



A New Proposal for Increasing Production Capacity and Energy Saving in Mixed Feed Production

Duygunur ÖZCEN¹ Mehmet Metin ÖZGÜVEN^{1*}

¹Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, University of Gaziosmanpaşa, Tokat -TURKEY

(*): Corresponding author, metin.ozguven@gop.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the feed production stages of a feed factory in Bursa province were analyzed and time analyzes were made at 20 feed parties. In the time analyzes, time analysis was performed for the dust turns and the lost times were recorded. Energy losses were calculated by time analysis of 59 feed time periods without dust return and dust return recorded in pellet presses. As a result of the calculations, dust return tanks are presented as a solution in order to increase capacity in the feed factory and to save energy. According to the records received, 20 min time is gained in the time of dust return and capacity increase will be ensured. The amount of dust feed in the feeds going through the monthly presses will be reset and 12 211,32 kWh of electricity required for this process will be saved. Turkey is located at the feed factories in October 2018 you considered approved and registered 14 750 business units. A significant amount of energy will be saved when dust return tanks are made in pellet press feeds in enterprises.

RESEARCH ARTICLE

Received: 30.10.2020

Accepted: 11.01.2021

Keywords:

- Mixed feed,
- Pellet press machine,
- Capacity,
- Dust return,
- Energy saving

To cite: Özcen D, Özgüven MM (2021). A New Proposal for Increasing Production Capacity and Energy Saving in Mixed Feed Production. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 2(1): 74-87. <https://doi.org/10.46592/turkager.2021.v02i01.006>

Karma Yem Üretiminde Üretim Kapasitesinin Artırılması ve Enerji Tasarrufu Sağlanması için Yeni Bir Öneri

ÖZET

Bu çalışmada, Bursa ilinde bir yem fabrikasındaki yem üretim aşamaları incelenerek 20 yem partisinde zaman analizleri yapılmıştır. Yapılan zaman analizlerinde pelet yemin pelet pres makinalarından geçme sürelerine bakılarak toz dönüşleri için zaman analizi yapılmış ve yaşanan kayıp zamanlar kaydedilmiştir. Pelet preslerinde kayıt altına alınan toz dönüşlü ve toz dönüşsüz 59 adet yem geçme süresinde zaman analizleri yapılarak, enerji kayıpları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda yem fabrikasında kapasite artırılması ve enerji tasarrufu sağlanması için toz dönüş depoları çözüm önerisi olarak sunulmuştur. Alınan kayıtlara göre yemin toz dönüş zamanında 20 dk zaman kazanılarak kapasite artırımı sağlanmış olacaktır. Aylık olarak preslerden geçen geri dönüşlerdeki toz yem miktarı sıfırlanacak olup bu işlem için gerekli olan 12 211,32 kWh'lık elektrik enerjisinden tasarruf edilecektir. Türkiye'deki yem fabrikaları göz önünde bulundurulduğunda 2018 yılı Ekim ayında onaylı ve kayıtlı 14 750 adet işletme bulunmaktadır. İşletmelerdeki pelet pres yemlerinde toz dönüş depoları yapıldığında önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanacaktır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 30.10.2020

Kabul tarihi: 11.01.2021

Anahtar Kelimeler:

- Karma yem,
- Pelet pres makinası,
- Kapasite,
- Toz dönüşü,
- Enerji tasarrufu

Alıntı için: Özcan D, Özgüven MM (2021). Karma Yem Üretiminde Üretim Kapasitesinin Artırılması ve Enerji Tasarrufu Sağlanması için Yeni Bir Öneri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 2(1): 74-87.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v02i01.006>

GİRİŞ

Bitkisel ve hayvansal üretimde öncelikli hedef; ekonomik, sürdürülebilir ve üretken işletmeciliğin sağlanmasıdır. Bu hedef doğrultusunda tarımsal üretimin önemli bir kolu olan hayvansal üretimde öncelikle et ve süt verimi yüksek ırklarla yetiştiricilik yapılması tercih edilmesidir. İkinci olarak hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesi ile bireysel potansiyelden en yüksek düzeyde yararlanılmaya çalışılmasıdır. Üçüncü olarak ise hayvansal üretim sırasında en büyük kayıplara sebep olan hastalıklara karşı gerekli sağlık önlemlerinin alınması ve hastalıkların erken teşhisiyle gerekli müdahalelerin hemen yapılmasıyla ilaç kullanımının en aza indirilmesidir (Özgüven, 2018). Bilgi teknolojilerinde görülen gelişmeler sonucu verilerin iletilmesi, depolanması ve depolanan verilerin değerlendirme süreçlerine uygulanabilmesi için geliştirilen donanım, algoritma ve yazılımların hayvansal üretimde kullanılmasıyla hassas hayvansal üretim uygulamaları ortaya çıkmıştır. Hassas hayvansal üretim teknolojileri ile sürü yönetimi uygulamalarının doğru ve zamanında yapılmasıyla hayvanların bireysel potansiyelinden en yüksek düzeyde yararlanılmakta, maliyetlerde azalma, ürün kalitesinin artması, hayvan sağlığının korunması ve refah düzeyinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır (Özgüven, 2017).

Tarım ürünlerini işleme süreci çok sayıda modern teknoloji ve ilave kaynak gerektirdiğinden bitkisel ürünlere bir kez daha değer kazandırabilmek, işletmenin bünyesinde yer alan hayvancılık şubesi ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle

hayvancılığın, insan beslenmesinde kullanılmayan veya başka bir kullanım şekli de olmayan çeşitli bitki ve bitki artıklarına katma değer kazandıran önemli bir rolü de vardır. Özellikle belirli kısa dönemlere sıkışmadan yılın her ayında ve sürekli gelir elde edilebilmektedir. Bu özelliği çiftçilerin gelirlerinin artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca toplumların beslenme düzeyinin yükseltilmesi ve ülkenin ileri gelişim aşamalarına ulaşmasında süt ve et gibi hayvansal ürünlerin üretildiği hayvancılık sektörünün diğer sektörlerle nazaran daha önce ele alınması gerektiği konusunda görüşler ileri sürülmektedir ([Işıklı, 1979](#); [Akman ve ark., 1993](#); [Öztürk ve Karkacıer, 2008](#)).

Mera şartlarında yapılan hayvancılıkta genellikle kar elde edilme imkanı daha yüksektir. Bu nedenle çayır ve meraların hayvan yetiştiriciliğinde büyük önemi vardır. Ancak 1950'li yıllardan itibaren tarıma açılmış olan ülkemiz çayır ve meraları 40 milyon ha'dan 12 milyon ha'a düşmüştür. Ayrıca erken, aşırı ve kontrolsüz bir şekilde otlatılması sonucu mera arazilerine ağır zararlar verilmiş, verimliliği azalmış ve büyük ölçüde erozyona maruz kalmıştır. Bu nedenle mevcut meralar hayvan varlığının kaba yem ihtiyacını karşılayacak durumda değildir. Gelişmiş ülkelerde hayvansal üretim için gerekli kaba yem ihtiyacının %80-90'ı çayır meralardan karşılanırken, ülkemizde bu oran nadas alanları dahil sadece %38'dir ([Anonim, 2018](#)).

