

Süt Sığırçılığında Kompost Altlıklı Barınaklar

Ceyhan Özbeyaz, Necmettin Ünal

Ankara Üniversitesi, Veteriner fakültesi Zootekni Anabilim Dalı, Ankara

Geliş Tarihi / Received: 16.03.2018, Kabul Tarihi / Accepted: 25.04.2018

Özet: Dünyada süt üretiminin yaklaşık %90'ını üreten sığırın barındırılması ve barınaklarının yönetilmesi önemli konulardandır. Süt sığırları için değişik barındırma sistemleri bulunmaktadır. Yetiştiriciler, hayvan refahının artırılması ve barınaklardan kaynaklanabilen hastalıkların azaltılması için yeni arayışlar içinde olmaktadır. Bu barınak sistemlerinden biri de kompost altlıklı barınaklardır. Türkiye'de çok yeni olan bu sistem bazı ülkelerde yaklaşık 20 yıldır uygulanmaktadır. Bu sistemde barınan ineklerin daha rahat oldukları, doğal davranışlarını gösterdikleri ve hastalıkların daha az görüldüğü bildirilmektedir. Bu makalede de uygulayıcılar için faydalı olacağı düşünülen kompost altlıklı barınaklar hakkında detaylı bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Barınak, İnek, Kompost Altlık, Refah

Compost Bedded Barns in Dairy Cattle

Abstract: The housing and management of cattle producing about 90% of milk production in the world are important issues. There are different housing systems for dairy cattle. Breeders are seeking new quests to increase animal welfare and reduce diseases due to barns. One of these housing systems is compost bedded barns. This system is very new in Turkey but it has been implemented nearly 20 years in some countries. It is reported that cows that are housed in this system are more comfortable, show their natural behavior, and have fewer illnesses. In this article, it is aimed to give detailed information about compost barns which are thought to be beneficial for all people interested in this subject.

Key words: Barn, Cow, Compost Bedded, Welfare

Giriş

Süt sığırları zamanlarının büyük bölümünü barınaklarda geçirirler. Barınaklar hayvanların sağlığını, verimlerini, refahını ve süt kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle yetiştiriciler hem barınak yapımında hem barındırmada alternatif arayışına girmektedirler. Barındırma sistemleri iklime ve çevreye bağlı olarak farklılıklar gösterebilir. Kapalı, yarı açık ve sundurmalı barındırma sistemleri süt sığırçılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan kapalı (üstü örtülü, etrafı çeşitli düzeylerde açık veya kapalı) serbest duraklı sistemler uzun süredir kullanılmaktadır.

Serbest duraklı barınaklar işgücünden etkin bir şekilde yararlanmak için geliştirilmiştir [29]. Durak zeminlerinin beton, ahşap veya diğer sert malzemelerden olması durumunda bacak ve ayak problemlerinin ortaya çıkmasıyla durak zemininde çeşitli altlıklar (sap, saman, kum, kauçuk) kullanılmaya başlanmıştır. Altlık kullanılması inek konforunu artırmıştır. Ancak yeterli altlık ve alan sağlanmadığı durumlarda bazı problemler devam etmektedir. Sınırlı bir alanda tutulan, altlıksız veya yetersiz altlıklı ve sert zeminlerde yatan süt sığırlarında hayvanların konforunu ve dolayısıyla verimlerini etkileyen olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Gübre ile temasta olan ve altlık kullanılmayan duraklarda yatan hayvanlarda bulaşıcı tırnak hastalıklarının görülme sıklığında artış olur.

Normal şartlarda sığırlar günün 10-12 saatini yatarak dinlenmekle geçirirler. Eğer şartlar uygun değilse yatma süresi kısılır ve yeterli dinlenme gerçekleşmez. Bu nedenle derin altlıklı sistemlerin uygulanmasıyla bu riskin azaltılması hedeflenmiştir. Bu sistemler yatış süresini uzatarak ineklerdeki diz lezyonlarının oranını azaltmaktadır. Ancak altlık olarak sap kullanılırsa *E. coli* ve *Str. uberis*'in çok hızlı üremesi sonucu mastitis insidansında artış görülmektedir. Öte yandan derin altlıklar uzun süre barınakta bırakıldığında O₂ konsantrasyonunun düşmesi sonucu metan üretiminde artış olur. İneklerin sağlıklı ve verimli olabilmeleri için yumuşak, kuru ve konforlu bir zemine ihtiyaçları vardır. Hem hayvanların sağlığı hem de çevresel

kirletmeye olan olası etkilerinin azaltılması için emisyon miktarının da azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle süt sığırcılığı işletmelerinde çevreyi en az kirleten, hayvanların konforuna uygun ve ekonomik olarak sürdürülebilir alternatif barındırma sistemlerinin kurulmasına yönelik arayışlar bulunmaktadır.

Bu arayışların sonucu olarak, ABD'nin Virjinya eyaletinde 1980'lerin sonundan itibaren tanıtılmaya başlanan "**Kompost Altlıklı Barınakların (KAB)**" ilk inşası Minnesota'da 2001'de, Kentucky eyaletinde 2002 yılında gerçekleşmiştir. 2008'de 30 olan KAB sayısı 2011'de 60'a yükselmiştir. Özellikle ABD'nin Orta-Batı ve Güney-Doğu bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [10, 27]. Serbest sistem barındırmanın farklı bir alternatifi olan bu sistem daha sonraları Japonya, Çin, Almanya, İtalya, Hollanda ve İsrail gibi ülkelerde de kullanılmaya başlanmıştır.

Kompost ve Kompostlama

Organik atıkların biyooksidatif işlemlerle dekompozisyonu ile oluşan organik maddeye kompost denir. Kompost, besin maddelerinden zengindir ve organik tarımda fertilizasyon amaçlı kullanılır. Kompostlama ise kompost üretim süreçlerinin adıdır.

Kompostlamanın birinci aşamasında, basit organik karbonlu bileşikler mikroorganizmalar tarafından kolay bir şekilde mineralize ve metabolize edilirler. Bu esnada CO₂, NH₃, H₂O, organik asitler ve ısı açığa çıkar. Isının birikmesiyle kompostlanacak materyalin sıcaklığı yükselir. Kompostlama, genel olarak aerobik ortamda organik maddelerin kendiliğinden biyolojik dekompozisyona uğramasıdır. İşlem sırasında mikroorganizmalar organik maddeleri parçalayarak kompost adı verilen sabit ve kullanışlı organik maddeye dönüştürürler. Kompostlama ile aynı zamanda atıkların hacmi azalır, bitki tohumları ve patojenler yok olurlar. Kompostlama yeni bir teknoloji olmamakla birlikte atıkların yönetiminde ekonomik ve çevresel faydaları nedeniyle en çok ilgilenilen konulardan biridir. Hayvan gübrelerinin kompostlanması, gübrenin ham şekliyle tarlalara atılmasından daha maliyetlidir. Ancak kompostlama ile gübrenin steril hale getirilmesi ve daha kaliteli olması ile üretim maliyetleri dengelenebilmektedir [15, 30].

Kompostlama işlemini etkileyen temel faktörler

Kompostlama sırasında birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimler olmaktadır. Kompost şartlarının en iyi olması için materyalin yoğunluğu, gözenekliliği, partikül büyüklüğü, besin içeriği, C/N oranı, sıcaklığı, pH, nem ve O₂ kaynağı gibi faktörlerin kontrol edilmesi önemlidir [3, 9].

