kullanımının yem formülasyonunda avantajlı olduğunu göstermek mümkündür [26,27].

Diğer yandan, kesim ve et işleme aşamalarının her birinde artırılması gereken, organik yükü yüksek atık su oluşmaktadır. Gelişen teknoloji ile tavuk başına tüketilen su miktarı azalmakla birlikte halen tavuk başına ortalama 25 L atıksu oluşmaktadır [9]. Atıksu içindeki organik katı atıklar, temel olarak hayvansal proteinlerden ve yağlardan oluşan % 10-15'in üzerindeki yüksek toplam katı içeriği ile karakterize edilir. Atıksu arıtılmadan önce fiziksel yöntemler ile yüzen ve çöken bileşenler atık sudan ayrılarak yine yağ ve tüy işleme ünitelerine gönderilmektedir. Atıksu arıtma çamurlarına sıklıkla uygulanan nihai bertaraf yöntemleri ise atıktan türetilmiş yakıt bileşenlerine işleme veya kompost yapılarak değerlendirme şeklindedir.

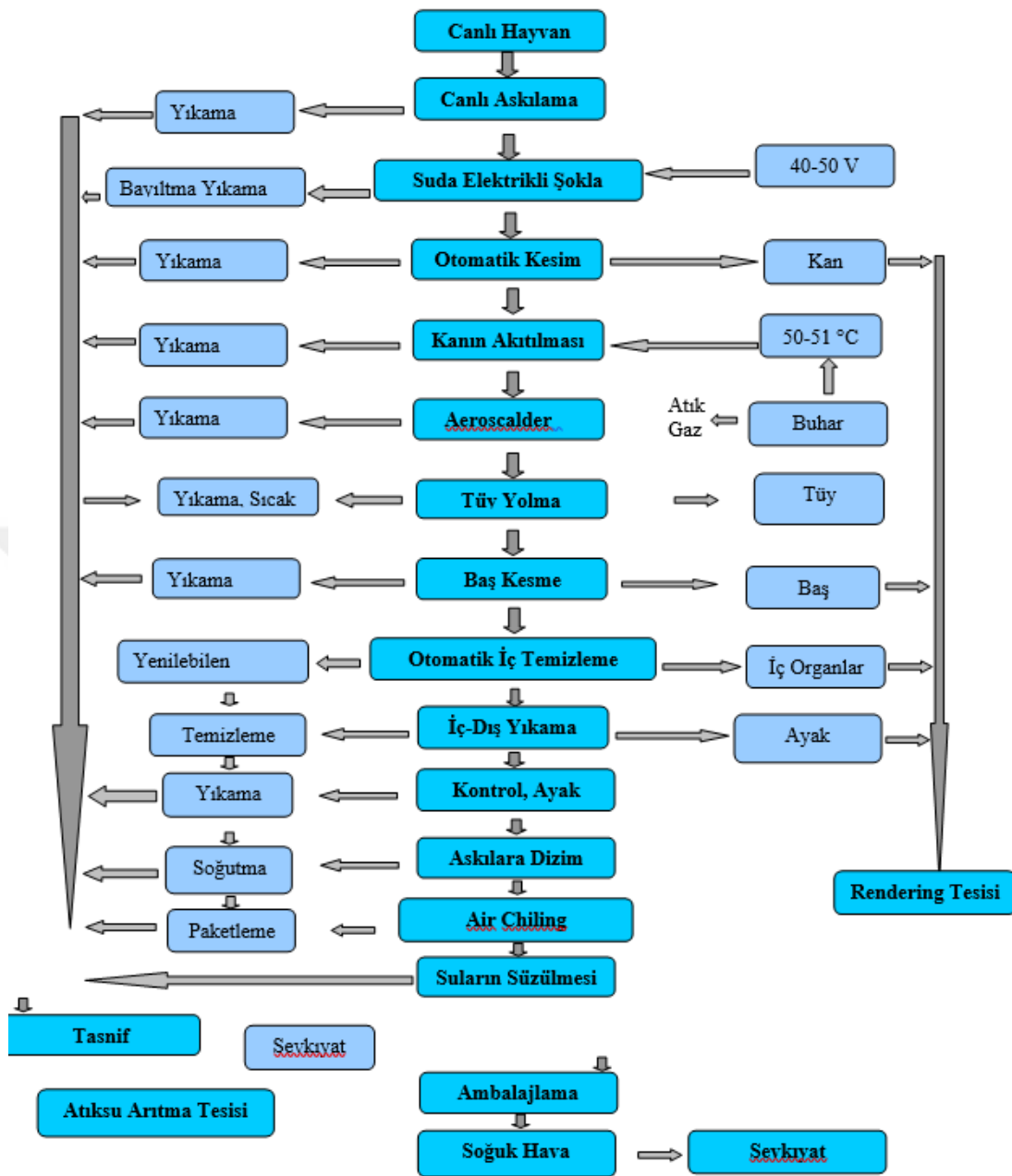
Kesimhane arıtma çamurları gübre kaynağı olarak 1000 baş kesilen tavuğa 22.36 kg azot, 0.194 kg fosfor ve 0.459 kg potasyum geri kazanımı yapılabileceği rapor edilmiştir. Yine aynı çalışmada, geri kazanılan enerji, CH₄ olarak 35,4 N m³/1000 baş tavuk olarak hesaplanmıştır [28].