2019 yılı TÜİK verilerine göre toplam büyükbaş hayvan sayısı 17 milyon 872 bin baş, toplam küçükbaş hayvan sayısı 48 milyon 481 bin baş ve toplam kanatlı hayvan sayısı ise 348 milyon 785 bin baş olarak gerçekleşmiştir ([TÜİK, 2020](#)). Ülkemiz büyük ve küçükbaş hayvan varlığı bakımından dünyada ilk sıralardadır. Ancak hayvanların yetersiz beslenmesi sonucu hayvan başına düşen et ve süt verimi düşüktür. Hayvansal ürünlerin bol ve ucuza üretilmesini etkileyen en önemli faktörlerden biri kaba yem miktar ve kalitesidir. Hayvanlara doyguluk vermek, işkembeyi çalıştırmak ve geviş getirmek için gerekli olan kaba yemler ekonomik ve sağlıklı beslenmenin anahtarıdır ([Adıyaman, 2009](#)).

Hayvansal üretimi etkileyen faktörler çok çeşitli olmakla birlikte bunların bazıları; ıslah, bakım, sürü yönetimi, beslenme, hastalıklarla mücadele, pazarlama, organizasyon, kredi ve sigortadır. Beslenme probleminin başlıca sebebi ise yeterli yem bulunmasında yaşanan zorluklardır ([Acar, 1995](#)). Yeterli kaliteli kaba yem olmayınca bu açık ağırlıklı olarak karma yem ile karşılanmaya çalışılmaktadır. Karma yem ise kaba yeme kıyasla daha pahalıdır. Hayvancılık işletme maliyetlerinin en büyük paya sahip olanı (%70-80) karma yemdir. Karma yem miktar ve kalitesi işletme karlılığını etkilemektedir. Hayvanlardan kaliteli ürün alınabilmesi için hayvanların dengeli ve yeterli düzeyde beslenmeleri gereklidir. Besin maddelerinin dengeli ve doğru miktarlarda verilmemesi verimde düşüşe ve bazı metabolik hastalıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle hayvanların gereksinimlerini karşılayacak uygun rasyonların ekonomik olarak hayvanlara sağlanması gerekmektedir ([Sahan, 2016](#)).

Kaliteli yemde, besin maddeleri ve yem katkıları yem içinde homojen olarak dağılmış olmalıdır. Bunun için, karma yem üretiminde yem içindeki hammadde ve katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılması, yem hazırlama prosesinin kalite koşullarının ve başarı kriterlerinin başında gelmektedir.

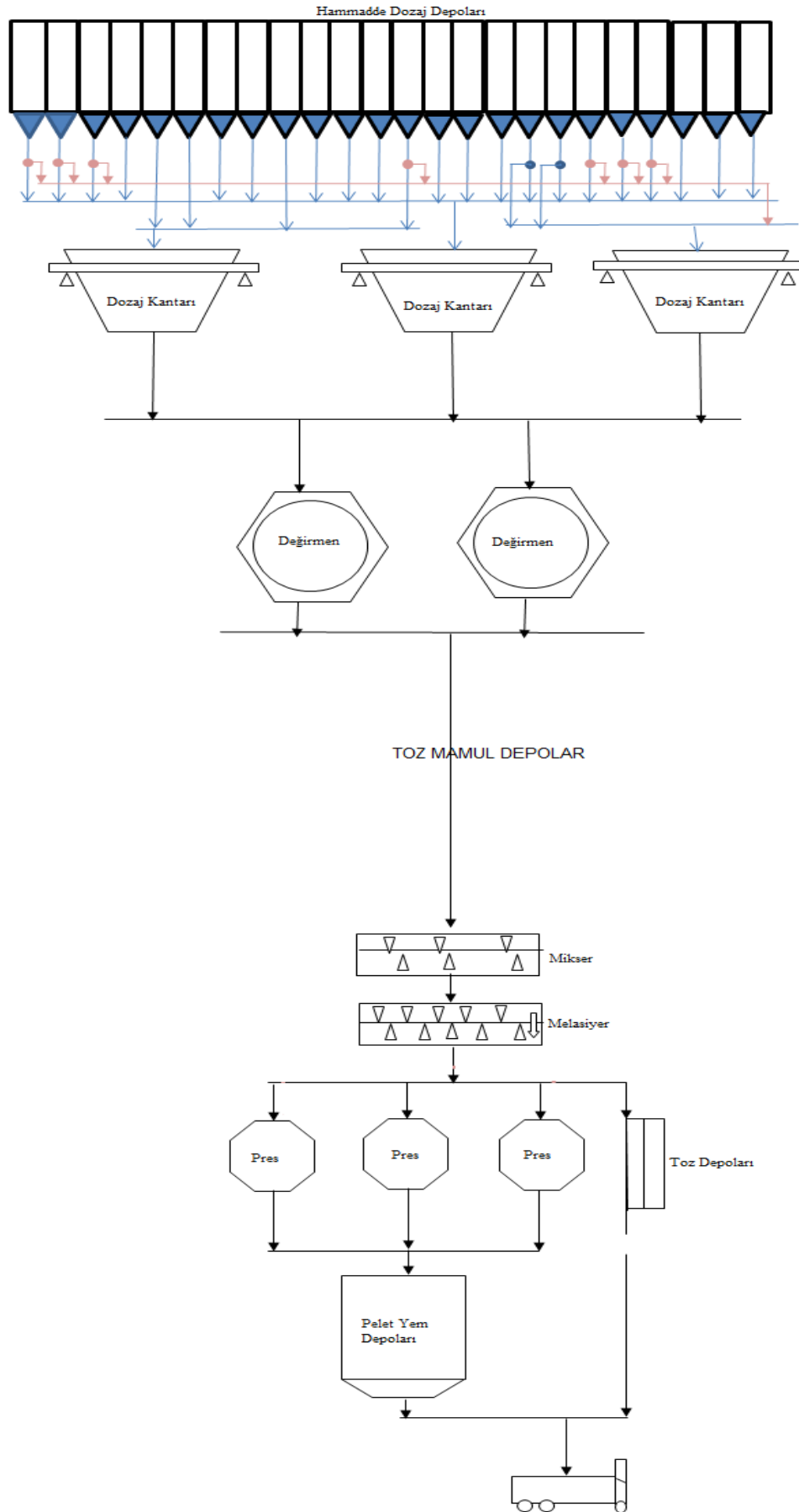
Karma yem, birden fazla hammaddenin homojen olarak bir araya getirilmesiyle elde edilmektedir. Türkiye'nin 2009 yılında 9.4 milyon ton olan toplam karma yem üretimi 2019 yılında 24.9 milyon tona ulaşmıştır. Hayvan sayısının artmasıyla birlikte karma yem üretiminde de artış olmaktadır ([Anonim, 2020](#)).