1. C/N Oranı

Kompostlama işleminde mikroorganizmaların gelişmesi ve faaliyet göstermesi için enerji ve azot kaynağına ihtiyaç vardır. Ortamın besinsel değeri genellikle C/N oranı ile belirlenir ve bu oranın 25-35 aralığında olması gerekir. Mikroorganizmalar bir kısım N için 30 kısım C'ye ihtiyaç duyarlar. Yüksek C/N oranı kompostlama işleminin yavaşlamasına; düşük oranlar ise N oranının fazla olmasına ve inorganik N'un fazla üretimine neden olarak amonyakın buharlaşma yoluyla kaybolmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle böyle durumlarda düşük C/N oranı, organik karbona sahip bir maddeyle dengelenmelidir [12].

2. pH

Kompostlama işleminde pH çok kritik bir faktör değildir. Optimum pH değerinin 5,5-8,0 arasında olması gerekmektedir. Kompost materyalleri genellikle bu pH aralığındadır. Ancak pH faktörü, amonyak volatilizasyonu yoluyla azot(N) kaybının kontrolünde önemli olabilmektedir. pH değerinin 7,5'in üzerinde olması durumunda N kaybı en yüksek seviyeye ulaşmakta ve yüksek pH'nın önlenmesinde elemental kükürt (S) kullanılmaktadır [33].

3. Mikroorganizmalar

Kompostlama işleminde bakteri, mantar ve actinomyces gibi mikroorganizmalar görev almaktadırlar. Bu organizmalar organik maddelerin kimyasal yapısını değiştirirler. Bu organizmalar içerisinde aerobik bakteriler en önemli dekomposer olarak görev yaparlar. Bakteriler karbonu enerji kaynağı olarak tüketir ve nitrojeni bünyelerinde proteine dönüştürürler. Bakteriler organik maddeleri okside ederken kompost yığınının sıcaklığı artar ve uygun koşullar varsa materyal hızlı bir şekilde ısınır. Aerobik bakterilerin %5'ten daha fazla oksijene ihtiyacı vardır.

Bu bakteriler hızlı ve etkili kompostlama yapmaktadırlar. O₂ seviyesi %5'in altına düştüğünde aerobik bakteriler ölür ve kompostlama işlemi çok yavaşlar. Bu durumda anaerobik bakteriler devreye girerek zararlı organik asitler, aminler ve hidrojen sülfid üretirler.

Kompost yığnında önce fizofilik (13-20°C), sonra mezofilik (20-38°C) ve daha sonra termofilik (>38°C) bakteriler faaliyet gösterir. Termofilik bakterilerin büyüme ve gelişme gösterdiği uygun sıcaklık aralığı 45-70°C'dir. Bu bakteriler materyalin sıcaklığını 55-70°C'ye kadar yükselterek kompostlama prosesini devam ettirirler. Materyal üzerine yeni materyal eklenmediği sürece yüksek sıcaklık 3-5 günden fazla devam etmez. Ortamda ayrışabilir madde kalmadığında termofilik bakterilerin sayısı düşer ve materyalin sıcaklığı kademeli olarak azalır.

Kompostlama işleminde bakteriler görev yaparken bazı mikroorganizmalar da parçalanma prosesine eşlik ederler. Actinomycesler, mantar ve küfler gibi kompostun güzel topraksı kokmasını sağlarlar. Actinomycesler uygun bir sıcaklık aralığında, komposttaki lignin, selüloz, nişasta ve protein gibi daha dirençli maddelerin dekompose olmasını sağlarlar. Actinomycesler dekompozisyonun son aşamalarında daha etkin hale gelirler [3].

4. Havalandırma

Aerobik bakteriler çoğalmak, enerji üretmek ve daha fazla organik madde tüketmek için O₂' e ihtiyaç duyarlar. Kompostlanacak yığının gözenekli olup olmaması, nem içeriği ve rüzgar havalandırmada etkin olan faktörlerdir. Kompostlama materyalin gözenekli halini azaltır ve bu durum hava sirkülasyonunun da azalmasına neden olur. Diğer taraftan testere talaşı gibi küçük partiküllü materyallerin kullanılması gözenekliliği olumsuz etkiler. Kompost materyali suyla doymaya başladığında da hava sirkülasyonu olmaz. Be nedenlerle kompostlama işleminde havalandırma yapılması çok önemlidir. Havalandırma ile sıcaklık, nem ve CO₂ kontrol altında tutulur. Böylece biyolojik işlemler için gerekli olan O₂ sağlanmış olur. Kompost materyalinde O₂' in %15-20 seviyelerinde olması gerekir. Kontrollü havalandırma ile sıcaklığın 60°C'nin altında tutulması sağladığında yeterli O₂ temin edildiği kabul edilir.

5. Nem

Kompostlama işleminde en uygun nem oranı %40-60'dır. Kompostta organik maddeleri ayrıştıran organizmaların yaşaması için suya ihtiyaçları vardır. Ancak bu organizmalar %40'ın altındaki nemde faaliyetlerini durdurarak stabil hale gelirler. Nem oranı %60'ın üzerinde ise su, materyal içerisindeki oksijeni dışarı atar, aerobik bakteriler oksijensizlikten ölümler ve yerlerini anaerobik organizmalar olarak kompostun kötü kokmasına neden olurlar. Kompost içerisindeki nemin ölçülmesi her zaman mümkün olmaz. O nedenle göz kararı ile elle sıkılmış bir süngerdeki su kadar nem olup olmadığı tespit edilebilir. Kompost materyali çok kuru ise ıslatılması gerekir.

6. Sıcaklık

Kompostlama işleminde sıcaklık, bakterilerin faaliyetleriyle ilişkilidir. Organik maddeleri parçalayan bakteriler termofilik olup 45-70°C arasında faaliyet gösterirler. Bununla birlikte birçok dekomposer bakteri 60°C'nin üstünde ölmekte veya inaktif hale gelmektedir. Patojen mikroorganizmaların ölmesi için 55°C'nin üzerinde sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu bilgilerin değerlendirilmesi sonucu dekompozisyon için en uygun sıcaklık aralığının 50-60°C olduğu belirtilmektedir. Sıcaklığın uygun seviyelerde kalması için kompost materyali kontrol edilerek bazı işlemlerin uygulanması gerekebilir. Bunun için evaporatif soğutma sağlanabilir, kompostlanan materyalin büyüklüğü ayarlanabilir [3, 34].

7. Partikül büyüklüğü ve kompostun gözenekliliği

Materyalin küçük parçalar halinde olması mikroorganizmaların çok parçalama yapmasını, daha fazla ısı üretmesini ve kompostlamanın daha hızlı olmasını sağlar. Materyalin toz halinde olması hava hareketini engelleyerek aerobik bakterilerin ortamda yaşayamaz hale gelmesine neden olur. Partikül büyüklüğü ile gözeneklilik arasında ilişki bulunmaktadır. Materyalin uygun gözenekli olması hava dolaşımında önemlidir. Gözeneklerin yani hava boşluklarının çok olması (%50'nin üstünde) üretilen ısının kaybolmasına ve materyal sıcaklığının düşük kalmasına neden olur. Düşük gözeneklilik ise anaerobik şartları sağlar. Bu nedenle hava ile dolu boşlukların %35-50 arasında olması ideal olup uygun kompostlama için bu oran gereklidir [3, 9].