BÖLÜM 5. KÜMES KESİMHANE ATIK YÖNETİM PLANI

Kümes kesimhane atıkları günümüzde her ne kadar uygun yöntemlerle değerlendirilmekte olsa da mevzuat kapsamında ele alınıp; her kesimhane için bir atık yönetim planı oluşturulması önem arz etmektedir. Bu atık yönetim planlarında, atık miktarları, geçici depolama yer ve koşulları, atıkların nasıl değerlendirildiği veya bertaraf edildiği raporlanmalıdır. Nasıl ki tüm fabrika, tesis, işletme vs. tehlikeli atıklarını kayıtlı bir şekilde lisanslı bertaraf tesislerine gönderiyorsa, kesimhanelerden kaynaklı tüm atıklar da kendileri için ayrı ayrı belirlenmiş olan atık kodlarıyla, rendering vs. bu işlemleri yapabilen ve Bakanlık sisteminde tanımlı olan tesislerde işlenebilmelidir. Bu tez çalışmasında günlük 100.000 adet tavuk kesilen bir kesimhanede, tesise kabul aşamasından, sevkiyat aşamasına kadar olan süreçlerde ortaya çıkan atıkların envanteri ve nihai bertarafı değerlendirilmiştir. Her bir aşamada ortaya çıkan; kafa, bağırsak, ayak, kan, tüy gibi atıkların her birinin hangi üniteye değerlendirildiği, her birinden ne kadar miktar atık çıktığı ve her birinden ne tür ürünler elde edildiği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Protein kaynağı olarak tavuk yağı, tavuk unu, kan unu gibi ürünler elde edilmekte olup; bu ürünler köpek maması, balık yemi pazarında ciddi miktarlarda talep görmektedirler.

5.1. Atık Girdi ve Çıktı Örnekleri

Bir tavuk kesimhane tesisinde ürün kabul, kesim, tüy yolma-temizleme, et parçalama işlemleri ayrıntılı şekilde şematize edilmiştir (Şekil 5.1.). Bu şemada her bir üniteye ortaya çıkan atık-artık ürünler de gösterilmiş ve artık değerlendirme ünitesi olarak değerlendirilen rendering ünitesine gönderilen atıklar olarak gösterilmiştir. Kafa, ayak ve bağırsaklar birlikte değerlendirilip, yumuşak atık ünitesinde pişirilmektedir. Kan ve tüyler ise ayrı ayrı ünitelerde değerlendirilmektedir. Etlik piliç kesim ve parçalama ünitesi alanındaki prosese ait iş akış şeması şekildeki gibidir (Şekil 5.1.).



Şekil 5.1. Etlik Piliç Kesim ve Parçalama Tesisi Ünitesi

Şemadan görüldüğü gibi proste ortaya çıkan en önemli atık kalemleri; kan, tüy, baş, iç organlar, ayak gibi insan beslenmesinde kullanılamayan bölümlerdir. Bir diğer önemli atık kalemi de her aşamada kullanılan yıkama-ürün temizleme sularıdır. Ortaya çıkan atık suyun, BOİ, KOİ, AKM ve yağ gres oranı yüksektir. Bu nedenle arıtmadan önce ön işlemlerden geçirilerek AKM ve yağ gres ayrılır.