Bu çalışmada; Bursa ilinde bulunan bir karma yem fabrikasında yem üretim kapasitesinin artırılması ve enerji tasarrufu sağlanması için toz dönüş depoları çözüm önerisi olarak sunulmuştur. Pelet pres soğutucu sistemlerinde toz dönüşü için zaman analizleri yapılarak enerji kayıpları hesaplanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Bursa ilinde yer alan bir yem fabrikasında yem hazırlama prosesine kullanılan ekipmanlar oluşturmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü gibi karma yem üretimi hammaddenin fabrikaya gelmesi ile başlamaktadır. Fabrikaya gelen hammaddelerden uygun şekilde numuneler alınıp laboratuvarında hammadde muayenesinden geçirilerek standartlara uygunluğu kontrol edilmektedir. Standartlara uygun hammaddeler hidrolik liftler sayesinde ızgaralı bunkerlere boşaltılmaktadır. Bu sırada meydana gelebilecek tozlanma aspirasyon fanları ile emilerek siklon yardımıyla geri kazanılmaktadır. Hammaddeler zincirli konveyör, kovalı elevatör, helezon ve vantilatör ekipmanlarıyla ilgili siloya taşınmaktadır. Hammadde taşınırken ilk önce mıknaştan ve çöp eleğinden geçirilerek, hammaddeye olası metal parçalar ve yabancı maddeler tutulmaktadır. Silolardan alınan hammaddeler, dozaj depolarına taşıma ekipmanları ile aktarılmaktadır. Belirlenen reçeteler dijital ortamda otomasyon sisteminin yazılımı yardımıyla sisteme tanımlanmaktadır. Otomasyon sistemine tanımlanan reçetelere bağlı olarak yem hammaddesinin dozaj işlemleri başlatılmaktadır. Prosesin tüm ünitelerinde olduğu gibi, dozajlama da %0.1 hata payı ile bilgisayar kontrolünde yapılmaktadır. Dozajlama ünitesinde yem bileşenlerinin büyük bir kısmını oluşturan tane yemler ve yağlı tohum küspelerinin, ana kütledeki oransal miktarlarına göre kütleli ve/veya hacimsel miktarlarda homojen bir şekilde karıştırılması işlemidir.

Karma yem formasyonundaki dozajlama işlemi bittikten sonra tartılan hammaddeler taşıma ekipmanları ile değirmen üstü bunkere gelmektedir. Hammaddeler uygun eklele donatılmış bir çekiçli değirmende kırıldıktan sonra elenen materyal alt bunkerde toplanmaktadır. Kırma işlemi gerçekleşirken değirmen üzerinde bulunan besleme üniteleri değirmenin devrine göre miktarı ayarlamaktadır. Böylece o partideki tartma ve kırma işlemi gerçekleşmektedir. Kırma işlemi tamamlanan hammaddeler karıştırıcıya (mikser) taşınmaktadır. Karıştırıcı da her farklı yoğunluğa sahip yemin farklı bir karışım süresi vardır. Karışım anında vitaminler ve mineraller mikro dozaj ünitesinden mikser içerisinde katılmasıyla karıştırma işlemi tamamlanmaktadır. Karıştırma işlemi ardından reçetede melas var ise melasiyer veya melasör (melas mikseri) işlemi başlamaktadır. Karışım melasiyerdan geçerken birim zamanda geçen yem miktarı otomatik olarak hesaplanıp flowmetre yardımı ile likit katkının yoğunluğuna göre likit katkılar melasiyere püskürtülmektedir. Melasiyerdeki padıllar yem ile likit katkıları yoğurarak yine homojen bir şekilde karışım sağlanmaktadır. Böylece melasiyerdan çıkan yem, toz yem formunda olmaktadır. Yem toz olarak paketlenecek ise direk depolara, yemin pelet formunda olması isteniyorsa pelet preslerinin üst depolarına taşınmaktadır.



Şekil 1. Örnek fabrikanın proses akış diyagramı.
 Figure 1. Process flow diagram of sample factory.

Pelet Presi

Pelet formda yapılacak olan yemler mikser ve melasyerin ardından toz halde pres üst depolarına gelmektedir. Pelet pres makinesine ilgili yem için gereken ebattaki pelet diski takılmaktadır. Pelet yapımında su buharı çok önemlidir. Pelet kalitesi, buhar kalitesi ile alakalıdır. Pelet presleri, toz yemin 85-90°C'de buharla karıştırılarak, disk ve rulo yardımı ile mekanik olarak sıkıştırılıp, üretimini sağlayan bir makinedir. Buharla pişirilen yem, içindeki nişastanın jelatinize olması sebebi ile hayvanlar için sindirimi daha kolay hale gelmektedir. Hayvanlar için zararlı, hastalık yapıcı bakterilerin (Salmonella) ölmesini sağlamaktadır. Toz yem şartlandırıcıdan geçerken buharla yoğrulup yaklaşık 85-90°C sıcaklığa ulaşınca disk ile rulo arasında basınçla diskten geçip istenilen seviyede ayarlanan bıçaklar vasıtası ile kesilerek soğutucuya inmektedir. Soğutucuda istenilen sıcaklığa kadar soğuduktan sonra soğutucu kapakları açılarak ilgili taşıma yolları ile elekten elendikten sonra mamul depoya taşınarak paketlenmektedir. Elenen partiküller ise peletlenmek üzere tekrar pelet pres toz depolarına gönderilmektedir.

Pelet Soğutucu

Presten pelet formunda sıcak olarak çıkan yemlerin, ortam sıcaklığına soğutulmasında pres soğutucular kullanılmaktadır. Pres soğutucular karşı hava akım prensibine göre çalışmaktadır. Dış ortamdaki hava, soğutucu içerisinde yem ile temas ettirilmesiyle yem sıcaklığı düşmekte ve ısınan havanın aspirasyon sistemi ile ortamdaki uzaklaştırılmaktadır. Soğutucu üzerinde bulunan boşaltma sistemi ile soğutulan yem tahliye edilmektedir. Sıcaklık, gövde üzerinde bulunan sensörler ile kontrol edilmektedir. Aspirasyon ünitesine giden sıcak hava içindeki yem tozları, siklon ile tekrar sisteme geri gönderilmektedir. Soğutucu sonrası pelet yem, sertleşmekte ve böylece paketlemede tozlanma engellenmiş olmaktadır.