Kompost Altlıklı Barınaklar

Kompost altlıklı barınaklar görece yeni bir sistemdir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmış olmakla beraber birçok ülkede ilgiyle takip edilmektedir. Süt sığırı yetiştiricileri sistemin faydalarını ve zararlarını görmek istemektedirler. Öte yandan mevcut kurulu sistemlerin kompost altlıklı barınağa dönüştürülmesi de kolay olmamaktadır. Kompost altlıklı barınaklar, derin altlıklı serbest dolaşımli barınaklara benzer yapıdadır. Ancak prensip ve uygulama olarak önemli farklılıkları vardır. Bu nedenle kompost altlıklı barınakların avantajları, dizaynı, yönetimi gibi konular ile yapılan araştırmaların incelenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

1. Kompost Altlıklı Barınakların Avantajları ve Dezavantajları

Kompost altlıklı barınaklar öncelikli olarak süt siğirilerinin refahının iyileştirilmesi için geliştirilmiştir. Duraklı barınaklar ineklerin bazı doğal davranışlarını sınırlandırdığı için hayvanlarda davranış ve sağlıkla ilgili problemler ortaya çıkabilmektedir. Kompost altlıklı barınaklarda duraklar olmadığından hayvanlar daha rahat olmaktadır. Daha fazla yatmaktadır ve yatış-kalkış davranışlarını daha kolay yapabilmektedirler. Hayvan başına düşen serbest alan artmakta ve bu alan yaklaşık üç serbest durak alanı kadar olabilmektedir. Bu alanda inekler istediği yatış pozisyonunu seçebilmektedirler. Duraklı barınaklarda durakların büyüklüğü ırka ve hayvanların büyüklüğüne göre dizayn edilirken, kompost altlıklı barınaklar farklı ırklar ve büyüklükteki hayvanlar için uygun sistemlerdir. Ayakta kaldıklarında da beton zemine göre çok daha yumuşak bir zeminle temas etmektedirler. Bunlara bağlı olarak diz ve ayak lezyonları daha az olmakta, iyi yönetilen kompost altlık sisteminde mastitis insidansı da azalmaktadır. Özellikle derin sap altlıklı serbest barınaklarda çok görülen mastitis vakalarının kompost altlıklı barınaklarda daha az olduğu bildirilmektedir. Hayvanların rahat bir zeminde yürüme kolaylaştığından östrus belirtilerini göstermeleri de kolaylaşmaktadır. Böylelikle kızgınlık tespit oranları yükselmektedir. Sütte somatik hücre sayısının düştüğü ve süt kalitesinin iyileştiği bildirilen faydalar arasındadır. Hayvanlarda stresin azalması, immun sistemlerinin güçlenmesine ve dolayısıyla hastalıkların daha az ortaya çıkmasına ne-

den olmaktadır. Sayılan bu avantajlar süt veriminin artmasına, ayıklama oranının düşmesine ve sürünün verimli ömrünün uzamasına neden olması beklenir. Diğer taraftan kompost altlıklı barınaklarda kokunun ve sineğin daha az olduğu belirtilmektedir. Kompostlanan gübre, tarımsal olarak daha değerli hale gelmekte, gübre depolama masrafları azalmaktadır.

Sayılan faydalarıyla birlikte kompost altlıklı barınakların bazı dezavantajlı yönleri de vardır. Her şeyden önce inek başına 8-10 m² alan gerektirir ki bu miktar duraklı barınakların en az iki misli kadardır. Kompostlama için kullanılacak organik materyalin maliyeti yüksek olabilir. Günlük olarak altlığın karıştırılması için işgücü ve enerjiye ihtiyaç bulunmaktadır. Geniş bir dinlenme alanı olduğundan ve sık havalandırıldığından amonyak salınımı yüksek olabilir. Uygun altlık materyali temininde zorluklar yaşanabilir [1, 19, 24, 27].

2. Kompost Altlıklı Barınakların (KAB) İnşası

KAB'larda ineklerin serbest dolaşması esastır. Sistemin iyi çalışabilmesi için diğer barınak sistemlerine göre inek başına daha fazla alana ihtiyaç vardır. KAB'larda temel olarak üç unsurun planlamasının iyi bir şekilde yapılması gerekir. Bunlardan birincisi; hayvanların dinlendiği, yatıp kalktığı, dolaştığı ve kompostlama işleminin yapıldığı altlık serili alan, ikincisi; yemlik alanı ve üçüncüsü de sulukların konumlandırılması işlemleridir.

2.1. Dinlenme Alanı (Kompost Altlıklı Alan)

Kompost altlıklı barınaklarda öncelikle hayvan başına ne kadar alan ayrılacağına karar verilmelidir. Holştayn gibi ırklarda bu alanın en az 7,5- 8,0 m², Jersey gibi daha küçük ırklarda ise en az 6,0-7,0 m² ayrılması önerilir. Bununla birlikte hayvan refahı açısından iri ırklar için 10 m² alan düşünülmesinin daha uygun olacağı belirtilmektedir. Kompostlama yapılan alanda tüm ineklerin aynı zamanda yatmaları mümkün olmalı ve bu halde bile bir ineğin yem ve suya gidişinin engellenmemesi gerekir. Diğer taraftan günlük üretilen gübre ve idrar miktarı ile iklim şartlarının sıcak ve nemli olup olmamasına göre hayvan başına gerekli alan arttırılabilmelidir [25, 27].

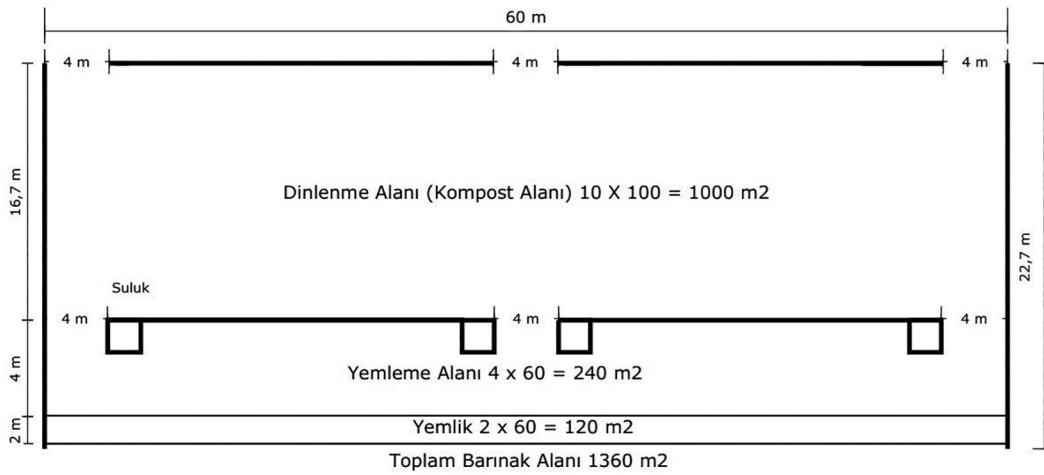
2.2. Yemlik Alanı ve Yerleşimi

Yemlikler barınak içerisinde dinlenme alanına bitişik yapılabileceği gibi barınak dışarısında da olabilir. Ancak genel olarak yem alımını arttırdığı için barınak içerisinde yapılma eğilimi vardır. Yemlik uzunluğu barınak uzunluğunu da belirler [10]. Serbest sistem ve öğün yemlemesi yapıldığında tüm ineklerin aynı anda yeme ulaşabilmeleri için inek başına 60 cm yemlik uzunluğu planlanmalıdır. Daha sık yapılan yemlemelerde bu uzunluk 45 cm'ye düşebilmektedir. Yemlik, dinlenme alanına bitişik yapılacak ise dinlenme alanı ile yemlikler arasında 4

m genişliğinde ahır boyunca yem-yolu veya geçidi yapılmalıdır. Bu alanın zemini beton ile kaplanır.