5.2. Atık Yönetim Planının Oluşturulması

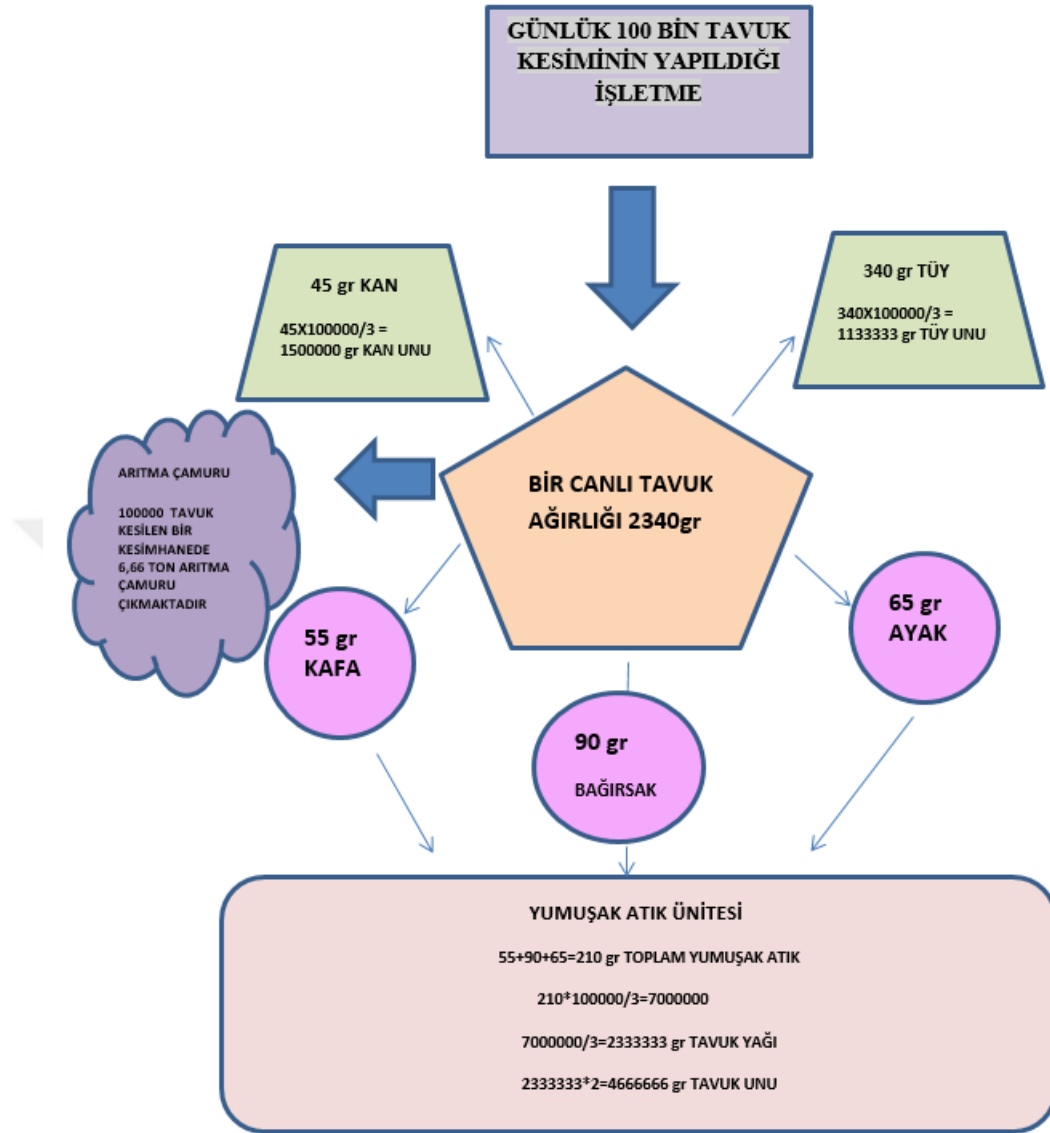
Günlük 100000 adet tavuk kesilen bir kesimhaneden kaynaklanan atıkların miktarları, oluşan bu atıkların nasıl değerlendirildiği aşağıda hesaplanarak örnek atık yönetim planı kurgulanmıştır.