İnvertör

İnvertör, bir dönüştürme sistemidir. Enerji tasarrufu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu anlamda enerji tasarrufunu sağlamak amacıyla devrelerdeki frekans ayarını düzenleyen cihazlara da invertör ismi verilmektedir. İnvertörler, alternatif akımı doğru akıma, doğru akımı da alternatif akıma çeviren ve 3 fazlı çalışma sistemine sahip olan, gerilim ve frekansları düzgün bir şekilde ayarlayan cihazlardır. Çalışmanın yapıldığı 2018 yılı Aralık ayında fabrikada 20 defa zaman analiz yapılmış olup, yem üretim aşamaları kayıt altına alınmıştır. Üretim aşamaları; dozajlama süresi, öğütme süresi, mikser karışım süresi ve melas mikseri karıştırma süreleri olmak üzere dört aşamada incelenmiştir. Üretim aşamalarında formül içeriğinde melas olup olmamasına göre iki aşamada inceleme yapılmıştır. İlk incelemeler melaslı yemlerde ikinci aşama melassız yemlerde yapılarak her birinde zaman analizleri incelenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karma Yem Üretim Aşamaları ve Zaman Analizi

Yapılan zaman analizi ile ilgili değerlendirme Çizelge 1'de verilmiştir. Formülasyon içeriğine göre melaslı yemlerde ortalama bir parti yemin 603 s'de yapıldığı ölçülmüştür.

Analizi yapılan yem kodlarında ikinci dijit A, B, C olan yemler kanatlı yemleri, F, G, H, L olanlar ise büyükbaş ve küçükbaş yemlerinin kodlamaları olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Yem geçiş sürelerine ilişkin zaman analizi (Melashlı yemlerde).

Table 1. Time analysis for feed transition periods (in molasses feed).

Yem Kodları	EGCB	GHBA	CBDA	EGCA	EHBA
Dozajlama Süresi (s)	182	165	65	142	130
Öğütme Süresi (s)	182	122	150	135	142
Mikser Karışım Süresi (s)	140	140	140	140	140
Melas Mikseri Geçiş Süresi (s)	165	188	145	196	180
Toplam (s)	669	615	500	613	592
Yem Kodları	GGLA	EAAM	EHBA	EHBA	EGDA
Dozajlama Süresi (s)	155	130	184	88	105
Öğütme Süresi (s)	99	198	116	135	150
Mikser Karışım Süresi (s)	140	140	140	140	140
Melas Mikseri Geçiş Süresi (s)	191	168	211	191	192
Toplam (s)	585	636	651	554	587
Yem Kodları	ECAA	EGCA	CHBA	EFBA	EHBA
Dozajlama Süresi (s)	102	164	110	165	145
Öğütme Süresi (s)	160	127	201	185	178
Mikser Karışım Süresi (s)	140	140	140	140	140
Melas Mikseri Geçiş Süresi (s)	165	201	162	152	132
Toplam (s)	567	632	613	642	595

Çizelge 1 incelendiğinde melashlı yemlerde en fazla geçiş süresi melas mikserinde, ardından mikserde ve öğütme aşamalarında saptanmıştır. Melas mikserine uğramayan yemlerde ise geçiş süresi ortalama 428 s olarak kaydedilmiştir. Çizelge 2’de ölçüm yapılan zaman analizleri verilmiştir.

Çizelge 2. Yem geçiş analizi (Melassız yemlerde).

Table 2. Feed transition analysis (in feeds without molasses).

Yem Kodları	ECDF	ECDF	EBEA	ECBG	ECDD
Dozajlama Süresi (s)	130	200	129	102	106
Öğütme Süresi (s)	145	161	108	168	195
Mikser Karışım Süresi (s)	140	140	140	140	140
Toplam (s)	415	501	377	410	441

Çizelge 2 incelendiğinde melassız yemlerde en fazla geçiş süresi öğütme, ardından mikser aşamalarında gerçekleştiği görülmektedir.

Yem yapılma analizlerine göre fabrikada bir vardiyada melashlı yem üretimi ve melassız yem üretimi yapıldığında bir parti yem ortalama 6 ile 7 dk arasında yapılmaktadır.

Pres Yem Geçiş Aşamaları ve Toz Dönüş Çalışma Süresi

17-22.12.2018 tarihleri arasında fabrikada pres yem geçiş süreleri ve preslerdeki yemin toz başlangıç ve bitiş süreleri incelenmiştir (Çizelge 3). Çalışma sırasında pelet presleri üç vardiya boyunca çalışmış olup geçen yemler kayıt altına alınmıştır. İncelemelerde pelet pres 1 ve pelet pres 2 yemlerini çalışan pres makinalarında büyükbaş ve küçükbaş yemleri yapılmakta olup, pres 3 de ise kanatlı yemler yapılmaktadır.

Çizelge 3'te, pelet presi 1 den geçen yemin toz başlangıç ve bitiş süreleri incelendiğinde, ölçülen değerlerin ortalama değerleri olarak presin toz dönüş zamanı için çalıştığı süre 15 dk, pelet presi 2 de toz dönüş zamanı ortalama 17 dk ve pelet pres 3'te yemin toz dönüş zamanının tamamlanması için geçen süre 20 dk olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Pres yem geçiş analizleri.

Table 3. Press feed transition analysis.