2.3. Suluk Yerleşimi

Suluklar genellikle yemleme ile dinlenme alanını ayıran beton duvara bitişik beton suluklar olarak yapılmakta ve bu duvarın yemleme alanı tarafına yerleştirilmektedirler. Barınak dışarısında da gezinme alanı varsa sulukların buralarda yapılması yönetim açısından kolaylık sağlayabilir. Kompost altlıklı alana asla suluk yerleştirilmemelidir. Her 25 ineğe 1,0 m uzunluğunda 0,6 m genişliğinde beton suluklar yeterlidir.



Şekil 1. 100 başlık süt sığıru için kompost altlıklı barınak planı

3. Barınak Yapımı ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

KAB'larda toplam kapalı alan ile altlıklı alan yani dinlenme alanı farklı düşünülmektedir. 100 başlık inek için planlanan bir ahırın detayları ve ölçüleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Kompost altlıklı alan dinlenme ve gezinme alanı olarak kullanılmakta, altlıkla birlikte gübrenin de depolandığı bu alan hayvanlara daha yumuşak, geniş ve nemin emildiği ferah bir çevre sunmaktadır.

Tüm sığır barınaklarında olduğu gibi KAB'larda da doğal havalandırmadan özellikle yaz rüzgarlarından en iyi şekilde yararlanılması için yer seçimi önem taşımaktadır. Barınak tabanları beton veya kil topraktan yapılabilir. Betonun maliyetinin yüksek olması ve herhangi bir avantajının da olmaması nedeniyle KAB'larda zeminin toprak veya killi

topraktan yapılması tercih edilmektedir. KAB yaparken yerleşim yeri belirlendikten sonra barınağın taban alanının ölçülendirilmesi yapılır. Burada kaç baş inek için barınak planlandığı esas alınır. Büyük cüsseli inekler için en konforlu barınak tesisinde inek başına 10 m² dinlenme ve gezinme alanı (kompost alanı) hesap edilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 100 inek için 1000 m² kompost altlıklı alan gerekir. Barınağın boyutları belirlenirken yemlik boyutları esas alınır. İnek başına 60 cm yemlik uzunluğu düşünüldüğünde 60 m (100 baş x 0,60 m) barınağın uzun kenarının ölçüsü olarak bulunur. Bu ölçü, hem barınağın hem de kompost alanının uzunluğudur. Buna göre kompost alanının kısa kenarı ise 16,7 m (1000 m² / 60 m) olarak hesaplanır. Zemini beton olan yemleme alanının genişliği ineklerin yem yemesi esnasında arkasından bir ineğin rahat bir şekilde geçmesine imkan verecek şekilde 4 m olarak

planlanmalıdır. Buradan hareketle yemleme alanı 240 m² (4 m x 60 m) olarak hesaplanır. Yemlik için yemleme alanına bitişik çatılı alan altında 2 m genişliğinde bir alan bırakılır. Böylece yemlik alanı 2 x 60 = 120 m² olarak hesaplanır. Suluklar, kompostlu alan duvarının yemleme alanına bakan tarafına yapılmalıdır. 25 ineğe 1,0 metre uzunluğunda ve 0,6 m genişliğinde bir suluk yeteceği için 100 inek için 0,6 m²'lik 4 adet suluk düşünülür.

Kompost alanın etrafı kompost altlığın dağılması için 1,2 m yüksekliğinde beton duvarla çevrilir. Bu duvar panellerle de inşa edilebilir. Duvarın üstüne çit çekilmesi önerilir. Gerek yemleme alanına geçiş için gerekse dışarıdan hayvanların, kamyon ve diğer benzeri araç-gereçlerin geçişleri için kompost alanın uzun kenarların her ikisinde de 4'er metre genişliğinde üçer adet giriş açıklığı bırakılır. Altlığın ıslanmaması ve suluk yüksekliğinin değişmemesi için suluklar yemleme alanı tarafındaki geçişlerin hemen kenarına 4 adet olarak yapılması tavsiye edilir.

Barınak yan duvarları 5 m yükseklikte yapılmalıdır. Kompostun dağılmaması için içeriden 1,2 m yükseklikte yapılan beton duvar nedeniyle bu yüksekliğin daha az olması havalandırmanın yeterince yapılamamasına neden olur. Bu duvar altlığın eşit şekilde dağılmasını ve daha fazla depolanmasını sağlar. İhtiyaç olduğunda kapatılmak üzere barınak kenarlarına perde sistemi yerleştirilebilir. Havalandırma için her bir metre barınak genişliğine 2 cm ve toplamda en az 30 cm olmak üzere fener açıklığı bırakılır. Yaz ve bazen kış aylarında yeterli havalandırma için vantilatörler yerleştirilebilir. Ahır içindeki inekler ve kompost tarafından üretilen ısı ve nemin uzaklaştırılması için uygun ve yeterli havalandırma yapılması gerekir. Yağışların kompost altlığı ıslatmaması için bir metre saçak yapılmalıdır. Çatı oluklarının yapılması, yağmur sularının sıçramalarla ahır etrafını ve kompost altlığı etkileme riski de azaltılmış olur [2, 11, 25, 27].

3.1. Barınağın Havalandırılması

Süt sığırı barınaklarında havalandırmanın yeterli ve uygun olması gerekir. Genelde kompost altlıklı barınaklarda doğal havalandırmadan yararlanır. Özellikle yaz aylarında barınağın bölgenin hakim rüzgarlarını alması istenir. Yanlardan giren hava kompost yüzeye çarparak beraberinde götürdüğü

nem ve gazlarla birlikte çatıda bulunan açıklıktan dışarıya çıkar. Ancak çoğu zaman sıcaklık, bazen de rutubetin fazla olması nedeniyle doğal havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda ek havalandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kompostlama işlemi esnasında önemli düzeyde ısı açığa çıktığı için ek havalandırma zorunlu olabilmektedir. Yüksek hacimli düşük hızlı fanlar sıcaklık stresini azaltmak, ortamdaki nemi uzaklaştırmak ve kompost yüzeyini kurutmak için kullanılabilir. Fanlar kompost yüzeyine doğru üfleme yapmalı ve doğal rüzgarlara karşı olmamalıdır. Fanlar yeterli olmadığında hava sirkülasyonunun olmadığı ölü noktalar oluşur ve inekler bu noktalarda durmak veya dinlenmek istemezler. Bu nedenle diğer bölgelerde daha fazla gübre olurken bu bölgelerde gübre az olduğu için kuruma ve buna bağlı olarak kompostlamanın az veya hiç olmaması söz konusu olur [11, 27].

Kompost Altlığın Uygulanması ve Yönetimi

1. Altlık materyalinin temini ve uygulanışı

Kompost materyali olarak odun talaşı, testere talaşı, sap, saman, mısır sapı, soya fasulyesi samanı, palan-ya artıkları, yonga gibi organik maddeler kullanılır. Genelde kuru ince parçalanmış ağaç yongası veya hızar talaşı kullanılması daha iyi sonuç vermektedir. Bazı yetiştiriciler emiciliği artırması için kompost materyaline parçalanmış gazete, duvar kağıdı vb. ilave ederler. Soya samanı, mısır sap ve koçanları, ince kıyılmış buğday samanı gibi altlık materyalleri denenmiştir. Ancak en iyi sonuçlar talaş ve yonga materyallerinden alınmıştır. Maliyeti azaltmak amacıyla diğer materyallerin hızar talaşı veya yongaya belirli oranlarda karıştırılarak uygulanması önerilmektedir [27].