Atık minimizasyonu dikkatli bir şekilde uygulanan bir kesimhane et işleme tesisinde, canlı ağırlığı 2340 gram olan bir tavuktan 45 gr kan, 55 gr kafa, 90 gr bağırsak, 65 gr ayak, 340 gr da tüy çıkmaktadır. Bu atıklardan kafa, bağırsak ve ayaklar; yumuşak atık ünitesinde birlikte pişirildikten sonra tavuk unu ve tavuk yağı elde edilmektedir.

Kan ve tüyler protein oranı en yüksek atık veya yan ürünlerdir. Önerilen bu atık yönetimi planında kan ve tüylerin ayrı ayrı ünitelerde değerlendirilip, işlenmesi ve ardından kan unu ve tüy unu elde edilmesi önerilmektedir. Özellikle sindirimi zor olan tüyler 2,5 barda iç basınçla kırılıp hidrolize edilerek, sindirim oranı %80'e kadar çıkarılmaktadır.

Tavuk unu, tavuk yağı, kan unu ve tüy unu gibi maddeler yine rendering tesislerinde steril hale getirilerek, tavuk dışındaki diğer hayvanların beslenmesinde örneğin köpek maması ve balık yemi olarak değerlendirilebilir. Her iki ürüne talep yüksektir ve hem ülke içinde kullanımı hem de yurt dışına ihraç edilmesi sağlanabilir. Kesim aşamasından atık su arıtma aşamasına kadar olan süreçte ortaya çıkan yağ ağırlıklı atıklar piroliz ürünlerine işlenerek değerlendirilebilir.

Tavuk kesimhanesi atıksu arıtma tesislerinde tavuk başına ortalama 25 L atıksu oluşmaktadır. Bu atıksuların arıtılması sonucu günde 150000 tavuk kesim kapasiteli bir tesiste 10 ton arıtma çamuru ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada hazırlanan 100000 tavuk kesme ve işleme kapasiteli tesiste günde 6,66 ton arıtma çamuru ortaya çıkacağı hesaplanmıştır. Önceki yıllarda rendering tesislerinde işlenerek yem katkı maddesi yapılan bu arıtma çamurlarının Biyogaz tesislerine gönderilerek yenilenebilir enerji üretilmesi öngörülmüştür. Atık kaynaklı bu yenilenebilir enerji tesiste kullanılabilir ve enerji maliyeti avantajı sağlanabilir.



Şekil 5.2. Kümes Kesimhane Atık Girdi ve Çıktı Hesabı

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kümes kesimhane atıkları, doğru bir şekilde yönetilmediği sürece ana çevresel sorunlardan biri olmaya devam edecektir. Hayvansal protein ve yağ oranı yüksek olan bu atıklar hızlı bozulur, atık yönetim programı çerçevesinde işlem görmezse diğer ürünlere işlenme potansiyelleri düşer. Patojen kaynağı durumuna geçerler. Protein ve yağ her endüstride değerli ham madde kaynağıdır. Bu atıklar, halen günümüzde en çok ihtiyaç duyulan, biyolojik olarak yem katkı maddeleri, kedi-köpek maması, biyodizel ve biyo-çözünebilir plastik ve organik gübrelere dönüştürülebilir. Render işlemi veya biyolojik dönüşüm, termal dönüşüm ve anaerobik sindirim gibi çeşitli yöntemlerden faydalanılabilir. Render işlemi çiftlik hayvanı veya kümes hayvanı yiyeceği üretmekteydi fakat 2017 yılında AB uyumu çerçevesinde Yem Yasağı olarak adlandırılan uygulama Türkiye’de yürürlüğe girmiş olup; önemli ekonomik etkileri olmaya başlamıştır. Ülkemizde rendering haricinde alternatif bertaraf etme yöntemlerine yönelik mevcut bir yatırım ve altyapı henüz mevcut değildir. Yönetmeliğin bu kısmının uygulanması için yakma fırınları, ara işleme tesisleri, biyogaz ve kompostlama gibi alternatif değerlendirme tesisleri gibi önemli yatırımların yapılması gerekmektedir. Sağlık ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için uygun bir şekilde işlenirse, gerekli altyapı hazırlanırsa kümes hayvanı atıklarından etkin bir şekilde faydalanılabilir ve atıklar değerli ürünler haline dönüştürülebilir. Bunun sağlanabilmesi için de kümes kesimhane atıklarının mevzuat kapsamında mutlaka tanımlanması gerekmektedir.