Tarih	Pres No	Yem Kodu	Miktar (ton)	Çalışma Başlangıcı	Çalışma Bitişi	Toz Dönüş Başlangıcı	Toz Dönüş Bitişi	Toplam Çalışma Zamanı
17.12.18	2	EFBA	21	08:26	10:45	10:45	10:55	00:10
17.12.18	3	ECDD	18	09:00	11:10	11:10	11:35	00:25
17.12.18	3	ECAA	6	12:00	12:40	12:40	13:20	00:40
17.12.18	1	EFAA	9	13:15	13:45	13:45	14:00	00:15
17.12.18	1	EGCA	12	14:00	16:40	16:40	16:55	00:15
17.12.18	2	EGCA	15	16:00	17:10	17:00	17:25	00:25
17.12.18	1	FFCA	3	17:30	17:40	17:40	17:55	00:15
17.12.18	2	ELBA	30	17:50	20:10	20:10	20:30	00:20
17.12.18	3	EGCA	15	18:25	19:40	19:40	20:00	00:20
17.12.18	3	ECBG	18	20:10	21:55	21:55	22:10	00:15
17.12.18	2	ELBB	15	21:05	22:10	22:10	22:25	00:15
17.12.18	3	EBBA	21	00:00	01:50	01:50	02:10	00:20
17.12.18	2	EFAA	3	01:20	01:35	01:35	01:50	00:15
17.12.18	3	ECHD	15	02:10	03:30	03:30	03:50	00:20
17.12.18	1	ECHC	6	07:10	07:40	07:40	08:00	00:20
17.12.18	3	EBFA	18	07:10	08:35	08:35	08:50	00:15
18.12.18	1	ECDD	18	09:00	10:15	10:15	10:30	00:15
18.12.18	3	EBDA	18	08:55	10:10	10:10	10:25	00:15
18.12.18	2	GGHA	9	09:25	10:10	10:10	10:20	00:10
18.12.18	2	ELBA	45	10:25	13:45	13:45	14:15	00:30
18.12.18	2	EFDA	24	17:00	18:40	18:40	19:00	00:20
18.12.18	1	EFBA	18	18:45	19:55	19:55	20:15	00:20
18.12.18	1	ALBA	12	20:15	21:05	21:05	21:25	00:20
18.12.18	3	EBBA	30	21:15	00:00	00:00	00:40	00:40
18.12.18	3	ECDF	15	03:10	05:00	05:00	05:20	00:20
18.12.18	3	EBFA	12	04:50	06:40	06:40	06:55	00:15
18.12.18	3	EAAA	9	07:00	07:40	07:40	08:00	00:20
19.12.18	3	ECBA	18	09:20	10:50	10:50	11:15	00:25
19.12.18	1	ECDD	48	11:25	15:45	15:45	16:00	00:15
19.12.18	3	ECHC	15	11:50	13:05	13:05	13:25	00:20
19.12.18	3	EBED	12	13:20	14:20	14:20	14:35	00:15
19.12.18	3	ECHD	15	16:00	17:20	17:20	17:40	00:20
19.12.18	3	EBDA	12	17:50	18:45	18:45	19:00	00:15
19.12.18	2	ECBG	18	19:05	21:05	21:05	21:25	00:20
19.12.18	3	ECDD	15	21:25	22:40	22:40	23:00	00:20
19.12.18	3	EBBA	30	00:00	04:00	04:00	04:20	00:20
19.12.18	2	ELBA	27	02:50	04:40	04:50	05:00	00:10
19.12.18	1	ALBS	9	05:30	06:10	06:10	06:25	00:15
20.12.18	3	ECDF	15	09:15	10:45	10:45	11:05	00:20
20.12.18	1	ELCA	18	11:35	14:00	14:00	14:10	00:10
20.12.18	3	EBDA	30	12:25	15:00	15:00	15:25	00:25
20.12.18	3	ECDD	27	17:00	18:40	18:40	19:00	00:20
20.12.18	1	EFBA	18	18:50	20:00	20:00	20:10	00:10
20.12.18	3	ECBG	18	19:05	21:05	21:05	21:25	00:20
20.12.18	3	EBBA	9	00:00	00:50	00:50	01:10	00:20
20.12.18	3	ECDH	9	02:30	03:20	03:20	03:40	00:20
21.12.18	3	EFEA	6	10:45	11:10	11:10	11:20	00:10
21.12.18	3	EBEA	9	17:00	17:50	17:50	18:05	00:15
21.12.18	3	EHCD	18	19:00	20:35	20:35	20:55	00:20
21.12.18	1	EFBA	21	20:10	21:30	21:30	21:40	00:10
21.12.18	3	EBDA	12	21:00	22:15	22:15	22:35	00:20
21.12.18	1	EFAA	12	21:40	22:25	22:25	22:35	00:10
21.12.18	3	EBBA	24	01:00	05:00	05:00	05:30	00:30
22.12.18	3	ECDD	21	08:40	10:30	10:30	10:55	00:25
22.12.18	3	ABDA	3	12:00	12:20	12:20	12:40	00:20
22.12.18	1	EFCA	15	13:25	14:25	14:25	14:40	00:15

Toz Dönüş Çalışma Sürelerinin İnvörtör Değerlerinin Okunması

Pelet preslerinde yapılan yem geçiş analizlerinde toz dönüş zamanları invörtör değerlerinde incelenmiştir. Veriler fabrikada bulunan sistem üzerinden otomatik olarak okunarak kayıt altına alınmıştır. Çizelge 4, 5 ve 6'da görüldüğü üzere toz başlangıç kWh ve toz bitiş kWh verileri alınarak fark değerleri çıkartılmıştır.

Çizelge 4. Pelet pres 1 yem inventör verileri.**Table 4.** Pellet press 1 feed inverter data.

Tarih	Toz Dönüş Başlangıç (kWh)	Toz Dönüş Bitiş (kWh)	Fark (kWh)
17.12.18	2 518 276.360	2 518 394.480	118.120
17.12.18	2 518 606.427	2 518 671.879	65.452
18.12.18	2 518 767.270	2 518 863.615	96.345
19.12.18	2 517 589.176	2 517 598.928	9.752
20.12.18	2 520 899.283	2 521 005.937	106.654
20.12.18	2 522 652.406	2 522 690.036	37.630
20.12.18	2 522 652.406	2 522 690.036	37.630
Ortalama fark değeri (kWh)			67.369

Pres 1 de yapılan incelemelerde 7 kayıt incelenmiş olup Çizelge 4'te görülmektedir. Toz dönüş anında pelet presi 1 ortalama 67.37 kWh enerji harcamaktadır.

Çizelge 5. Pelet pres 2 yem inventör verileri.**Table 5.** Pellet press 2 feed inverter data.

Tarih	Toz Dönüş Başlangıç (kWh)	Toz Dönüş Bitiş (kWh)	Fark (kWh)
17.12.18	2 175 603.629	2 175 678.548	74.919
18.12.18	2 176 214.883	2 176 215.527	0.644
19.12.18	2 178 005.379	2 178 087.909	82.530
20.12.18	2 181 145.612	2 181 240.886	95.274
Ortalama fark değeri (kWh)			63.342

Pres 2 de yapılan incelemelerde 4 kayıt incelenmiş olup Çizelge 5'de görülmektedir. Toz dönüş anında pelet presi 2 ortalama 63.34 kWh enerji harcamaktadır.

Çizelge 6. Pelet pres 3 yem inventör verileri.**Table 6.** Pellet press 3 feed inverter data.

Tarih	Toz Dönüş Başlangıç (kWh)	Toz Dönüş Bitiş (kWh)	Fark (kWh)
17.12.18	1 931 562.326	1 931 633.969	71.643
17.12.18	1 932 528.123	1 932 606.901	78.778
18.12.18	1 935 033.488	1 935 116.699	83,211
19.12.18	1 937 394.278	1 937 473.453	79.175
20.12.18	1 938 437.817	1 938 501.873	64.056
21.12.18	1 939 741.655	1 939 803.331	61.676
21.12.18	1 941 418.132	1 941 418.165	0.033
Ortalama fark değeri (kWh)			62.653

Pres 3 de yapılan incelemelerde ise 7 kayıt incelenmiştir (Çizelge 6). Toz dönüş anında pelet presi 3 ortalama 62.65 kWh enerji harcamaktadır.