Ardıç, ceviz ve kiraz ağaç yongası ve talaşının altlık olarak kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Ardıç ağacında antimikrobiyal etkisi olan doğal yağlar bulunduğu komposttaki mikrobiyal aktiviteyi durdurduğu, kompostun ıslak ve soğuk kalmasına neden olduğu ifade edilmektedir. Ceviz ve kiraz gibi sert ağaçlardan elde edilen talaşların emiciliği de az olmaktadır. Az miktarda ceviz talaşının atlarda laminitis yaptığı belirtilmektedir [9, 16]. Sap ve samanının nem emme ve kompostlama kapasitesinin az olması nedeniyle tek başına KAB'da altlık olarak kullanılmaması gerekir.

Kompost altlık olarak hızar talaşı veya ince kıyılmış yonga ahır tabanına 40-50 cm kalınlığında serilir. İsrail’de kompostlama işlemine yağ ekstraksiyonundan elde edilen inorganik artıklar veya kurutulmuş gübre serilerek başlanır [28]. Kompost altlıklı barınaklar için ideal altlık malzemesinin kuru, 2,5 cm’den daha kısa parçalanmış, yapısal bütünlüğü olan, su çekme ve tutma kapasitesi yüksek olması gerekir. Altlık materyalinde nem oranı yükseldikçe, yeni altlık materyali eklenmelidir. Ahırdaki inek yoğunluğuna, hava şartlarına ve hava değişimine bağlı olarak 1 ile 5 hafta aralıklarla 10-20 cm kalınlığında taze altlık ilave edilir. Havadaki nem yükseldikçe daha fazla altlığa ihtiyaç bulunmaktadır. Belli aralıklarla altlık ilave edilmesi durumunda, altlığın depolanması ve dağıtılması için ekipmanların olması gerekir. Altlığın kolay temin edilmesi halinde her ihtiyaç duyulduğunda tedarikçiden talep edilebilir. Hayvan başına 10 m² yatma alanı olan bir barınakta inek başına talaş ihtiyacı yaklaşık 25 m³ kadardır. Bu tip barınak planlaması yapmadan önce henüz işin başında ihtiyacın nereden temin edileceği ve maliyetinin hesap edilmesi gerekir [10, 21, 25].

2. Altlığın Karıştırılması ve Havalandırılması

Kompostlamak üzere serilen altlığın günde en az iki kez karıştırılarak havalandırılması gerekir. Karıştırma işlemi kültivatör, kazayağı, barana gibi aletlerle 25-30 cm derinliğinde yapılır. Karıştırma işleminin ilk başlarda 20 cm derinlikte, bir ay sonrasında ise 30 cm derinlikte ve inekler sağım ünitesine gittiklerinde yapılması önerilmektedir. Böylelikle ineklerin rahatsız olması önlenmiş olur. Karıştırma işlemi altlığı havalandırarak aerobik bakterilerin için gerekli O₂’ni sağlayarak kompostlamanın hızlanmasını sağlar. Diğer taraftan altlık yüzeyindeki gübre ve idrarın karışmasını da sağlayarak sağımdan dönen ineklere daha kuru ve taze bir zemin hazırlanmış olur. Altlık yüzeyinde ineklerin yürümesini, dolaşmasını ve yatmasını engelleyecek veya yaralanmalara sebep olabilecek seviye farklılıklarının olmamasına dikkat edilmelidir [27].

Karıştırma ve havalandırma altlığın sıkışmasını ve topaklanmasını engeller. Altlığın sıkışması havalandırmanın olmamasına ve altlık sıcaklığının düşmesine dolayısıyla altlık neminin yükselmesine neden olmaktadır. Tüm bunların kompost üzerinde olumsuz etkileri görülmektedir.

İsrail’de gübrenin kültive edildiği yeni bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde ABD’de uygulanandan farklı olarak altlık materyali kullanılmaktadır. Daha önce elde edilen 30 cm derinliğindeki kuru gübreden oluşan altlığın üzerine diğer bölümlerden getirilen ıslak gübre dağıtılmakta ve günlük olarak derin bir şekilde kültive edilerek aerobik dekompozisyon sağlanmaktadır. Böylelikle yağ gübreye yataklık gübresi karıştırılarak kompost altlık haline getirilmektedir [28].

3. Altlık Sıcaklığı ve Nem Düzeyi

Kompostlama işlemi aerobik mikroorganizmaların oksijen tüketerek CO₂, nem ve ısı ürettiği doğal bir süreçtir. Gübre, idrar ve altlık; kompostlama için gerekli olan karbon, azot, su gibi besin maddeleri ile mikroorganizmaları sağlar. İdeal bir kompostlama işlemi için kompost sıcaklığının 55-60°C ‘de ve %50-60 nem düzeyinde olması gerekir. Bununla birlikte kompost sıcaklığının 45-65°C arasında olması da kabul edilebilir bulunmaktadır. Bu sıcaklıklarda organik maddeler oldukça hızlı parçalanmaktadır.

Fermentasyon işleminin başlaması, devam etmesi ve tamamlanması için altlık sıcaklığının ve nemin kontrol altında tutulması gerekir. Bu nedenle bir önceki başlık altında belirtildiği gibi altlık materyalinin karıştırılması ve havalandırılması şarttır. Sıcaklık düşük olursa kompostlama işlemi başlayamaz veya çok yavaş gerçekleşir. Sıcaklık çok yüksek olduğunda ise fermentasyonu yapan faydalı bakteriler yok olarak kompostlama tamamen durur. Kompost altlığın üst yüzeyindeki sıcaklık, çevre sıcaklığına yakın değerlerde olurken kompost altlığın derinliğine doğru gidildikçe sıcaklığın arttığı görülür.

Altlık nemi çok düşük olursa bakterilerin ihtiyacı olan su yetersiz olmakta, kompost ısınmamakta ve dolayısıyla kompostlama da olmamaktadır. Nem çok yüksek olduğunda ise O₂ yetersizliğine bağlı olarak ortam anaerobik hale gelmekte ve yine kompostlama durmaktadır.

Altlık sıcaklığı ve nem seviyesi fermentasyon için çok önemli olması nedeniyle altlığın sıcaklık ve nem düzeyi sık sık kontrol edilmelidir. Sıcaklık ve nem ölçümleri için elektronik ölçüm aletleri bulunmaktadır. İlk başlarda ölçümler yapılırsa da zamanla gözle ve altlığın elle muayenesi ile uygun değerlerin bulunup bulunmadığı anlaşılabilir. Altlıktaki

nemin kontrolü için bir miktar altlık alınır ve iyice sıkılır, dışarıya su çıkıyorsa altlık çok ıslak; altlık top haline gelmiyorsa, hemen dağılıyorsa altlık çok kuru; altlık top haline geliyor ve gevşek, kabarık, yumuşak görünümde ise kompostlama işleminin iyi bir şekilde devam ettiği anlaşılır. Diğer taraftan yüksek nem sıcaklığın düşmesine ve O₂'nin azalmasına da neden olur. Kompostlama işleminin uygun devam edip etmediğinin daha zor olsa da pratik bir göstergesi altlıktaki C:N oranıdır. Normalde 25:1 ile 30:1 arasında olması gereken bu oran 25:1'in altına düştüğünde barınakta amonyak kokusu başlar. Kompostlamanın normal olduğu bir barınakta amonyak kokusu hissedilmez.