Marmara Bölgesi’nde faaliyet gösteren özel bir kanatlı kesim kesimhane tesisine ait endüstriyel atık yönetim planı incelendiğinde, tesisten kaynaklı tehlikeli atıklar arasında kesimden kaynaklı hayvan atıkları bulunmamaktadır. Tavuk kesimhane atıkları endüstriyel atık olarak değerlendirilmemekle birlikte, hızlı bozuşabilir atıklar olduğundan, patojen barındırabildiğinden ciddi çevresel ve gıda güvenliği riski

oluşturmaktadır. Yönetim, diğer ürünlere işleme ve nihai bertarafının yasal mevzuatla kontrol altına alınması önem taşımaktadır.

Diğer yandan tavukların her atığı aslında değerlendirilmektedir. Kullanılmayan yani yenilemeyen kısımları Rendering dediğimiz bölüme aktarılmaktadır. Burada kazanlarda pişirilerek kan vs. den arındırılmakta ve susuzlaştırılmaktadır. Buradan elde edilen ürünler ise başka sektörlerde yem katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir (protein kaynağı olarak). Diğer taraftan bu atıkların tanımı tehlikeli olmadığı için bu yönetmelik kapsamında değerlendirilmemektedir. Kesimhane atıkları % 30 oranına kadar yağ içermekte ve rendering aşamasında ciddi miktarda yağ ortaya çıkmaktadır. Bu yağ klasik olarak öteden beri sabun yapımında kullanılmaktadır. Yeni gelişen teknolojilerle yenilenebilir enerji kaynaklarına da dönüştürülmektedir.

Sonuç olarak kesimhaneden kaynaklı atıkların ‘Atık Yönetimi Yönetmeliği’ kapsamında diğer tehlikeli atıklar gibi kodlandırılarak değerlendirilmesi, sürecin yönetimi için çok değerli bir adım olacaktır ve sektörde de bir ciddiyet doğuracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] www.fao.org. Eriřim Tarihi: 17.04.2019.
- [2] Sari, O. F., Ozdemir, S., Celebi, A. (2016). Utilization and Management of Poultry Slaughterhouse Wastes with New Methods. Eurasia Waste management Symposium, Istanbul, Turkey.
- [3] Ozdemir ve Sezer, 2013. Kümes Atıklarının Organik Gübre ve Biyo-Yakıt Olarak Değerlendirilmesi. Tavuk culuk Araştırma Dergisi 10: 20-24,2013
- [4] Baydan E.,Yıldız, G., 2000. Tavuk dışkılarından kaynaklanan sorunlar ve başlıca     m yolları. Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi. 98-105.
- [5] Eleroęlu, H., Yıldız, S., Yıldıırım, A., 2013. Tavuk dışkısının sorun olmaktan çıkarılmasında uygulanan yöntemler. Gaziosmanpařa Bilimsel Araştırma Dergisi. 2, 14-24.
- [6] Roeper, H. Khan, S. Koerner I. Stegmann, R., 2005. Low-Tech options for chicken manure treatment and application possibilities in agriculture. Tenth International Waste Management and Landfill Symposium, Sardinia 2005.
- [7] Ferreira, A., Kunh, S. S., Cremonez, P. A., Dieter, J., Teleken, J. G., Sampaio, S. C., Kunh, P. D. (2018). Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 3081-3089.
- [8] EU, 2000. Council Decision 2000/766/EC Concerning Certain Protection Measures with Regard to Transmissible Spongiform Encephalopathies and the Feeding of Animal Protein.
- [9] Eryuruk, K., Un, U. T., Ogutveren, U. B. (2018). Electrochemical treatment of wastewaters from poultry slaughtering and processing by using iron electrodes. Journal of cleaner production, 172, 1089-1095.
- [10] Yetilmezsoy, K., Turkdogan-Aydinol, I., Gunay, A., Ozis, I. (2011). Post treatment of poultry slaughterhouse wastewater and appraisal of the economic outcome. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), 10(11).