Enerji Maliyetlerinin Hesaplanması

Fabrikanın yem kayıt raporlarından alınan verilere göre; preslerden bir hafta boyunca geçen yemler incelendiğinde toplamda pres 1 de 58 yem, pres 2 de 47 yem ve pres 3 de 59 yem çalıştırılıp geçirilmiştir (15.02.2019 tarihi itibarıyla).

- Enerji bedeli (kWh başına); 0.437640 TL
- Pres 1 = 67.37*0.437640 = 29.48 TL
- Pres 2 = 63.34*0.437640 = 27.72 TL
- Pres 3 = 62.65*0.437640 = 27.42 TL

İncelemeler bir haftada pres 1 de 58 yem çeşidinde ortalama her yem sonrasında 15 dk toz dönüş için çalıştırılması;

$$\text{Pres 1} = 15 \times 58 = 870 \text{ dk} / 60 = 14.5 \text{ saat} \times 29.48 \text{ TL} = 427.46 \text{ TL/hafta}$$

İncelemeler bir haftada pres 2 de 47 yem çeşidinde ortalama her yem sonrasında 17 dk toz dönüş için çalıştırılması;

$$\text{Pres 2} = 17 \times 47 = 799 \text{ dk} / 60 = 13.32 \text{ saat} \times 27.72 \text{ TL} = 369.23 \text{ TL/hafta}$$

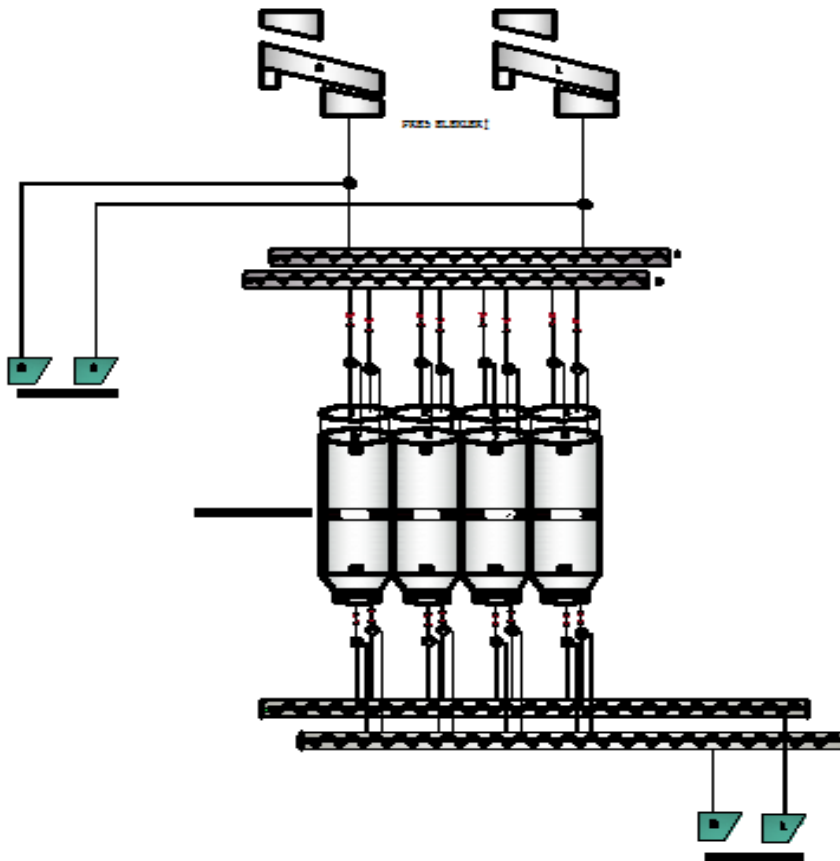
İncelemeler bir haftada pres 3 de 59 yem çeşidinde ortalama her yem sonrasında 20 dk toz dönüş için çalıştırılması;

$$\text{Pres 3} = 20 \times 59 = 1180 \text{ dk} / 60 = 19.67 \text{ saat} \times 27.42 \text{ TL} = 539.35 \text{ TL/hafta}$$

toz dönüş için preslerin çalıştırılmasına sebep olmaktadır.

Toplamda preslerin bir aylık toz dönüş zamanları incelendiğinde tüketilen enerjinin miktarı; $(427.46 \times 4) + (369.23 \times 4) + (539.35 \times 4) = 5344.16 \text{ TL}$ olmaktadır.

Yem fabrikalarında toz dönüş depoları yem çeşitliliğine göre ayarlanmakta ve kapasiteleri aylık ortalama yapılan yemlere göre hesaplanmaktadır. Yapılan depolardaki toz dönüş zamanında verilen yem, presler tekrar çalıştırılmaya başlandığında tekrardan prese gönderilerek üretim sürecine dahil edilmektedir. Planlanan örnek toz dönüş depoları Şekil 2'de gösterilmiştir. Ortak yollar yapılacak olup çalıştırılacak her bir presten yol verilmesi sağlanacaktır.



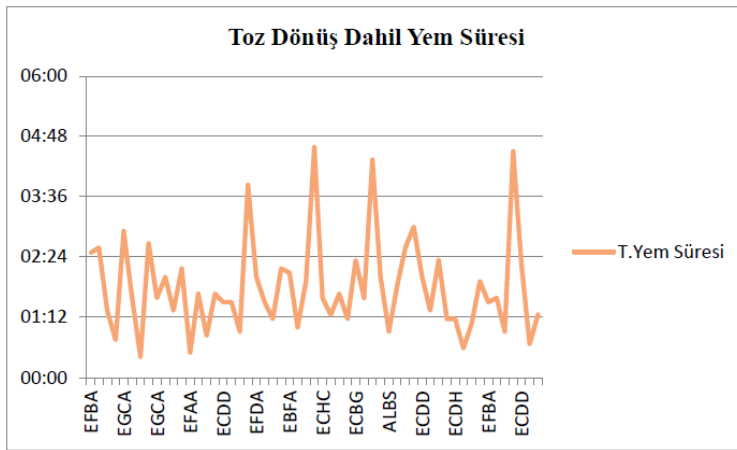
Şekil 2. Toz geri dönüş depoları.

Figure 2. Dust return tanks.