Nemli ve soğuk havalar kompostun iç sıcaklığını düşürerek buharlaşma yoluyla su kaybını azaltır ve kompost için uygun nem oranının (%55) korunması için daha fazla altlığa ihtiyaç duyulur.

Altlıkta nem oranının yüksek olup olmadığı yatan inekler ayağa kalktıklarında altlığın ineğin vücuduna yapışıp yapışmadığına bakılır. Altlık ineğin vücuduna yapışıyor ise nem oranının yükseldiği ve dolayısıyla yeni altlık eklenmesi gerektiğine kanaat getirilir [2, 7, 27].

4. Altlığın (Kompostun) Uzaklaştırılması

Kompost altlıklı barınaklarda gübrenin uzaklaştırılması yemleme ve dinlenme alanında farklı şekilde olmaktadır. Yemleme alanı betondan yapılmaktadır. İnekler günlük gübrenin %25 kadarını yemlik ve sulukların bulunduğu alanda çıkarırlar. Çok az yettiştirici yemlik alanına altlık sermektedir. Bazıları yemlik alanına az miktarda kompost dökerler. Yemleme alanı günde iki kez sıyrılarak temizlenir. Sıyrılan gübre dışarıda yığın şekline getirilebilir, küçük çukurlarda toplanabilir, başka bir yere taşınabilir veya başka bir şekilde değerlendirilebilir. Yemlik yolundan sıyrılan gübrenin kompost üzerine atılması tavsiye edilmemektedir. Bu gübre üniform atılmayacağı gibi daha fazla talaş vb. ihtiyaç olacaktır. Kompost altlık 1,0-1,2 m'ye kadar barınakta biriktirilebilir. Bu yükseklikte ineklerin duvardan aşağıya düşmesini engelleyecek duvar üstüne bariyerlerin yapılması gerekir. Genelde 6 ay ile 1 yıl aralığında altlık temizlenir. İyi bir kompost; toprak kıvamında, yumuşak ve kuru maddesi %40-50 düzeyindedir. Kompost altlığın temizlenmesi sonbaharda yapıldığı takdirde bir sonraki kompostlama işleminin kış

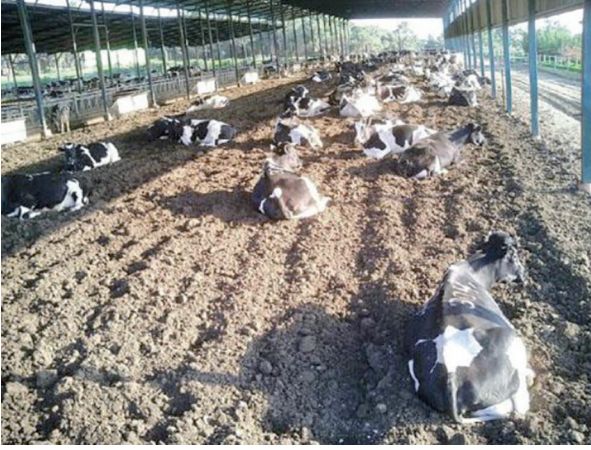
başlamadan devreye girmesi sağlanmış olur. Diğer taraftan kompostlama alanının yaz ayları için yeterli düzeyde olmasına yönelik olarak ilkbaharda bir miktar kompost altlık ahırdan uzaklaştırılabilir. Barınağı temizlerken kil veya toprak olan zemine zarar verilmemelidir. Bir sonraki kompostlama işlemini hızlandırmak için 15 cm kadar kompost altlığın zeminde bırakılması tavsiye edilmektedir [18, 25, 27]. Ahırdan uzaklaştırılan fermente kompost başta organik tarım yapılan araziler olmak üzere diğer arazilerin gübrenmesinde kullanılmaktadır.

Kompost Altlıklı Barınakların Hayvan Refahına ve Sağlığına Etkisi

Doğal ve suni havalandırmalı serbest dolaşımli ve kum altlıklı barınaklar ile kompost altlıklı barınakların bazı parametrelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada topallık prevalansı kompost altlıklı barınaklarda (%4,4), doğal havalandırmalı (%13,1) ve suni havalandırmalı (%15,9) serbest dolaşımli barınaklardan daha düşük olmuştur. Diz lezyonlarının prevalansı kompost altlıkta (%3,8) olurken yarpay (%31,2) ve doğal (%23,9) havalandırmalı kum altlıkta daha yüksek bulunmuştur. Hijyen skoru (1=kirli; 5=çok temiz) bakımından kum altlıklı barınaklar arasında (2,83 ve 2,77) fark bulunmazken kompost altlıklı barınağın [3,18] bunlara üstünlük sağladığı belirlenmiştir. Vücut kondüsyon skoru, solunum sayısı, mastitis prevalansı ve mortalite oranı bakımından bu üç barındırma sistemi arasında fark bulunmamıştır [18, 32].

Değişik kompost altlık materyali kullanan altı işletmede, ortalama hijyen skoru 3,1; topallık oranı %9,1; ciddi topallık oranı %2,5; ılımlı diz lezyonu %10,5; ciddi diz lezyonları %3,8 C:N oranı 17,8; kuru madde oranı %37,3; kompost sıcaklığı 31,7°C; SCC 425.000 adet/ml olarak bulunmuştur [37].

İtalya'da araştırmadan en az iki yıl önce kompost altlığa dönüştürülmüş 10 süt sığırı işletmesinde yapılan bir çalışmada yetiştiricilerin memnuniyet oranı ölçülmüştür. 1-4 (çok memnun) skalası üzerinden ortalama hayvan refahı 3,65; meme sağlığı 3,25; tırnak ve bacak sağlığı 3,50; fertilité 3,13; ineğin temizliği 3,0; yönetim kolaylığı 2,88; süt verimi 3,00 ve maliyetler 2,63 puan almıştır [31]. Kompost altlık bakımından maliyet ve yönetim kolaylığı dışında genel memnuniyet oranının oldukça yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 2. İsrail'de altlık olarak kullanılan kurutulmuş gübre [22]



Şekil 5. Hollanda'da sağlam konstrüksiyonlu kompost altlıklı bir barınak [22]



Şekil 3. Hollanda'da kompost altlıklı bir barınak [22]



Şekil 6. Suluklar, kompost altlık dışına yerleştirilerek altlığın ıslanmasının önüne geçilir [25]



Şekil 4. İsrail'de gübre kompost altlıklı barınak [5]



Şekil 7. Kompost altlığın karıştırılması [39]



Şekil 8. Kompost altlığın karıştırılarak havalandırılması ve buharlaşması [39]



Şekil 11. Sıcaklık stresinde ineklerin hava akımı olan bir yerde toplanması [38]



Şekil 9. İnekler barınakta iken altlığın karıştırılması [6]



Şekil 12. Kompost altlıklı bir barınakta dinlenen inekler [1]



Şekil 10. Örnek bir kompost altlıklı barınak [4]



Şekil 13. İyi yönetilen bir kompost altlıklı barınak ineklerin doğal davranışlarını göstermesini ve kuru dinlenme alanı sağlayarak ayak, bacak ve meme sağlığının korunmasına yardımcı olur [11]

Başka bir barınak tipinden kompost barınağa transfer edilen bir sığır sürüsünde topallık görülme sıklığının %23,7' den %3,4'e düştüğü bildirilmiştir [36].

İsrail'de kompost altlıklı barınaklardaki sığırlarda hiç diz lezyonu ve vücut lezyonuna rastlanılmadığı belirtilmiştir [28]. Fulwider ve ark. (2007), altlık olarak kum, su yatakları ve kauçuk kullanılan barınaklardaki ineklerde ön ve arka diz lezyonlarını sırasıyla %25,0; 35,2 ve 71,6 olarak bildirirken kompost altlıklarda diz lezyonlarına rastlanmadığını belirtmişlerdir.