- [11] Hu, Y., Cheng, H., Tao, S. (2017). Environmental and human health challenges of industrial livestock and poultry farming in China and their mitigation. *Environment International*, 107, 111-130.
- [12] Husrev Demirulus- Ahmed Aydın Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Zootekni Böl. VAN Ekoloji Çevre Dergisi Nisan-Mayıs-Haziran 1996 Sayı:19
- [13] Asyalı N. Kuluçkahane ve Kesimhane Artıklarının Değerlendirilmesi Olanakları. Tavukçulukta Verimlilik sempozyumu 1992; (67,2).
- [14] Tiwary E, Gupta R (2012) Rapid Conversion of Chicken Feather to Feather Meal Using Dimeric Keratinase from *Bacillus licheniformis* ER-15. *J Bioprocess Biotech* 2:123 doi: 10.4172/2155-9821.1000123
- [15] BlakeJ.P. Tavukçuluk Artıklarını Değerlendirme Yöntemleri. Çeviren Mesut Türkoğlu. Uluslararası Tav. Kong.'93 İstanbul. 1993; (106-117).
- [16] Donald J.O. and BlakeJ.P. Dead Poultry Composter Construction. In: *Proceeding 1990 National Poultry Waste Management Symposium*, 1990; (38-44).
- [17] Parsons J. and Ferket P.P. Alternative Dead Bird Disposal Methods Central Pick-up and Fermentation Caroline State Univ. 1990; (7-20).
- [18] Poss D.E. Central pick-up of from Dead Poultry. in: *Proceeding 1990 National Poultry Waste Management Symp.* 1990; (38-44).
- [19] Agmar Ferreira, Sheila S. Kunh, Paulo A. Cremonez, Jonathan Dieter, Joel G. Teleken, Silvio C. Sampaio, Peterson D. Kunh. Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81 (2018) 3081–3089
- [20] Ata İnşaat Gıda Ent. Tavuk Tur. San. Tic. İth. Ve İhr. Ltd. Şti. Vakıfgeçitveren Köyü, İkinci Çiftliği BOLU. Kanatlı Hayvan Atıklarının Bertaraf Edilmesi ve Geri Dönüşüm Potansiyelinin Belirlenmesi ve Örnek Model Ortaya Konulması Fizibilite Raporu
- [21] ABPA – Brazilian Association of Animal Protein. *Relatório Anual de atividades*. São Paulo; 2015.
- [22] Acevedo JC, Hernández JA, Valdés CF, Khanal SK. Analysis of operating costs for producing biodiesel from palm oil at pilot-scale in Colombia. *Bioresour Technol.* 2015;188:117–23.
- [23] Bellaver C, Zanotto DL. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. In: *Proceedings of the Conferencia Apinco. Anais...* Santos, SP; 2004, 22p.

- [24] Bellaver C, Brum PAR, Lima CMM, Boff J, Kerber J. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis par frangos de corte. *Rev Bras Ciência Avícola* 2001;3(3):233–40.
- [25] Bellaver C, Costa CAF, Ávila VS, Fraha M, Lima GJMM, Hackenhar L, et al. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. *Ciência Rural* 2005;35(3):671–7.
- [26] BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente – CONAMA. RESOLUÇÃO N° 313. Dispõe Sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasil; 2002, 11p.
- [27] BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. Conforme Portaria N° 210, de; 1978.
- [28] Yoon, Y. M., Kim, S. H., Oh, S. Y., Kim, C. H. Potential of anaerobic digestion for material recovery and energy production in waste biomass from a poultry slaughterhouse. *Waste management*. 2014;34:204–209.

ÖZGEÇMİŞ

İsmail CEBECİ, 06.10.1986'da Giresun'da dünyaya geldi. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Giresun'da tamamladı. 2004'te Giresun Lisesi'nde lise öğrenimini tamamlayıp 2007'de Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2011 yılında başarıyla mezun oldu. 2012'de Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.