Pelet preslerinin toz dönüşünde kaybedilen zamanı kazanmak ve enerji verimliliği elde etmek için toz dönüş depoları çözüm önerisi olarak sunulmuştur. Toz dönüş depoları yemlerin çeşitliliğine ve fabrikalarda bulunan pres üst depolarının sayısına göre belirlenmesi gerekmektedir. Yem, pres üst deposunda bittiğinde elekten gelen geri

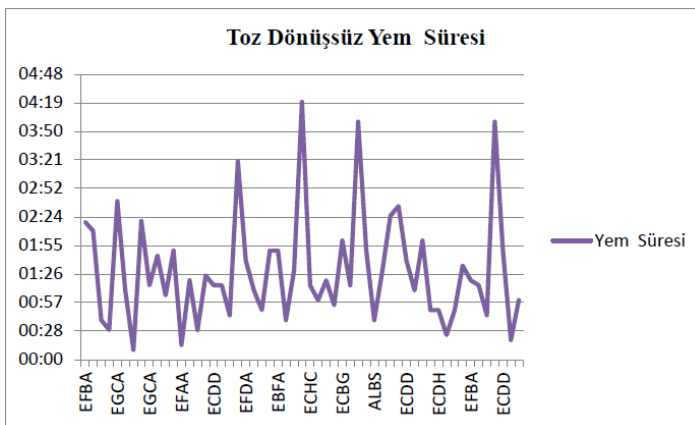
dönüş toz dönüş depolarına verilerek gelen az miktardaki dönüş yemi için pres soğutucu ve yolların çalışması durdurulacaktır. Toz dönüş depolarına verilen yem tekrardan yapıldığında pres üst deposunda bulunan yem ile birlikte çalışarak kayıp zamanın önüne geçilecektir.

Aylık olarak preslerden geçen geri dönüşlerdeki toz yem miktarı sıfırlanacak olup 5 344 TL elektrik enerjisinden tasarruf edilecektir. Fabrika kapasitesi göz önünde bulundurulduğunda toz geri dönüşlerdeki preslerin çalışmaları sıfırlanmış olacaktır. Toz geri dönüş depoları da 8 adet 3 tonluk altı konik ayaklı 4 mm saçtan fiyat teklifi alınmış olup maliyetinin bir depoda 9 500 TL olduğu görülmüştür. Önerilen sistemin yapılacak olan depo sayısına göre kendini kısa sürede amorti edeceği düşünülmektedir. Toz dönüş ile preslerde yemin bitmesinden elde edilen verilere göre zaman analizleri Şekil 3'te pelet pres toz dönüş analizleri (toz dönüş dahil) ve Şekil 4'te pelet pres yem geçiş analizleri (toz dönüşsüz) gösterilmektedir. İlk olarak alınan kayıtlarda toz dönüş zamanları eklenerek kaydedilen verilerde, toz dönüş depoları yapılırsa ise 20 dk zamandan kazanılarak yemin pelet pres ve soğutucu içerisinde hazır olma zamanı 4 dk 15 s inecektir.



Şekil 3. Pelet pres yem geçiş analizleri (Toz dönüş dahil).

Figure 3. Pellet press feed transition analysis (including dust return).



Şekil 4. Pelet pres yem geçiş analizleri (Toz dönüşsüz).

Figure 4. Pellet press feed transition analysis (without dust return).

[Akdeniz ve ark. \(2005\)](#) yaptıkları çalışmada, hali hazırda faaliyette olan karma yem fabrikalarının, kurulu kapasitelerinin önemli bir kısmını kullanmadığını ve bu nedenle de yeni karma yem fabrikası kurulmasında, pazar araştırması ve fizibilite

çalışmalarına göre karar verilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Karma yem fabrikası için yer seçiminde birçok faktörün yanı sıra, taşıma ve iletim giderlerinin en aza indirilmesi açısından hammadde kaynaklarına yakınlık ve ürünün pazarlama alanının ayrıntılı olarak etüt edilmesi gerektiğini ve kurulu fabrikaların kapasitelerini artırmak ve prosesi yenilemek amaçlı yeni teknik ve teknolojiler içeren yatırımlara destek sağlanması gerektiğini rapor etmişlerdir.

[Boyar \(2006\)](#) yaptığı çalışmada, iki yem fabrikasında üretimde yer alan bazı makinaları ayrıntılı olarak değerlendirmiş ve bunlara ilişkin tasarruf olanaklarını üç ayrı sınıfta ortaya koymuştur. İncelenen makinaların üretim kapasitelerinin altında çalıştırıldıkları, mevcut elektrik motorlarının yeterince yüklenmedikleri ve verimlerinin oldukça altında çalıştırıldıklarını raporlamıştır. Toplam enerji tasarruf potansiyelinin sırasıyla %10.24 ve %14.07 olarak belirlendiği, büyükbaş ve hindi yemi fabrikasında 100 841 kWh'lık tasarruf kaynağının %62.72'si, büyükbaş yem fabrikasında 99 696 kWh'lık tasarruf kaynağının %83.76'sının uygulanabilir olduğunu bildirilmiştir. Bu nedenle, verimliliğin artırılması için makinaların hem akıllı yük kontrol sistemleri ile donatılıp materyal besleme ve yük kontrolünün yapılması hem de elektrik motorlarının yüksek verimli olanları ile değiştirilmesi önerilmiştir.

[Basmacıoğlu \(2004\)](#) yaptığı çalışmada, karma yem endüstrisinde pelet kalitesine etkili faktörleri incelemiştir. Buna göre, pelet yem gerek fiziksel (taşıma kolaylığı, azalan dehomojenizasyon ve artan yoğunluk) gerekse bu yemi tüketen hayvanların performansları üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı gittikçe artış göstermektedir. Pelet yemin olumlu etkileri büyük ölçüde peletin fiziksel kalitesine bağlıdır. Pelet yem, üretimden hayvanın yemliğine kadar geçen sürede formun korunması amaçlanmalıdır. Yeme (fiziksel ve kimyasal özellikler, formülasyon) ve uygulanan teknolojiye ait özellikler (su buharı, tavlama, yağ ilavesi, matris özellikleri ve soğutma) pelet kalitesini etkileyen etkenlerdir. İstenen kalitede pelet yem üretimi söz konusu etkenlerin dikkate alınması ile mümkündür. Toz yemlerin sıkıştırılarak değişik boyutlarda pelet haline getirilmesi ile çiftlik hayvanlarında daha yüksek bir performansa ulaşılmaktadır. Ancak böyle bir oluşum yüksek kaliteli (fiziksel kalite=form) pelet yemlerin kullanılması ile gerçekleşecektir. [Basmacıoğlu \(2004\)](#)'na göre pelet kalitesi birçok etkenin etkisi altında olup kaliteli pelet yem üretimi bu etkenlerin dikkate alınması ile mümkündür. Araştırmacı günümüzde pelet yem üreticileri tarafından üretim maliyeti üzerinde önemle durulurken pelet kalitesinin çoğu zaman göz ardı edildiğini ancak pelet yem üretiminde kalitenin korunarak üretimin ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