Başka bir sistem barınakta barındırılırken kompost altlıklı barınağa getirilen ineklerde mastitis insidansında düşüş gözlenmiştir. Mastitis göstergesi olarak SCC, 200.000 adet/ml'den yüksek olan bireylerin oranı esas alınmıştır. Önceki barınakta bu oran %35,4 iken kompost altlıklı barınakta %27,7 düzeyine düşmüştür. Süt verimi de inek başına yıllık 955 kg artmıştır [8].

İsrail'de bulunan kompost altlıklı üç çiftlikte bir yıllık klinik mastitis insidansı sırasıyla %3,4; 28,4 ve 0,0 olarak bildirilmiştir. Klinik mastitis vakası görülmeyen çiftlikte 20 cm derinlikteki altlık sıcaklığı en yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda en temiz inekler de bu çiftlikte tespit edilmiştir. Ancak üçüncü çiftlikte en yüksek SCC elde edilmiştir. Bu çalışmada kompost altlıklı alandaki amonyak konsantrasyonu beton yemlik yakındaki amonyak konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur [28].

Black ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada komposttaki C:N oranı 30:1 ile 35:1 arasında olduğunda *Escherichia coli* en yüksek konsantrasyona çıktığı, *Stafilokok* sayısının çevre sıcaklığıyla birlikte artış gösterdiği ve *Streptokok* sayısının inek başına düşen dinlenme alanı ve kompost sıcaklığı arttıkça düştüğü ve çevre sıcaklığı ile nem oranı arttıkça arttığı bulunmuştur.

Kompost altlıklı barınak (getirildikten 12 ay sonraki veriler) ile başka bir barındırma sisteminde KAB'a getirilmeden önceki (12 ay öncesi) performanslarının karşılaştırıldığı bir çalışmada süt veriminin arttığı (30,7 ve 29,3 kg/gün), SCC'nin azaldığı (275.510 ve 411.230 adet/ml), buzağılama aralığının düştüğü (13,7 ve 14,3 ay), ilk tohumlama zamanının düştüğü (85,3 ve 104,1 gün) belirlenmiş ve bu değerler arasındaki farklar KAB lehine

önemli bulunmuştur. Ancak gözlenen kızgınlık oranı (%39,5 ve %42,0) bakımından ise KAB aleyhine önemli farklılık bildirilmiştir [13].

Öte yandan, Eckelkamp ve ark. (2016) KAB ve kum altlıklı serbest dolaşimli barınaklardaki ineklerin hareketleri, hijyenleri, diz sağlığı, SCC, klinik mastitis ve tank sütü somatik hücre sayıları arasında farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Avusturya'da sürü büyüklükleri 18-35 inek olan kompost altlıklı 7 çiftlikte yapılan bir çalışmada; ineklerin yatma ve ayakta durma davranışları ve yatış yeri seçimi bakımından çiftlikler arasında önemli farklar bulunmuştur. Yatış yeri seçimi ve yatış süresi altlık materyalinin yapısından ve zeminin şekline çok etkilenmektedir. İneklerin temizlik skoru tüm bölgelerin ortalaması 0,44 olmuştur (0=hiç kir yok, 2= tamamen kirli). En kirli alan arka bacakların altı (0,80) olurken en az kirli bölge memelerin yandan görünüşünde (0,19) bulunmuştur [35]. Bu çalışmada kompost altlıklı barınaklarda total olarak sınıflandırılan inek oranı ortalama %25,4 iken duraklı sistemde bu oran %46 olarak belirlenmiştir. Hörning (2003), ortalama kirliliği duraklı sistemde 0,40, derin altlıklı sistemde 0,59 ve gübrenin temizlenmediği sistemde 0,77 olarak bildirmiştir. Dolayısıyla, Ofner-Schröck ve ark. (2015)'nin bildirdiği temizlik değeri, Hörning (2003)'in duraklı sistem için bildirdiğiyle benzer diğer sistemlerden ise daha iyi olduğu görülmektedir.

Hollanda'da yapılan detaylı çalışmaların sonucu olarak; kompost altlıklı barınaklardaki sürülerde mastitis oranının duraklı sistemlerdeki sürülerden daha düşük olduğu; iyi yönetilen kompost altlıkların ineklere çok iyi yatış konforu sağladığı ve kompostlama esnasında ortaya çıkan sıcaklığın sıcaklık stresi oluşturmadığı; kompost altlıklı sistemde derideki lezyon oranlarının daha düşük bulunduğu; kompost sistemde tırnak sağlığının daha iyi olduğu; C:N oranının sıvı gübreye göre daha yüksek tespit edildiği (N'un daha az mineralize olduğu) bildirilmiştir [23].

Sonuç

Sütçü sığırların barındırılmasında ineklerin konforunu iyileştirmek üzere yeni barındırma sistemleri arayışı günümüzde her zamankinden daha fazladır. Bu sistemlerden biri görece olarak henüz yeni sayı-

lan kompost altlıklı barındırma sistemidir. Yapılan araştırma ve survey çalışma bulguları, iyi yönetilen kompost sistemlerin ineklerin refahını arttırdığını göstermektedir. Bu sistemlerde ineklerin doğal hareket etmelerine, birbirlerini rahatsız etmemelerine ve daha uzun yatış süresine sahip olmalarına olanak tanınmaktadır. İyi bir şekilde kültive edilen altlık materyalinde patojenlerin üremesi engellenmekte, zemin yumuşak olması nedeniyle hayvanla temas eden noktalarda daha az sürtünme gerçekleşmektedir. Böylelikle ineklerde büyük problem olan ayak, tırnak, diz ve bacak lezyonları veya hastalıkları çok daha az görülmektedir. İyi bir havalandırma ile hem fermentasyonla açığa çıkan ısı uzaklaştırılmakta hem de kompost yüzeyi kurutulmakta, böylelikle bakterilerin üremesi ve ineklerin temiz kalması sağlanarak mastitis vakalarının insidansı da azaltılabilmektedir. Bununla birlikte sağım esnasında sağım hijyenine dikkat edilmesi muhtemel mastitis vakalarını engellemek için gereklidir.

Kompost sistemde sıcaklığın düştüğü ve nemin arttığı kış aylarında kompost yüzeyinin kuruması gecikeceği için ineklerin dinlenme zamanı azalabileceğinden havalandırma veya ısıtma ile problemin önlenmesine çalışılabilir. Kompost sistemi hayvan sağlığı ve refahı için iyi bir sistem olmakla birlikte iyi ve düzenli bir yönetime ihtiyacı vardır. Sistemin iyi çalışabilmesi için gerekli işlemlerin tam ve zamanında yapılması önemlidir. Diğer taraftan altlık materyalinin temin etme zorluğu bulunabilir ve maliyeti de önemli bir unsurdur. Bu nedenle böyle bir sistem kurulurken ekonomik analizlerin yapılması gerekir. En iyi kompost altlık materyali kuru talaş ve ince ağaç yongası olduğu bildirilmekle beraber diğer organik materyallerin de değerlendirilmesi düşünülebilir. Bunların bir kısmı ile çalışmalar yapılmıştır. Bölgesel olarak değerlendirilebilecek materyaller her yerde bulunabilir. Türkiye’de henüz çok yeni olan bu sistemin yaygınlaşması için tanıtım ve eğitim çalışmaları yapılabilir.

Kaynaklar

- Anonim (2007): Compost bedded pack dairy barns. Manure Management Technology Development Team East National Technology Support Center, Volume:3. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1096993.pdf
- Anonim (2008): Compost barn basics, DeLaval. Erişim Adresi: <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Housing/Compost-barn-basics/> Erişim Tarihi: 09.03.2018.
- Anonim (2018a): Composting for the Homeowner, The Science of Composting, University of Illinois. Erişim Adresi: <https://web.extension.illinois.edu/homecompost/science.cfm> Erişim Tarihi: 08.03.2018
- Anonim (2018b): Bedded Pack Barn, Clear Heights Construction LLC, 3375 92nd St SW, Byron Center, MI 49315. Erişim Adresi: <http://www.chconstructionmi.com/projects/bedded-pack-barn.html>, Erişim Tarihi: 05.04.2018
- Anonim (2018c): Progressive Dairy Operators (PDO), Past Events, Israil Tour. Erişim Adresi: <http://www.lho-ontario.ca/israel2/1/lg/P1070059.htm>, Erişim Tarihi: 05.04.2018
- Anonim (2018d): New York Farm Viability Institute Inc, Evaluation of a New Compost Dairy Barn Facility in New York State (Project Leader: Joan Petzen; Co-Leaders: Rebecca Ireland-Perry, Bruce Tillapaugh; Lead Organization: CCE Wyoming County; Other Organizations: Cornell University. Erişim Adresi: <http://ny-fvi.org/default.aspx?PageID=2413&ProjectID=56>, Erişim Tarihi: 05.04.2018
- Barberg AE, Endres MI, Janni KA (2007a): Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, 23(2): 231-238.
- Barberg AE, Endres MI, Salfer JA, Reneau JK (2007b): Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 90(3):1575-1583.
- Bernal MP, Albuquerque JA, Moral R (2009): Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, 100: 5444-5453. doi:10.1016/j.biortech.2008.11.027.
- Bewley JM, Shane JL (2018): Compost-Bedded Pack Barns in Kentucky, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, KY, 40546, ID-178.
- Bewley J, Taraba J, Day G, Black R, Damasceno F (2018): A Virtual Guide to Compost Bedded Pack Barn Design Features and Management Considerations. <https://www.yumpu.com/en/document/view/11698402/a-virtual-guide-to-compost-bedded-pack-barn-design-agrinet>.
- Bishop PL, Godfrey C (1983): Nitrogen transformation during sewage composting. *Biocycle*, 24, 34-39.
- Black RA, Taraba JL, Day GB, Damasceno FA, Bewley JM (2013): Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of Dairy Science*, 96(12): 8060-8074.
- Black RA, Taraba JL, Day GB, Damasceno FA, Newman MC, Akers KA, Wood CL, McQuerry KJ, Bewley JM (2014): The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. *Journal of Dairy Science*, 97 (5): 2669-2679.
- Burton H, Turner C (2003): Manure management, Second ed. Treatment Strategies for Sustainable Agriculture Silsoe Research Institute, Lister and Durling Printers, Flitwick, Bedford, UK.
- Cassens DL, Hooser SB (2005): Laminitis caused by black walnut wood residues. Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, IN 47907, FNR-254.
- Eckelkamp EA, Taraba JL, Akers KA, Harmon RJ, Bewley JM (2016): Sand bedded freestall and compost bedded pack effects on cow hygiene, locomotion, and mastitis indicators. *Livestock Science*, 190: 48-57.
- Endres MI (2012): Bedding options for dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, Volume 24: 361-369.
- Endres MI, Janni KA (2007): Compost bedded pack barns for dairy cattle. University of Minnesota Dairy Extension, University of Minnesota, St. Paul, MN.
- Fulwider WK, Grandin T, Garrick DJ, Engle TE, Lamm WD, Dalsted NL, Rollin BE (2007): Influence of free-stall base on tarsal

- joint lesions and hygiene in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90(7): 3559-3566.
21. Galama PJ (2011): Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Bedded pack barns project manager, Wageningen UR Livestock Research, 1-74.
 22. Galama P (2014): On farm development of bedded pack dairy barns in The Netherlands. Wageningen UR Livestock Research, Livestock Research Report 707. ISSN 1570 – 8616. Wageningen, Netherlands.
 23. Galama PJ, de Boer HC, van Dooren HJC, Ouweltjes W, Driehuis F (2015): Sustainability aspects of ten bedded pack dairy barns in The Netherlands. Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 873. Wageningen, Netherlands.
 24. Hemming D (2012): *Animal Science Reviews 2011*, ISBN-13: 978-1780640174, 256 Pages, CABI Publishing, UK.
 25. House HK (2015): *Compost Bedding Pack Barns*, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Guelph, ON.
 26. Hörning B (2003): *Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufstallsystemen: unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes*. Postdoctoral Thesis, Universität Kassel, Witzenhausen, Germany.
 27. Janni KA, Endres MI, Reneau JK, Schoper WW (2007): Compost dairy barn layout and management recommendations. *Applied Engineering in Agriculture*, 23(1): 97-102.
 28. Klaas IC, Bjerg B, Friedmann S, Bar D (2010): Cultivated barns for dairy cows, *Dansk Veterinærtidsskrift*, 93(9): 20-29.
 29. Lang B, House HK, Anderson NG, Rodenburg J (2012): *Free Stall Housing Manual*. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Guelph, ON.
 30. Larney FJ, Hao X (2007): A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. *Bioresource Technology*, 98, 3221–3227. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.07.005.
 31. Leso L, Uberti M, Morshed W, Barbari M (2013): A survey of Italian compost dairy barns. *Journal of Agricultural Engineering*, XLIV:e17: 120-124.
 32. Lobeck KM, Endres MI, Shane EM, Godden SM, Fetrow J (2011): Animal welfare in cross-ventilated, compost bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *Journal of Dairy Science*, 94(11): 5469-5479.
 33. Mari I, Ehaliotis C, Kotsou M, Chatzipavlidis I, Georgakakis D (2005): Use of sulfur to control pH in composts derived from olive processing by-products. *Compost Science and Utilization*, 13, 281–287.
 34. Miller FC (1992): Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: Metting, F.B., Jr. (Ed.), *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 515–544.
 35. Ofner-Schröck E, Zähler M, Huber G, Guldemann K, Guggenberger T, Gasteiner J (2015): Compost Barns for Dairy Cows - Aspects of Animal Welfare. *Open Journal of Animal Sciences*. 5(2): 124-131. <http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2015.52015>
 36. Petzen J, Wolfanger C, Bonhotal J, Schwarz M, Terry T, Youngers N (2009): Case study: Eagle view compost dairy barn. Cornell Cooperative Extension of Wyoming County, <http://counties.cce.cornell.edu/wyoming>
 37. Shane EM, Endres MI, Janni KA (2010): Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: A descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, 26: 465–473.
 38. Taraba J (2013): *Compost Bedded Pack Barns - Composting and Design Considerations*. Department of Biosystems and Agricultural Engineering University of Kentucky. <http://www.southerndairy-conference.com/Documents/2013Taraba.pdf>.
 39. Tyson J (2013): *Guidelines for Managing Compost Bedded-Pack Barns*. The Dairy Practices Council®, Publication: DPC 110, Prepared by Farm Buildings and Equipment Task Force, John Tyson (Director); (Primary Authors: Jeffrey Bewley and Joseph Taraba; Contributors: Dan McFarland, Paul Garrett, Robert Graves, Brian Holmes, David Kammel, John Porter, John Tyson, Stanley Weeks, Peter Wright).