[Haiba ve ark. \(2017\)](#) yaptıkları çalışmada, pelet kalitesine etki eden birçok faktör bulunduğunu, kaliteli pelet üretiminin hem hammadde hem de pelet formülasyonu, partikül büyüklüğü ile üretim aşamasında tavlama, matris ve soğutma gibi etkenlere bağlı olduğunu; kaliteli pelet üretiminde dayanıklılık, sertlik, uzunluk, tozluluk gibi kriterlerin dikkate alınması gerektiğini ve pelet üretiminde yapılacak hataların gerek yem kayıpları, gerekse hayvan performansında düşüşe sebep olması nedeniyle büyük ekonomik kayıplara yol açabileceğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bir karma yem fabrikasında, kayıt altına alınan verilere göre pelet preslerinden geçen çeşitli yemlerin toz dönüş zamanları incelenerek enerji tüketimleri hesaplanmış ve zaman analizleri yapılmıştır. 2018 yılı aralık ayında fabrikada üretim aşamalarında (dozajlama, öğütme, mikser karışım süresi, melas mikseri geçiş süresi) 20 defa yem analizi yapılmış melas ilaveli ve melas ilavesiz yemlerde veriler kayıt altına alınmıştır. Melaslı yemlerde 603 s melassız yemlerde ise 428 s'lik sürelerde üretim aşamalarının tamamlandığı görülmüştür.

Üretimleri gerçekleştiren yemlerin toz dönüş zamanlarında harcanan enerji invertörlerden alınan veriler ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda yem fabrikasında kapasite artırılması ve enerji tasarrufu sağlanması için toz dönüş depoları çözüm olarak sunulmuştur. Toz dönüş depoları yapılması durumunda alınan kayıtlara göre yemin toz dönüş süresinde 20 dk zaman kazanılmış olup böylelikle kapasite artırımını sağlanmış olacaktır. Aylık periyotlarda preslerden geçen geri dönüşlerdeki toz yem miktarı sınırlanacak olup 5 344 TL elektrik enerjisinden tasarruf edileceği sonucuna varılmıştır. Türkiye'deki 14 750 adet yem fabrikası işletme içerisinde karma yem üreten ve kendi yemini üreten işletmeler dikkate alındığında 1 329 adet işletme bulunmaktadır. Her işletmede ortalama 3 adet pres bulunduğu varsayılır ise yem çeşitliliği göz önünde bulundurularak aylık bir fabrikada 12 106 kW enerji harcanması durumunda 1 329 işletme için 16 088 874 kWh enerji harcanmaktadır. İşletmelerde pelet pres yemlerinde toz dönüş depoları yapıldığında harcanan elektrik enerjisi azaltılmış olacaktır. Ayrıca toz dönüş zamanı için preslerde zaman kaybı önlenmiş olup çalışma zamanları da daha verimli hale gelecektir.

Bu çalışmada bulgulardan elde edilen öneriler aşağıda sıralanmıştır.

1. Karma yem fabrikalarında kapasite analizlerinin yapılması ve kayıp zamanların çıkartılması gerekmektedir. Harcanan enerjiye bakılmalı ve kayıp zamanlar mümkün oldukça ortadan kaldırılmaya çalışılmalıdır.

Yapılan çalışma doğrultusunda soğutucularda bulunan kayıp zamanın toz geri dönüş depoları ile geri kazanılabileceği görülmüştür. Bu çalışmada önerilen depolar fazla yem çeşitliliği fazla olan fabrikalarda verim artışı sağlamak içindir.. Yem çeşitliliği az olan fabrikalarda tekrardan maliyet hesaplaması yapılması gerekmektedir.

2. Yapılacak olan toz geri dönüş depolarında çalışma yolunun uzunluğu önemli bir kriterdir. Yem çalışma yollarındaki enerji tüketimi hesaplanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Bu makale Yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Duygunur Özcan: Çalışmanın giriş, materyal ve yöntem, sonuç bölümlerinin hazırlanması.

Mehmet Metin Özgüven: Çalışmanın giriş, materyal ve yöntem, sonuç bölümlerinin gözden geçirilmesi.

KAYNAKLAR

- Acar R (1995). *Sulu şartlarda, ikinci ürün olarak bazı baklagil yem bitkileri ve tahıl karışımlarının yetiştirilme imkanları*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, s. 68, Konya-Türkiye.
- Adıyaman E (2009). *Broiler altlığı ile bazı buğdaygil yem bitkilerinin silolanma olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, s. 42, Isparta-Türkiye.
- Akdeniz CR, Ak İ ve Boyar S (2005). Türkiye karma yem endüstrisi ve sorunları. *VI.Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. TMMOB, 2: 935-959*.
- Akman N, Aşkın Y, Cengiz F, Ertuğrul M, Fıratlı Ç, Türkoğlu M ve Yener SM (1993). Hayvan yetiştirme (Yetiştiricilik), Ankara-Türkiye.
- Anonim (2018). Ziraat Mühendisleri Odası 2018 yılı hayvancılık raporu. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=29946&tipi=17&sube=0. (21/12/2018).
- Anonim (2020). <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf>. (29/10/2020).
- Basmacıoğlu E (2004). Karma yem üretiminde pelet kalitesine etki eden etmenler. *Hayvansal Üretim, 45(1): 23-30*.
- Boyar S (2006). Karma yem sanayinde enerji verimliliğinin belirlenmesi ve iyileştirilme olanakları üzerine bir araştırma (İki Fabrika Örneğinde). Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, s.460, İzmir-Türkiye.
- Haiba ON, Gümüş E ve Küçükersen S (2017). Pelet yem kalitesini etkileyen faktörler. *Yem Magazin, 25(80),35-43F*.
- Işıklı E (1979). Süt hayvancılığının geliştirilmesinde tarımsal politikaların yeri ve önemi. *Batı Anadolu I. Süt Hayvancılığı Semineri, MPM yayın No: 208. 1979*, Ankara-Türkiye.
- Özgüven MM (2017). Hassas hayvansal üretim. *Tarım Türk Dergisi. Kasım-Aralık 2017. Sayı: 27*.
- Özgüven MM (2018). Hassas tarım. *Akfon Yayınları*, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-68762-4-0.
- Öztürk D ve Karkacier O (2008). Süt sığırcılığı yapan işletmelerin ekonomik analizi (Tokat ili Yeşilyurt ilçesi örneği). *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 25 (1): 15-22*.
- Şahan F (2016). *Kırşehir ilinde üretilen karma yemlerin karışım homojenitelerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Zootekni Anabilim Dalı, s. 48, Kırşehir-Türkiye.
- TUİK (2020). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2019-33873>. (12/12/2020).