

**EKSPANDER İŞLEMİNİN FARKLI DEPOLAMA  
SÜRESİ VE KOŞULLARINDA  
ARPA VE MISIR YEM HAMMADDELERİNİN  
MİKROBİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**İlhan ÇIPLAK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Zootekni Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Hasan AKYÜREK**

**2015**

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EKSPANDER İŞLEMİNİN FARKLI DEPOLAMA SÜRESİ VE  
KOŞULLARINDA ARPA VE MISIR YEM HAMMADDELERİNİN  
MİKROBİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**İLHAN ÇIPLAK**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ. DR. HASAN AKYÜREK**

**TEKİRDAĞ-2015**

**Her hakkı saklıdır**

Doç.Dr. Hasan AKYÜREK danışmanlığında, İlhan ÇIPLAK tarafından hazırlanan "Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi ve Koşullarında Arpa ve Mısır Yem Hammaddelerinin Mikrobiyolojisi Üzerine Etkileri" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jürü Başkanı: Doç. Dr. Hasan AKYÜREK

*İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Süleyman KÖK

*İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Aylin AĞMA OKUR

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EKSPANDER İŞLEMİNİN FARKLI DEPOLAMA SÜRESİ VE KOŞULLARINDA ARPA VE MISIR YEM HAMMADDELERİNİN MİKROBİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**İlhan ÇIPLAK**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hasan AKYÜREK

Bu çalışma farklı depolama süresi ve koşullarında ekspander işleminin arpa ve mısır yem hammaddelerinin mikrobiyolojisi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Deneme grupları 2 farklı depolama ortamı ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık, % 55-60 nem), 2 farklı depolama süresi (1 ve 2 ay), ekspander işlemine tabi tutulmuş 2 adet hammadde (arpa ve mısır) kullanılarak oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda tüm hammadde örneklerinde depolama sıcaklığı ve depolama süresi arttıkça maya ve küf gelişiminin de arttığı gözlenmiştir. Ancak, uygun nem ve sıcaklıkta örneklerdeki laktik asit bakterileri sayılarındaki artış, maya ve küf gelişimini baskı altına almıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre hammaddelerin maya ve küf gelişimleri üzerine depolama öncesi ve sonrası arasında oldukça farklılık ( $p < 0,001$ ) bulunmaktadır. Bu farklılıkların en aza indirilmesi ancak ideal depolama koşullarının ve süresinin sağlanması ile mümkün olabileceği görülmektedir. Tüm elde edilen sonuçlara göre, depolama süresinin ve koşullarının hammaddenin nitelikleriyle de ilgili olduğunun belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekspander, Yem Hammaddeleri, Depolama Şartları.

2015, 62 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

**EFFECT OF THE EXPANDER PROCESS IN DIFFERENT STORAGE CONDITIONS  
AND STORAGE TIME ON MICROBIOLOGY OF BARLEY AND CORN FEEDSTUFFS**

**İlhan ÇIPLAK**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan AKYÜREK

The research was about 'What is the expander process influences?' on barley and corn microbiology in different storage times and conditions. In this experiment was the expander process on 2 varied storage environment ( $22 \pm 2$  °C temperature and  $30 \pm 2$  °C temperature, % 55-60 moisture), 2 varied storage period (1 and 2 month), 2 varied feedstuffs (barley and corn). Results were indicated, when temperature and varied increase yeast and mildew expand more quickly inside whole raw materials. However, in correct environment conditions number of LAB inside the experimentals was suppress yeast and mildew evolution. According to these results, obtained yeast and mildew indicate varied evolutions, storage before and after ( $P < 0.001$ ). Minimizing to these differences only be possible when supply ideal storage conditions and duration. According to all the obtained results, the storage time and conditions should be known to be concerned with the nature of the feedstuffs.

**Key Words:** Expander, feedstuffs, storage conditions.

**2015, 62 pages**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>7</b>
2.1.Ekspander Nedir ? .....	7
2.2 Ekspander Teknolojisinin Çalışma Prensibi.....	7
2.2.1 Ekspander teknolojisi nasıl çalışır? .....	7
2.2.2 Ekspander ile ekstruder arasındaki fark.....	9
2.3 Ekspander' in Bir Yem Fabrikasındaki Yeri.....	12
2.4 Ekspander'in Yem Üzerindeki Etkileri.....	13
2.4.1 Fiziksel etkileri .....	14
2.4.2 Kimyasal etkileri .....	14
2.4.3 Kimyasal, biyolojik etkileri ve diğer yemlerden farkı.....	17
2.5. Yemlerin depolanması.....	28
2.5.1. Karma yemlerin depolanması .....	29
2.5.2. Bitkisel kökenli yemlerin depolanması .....	29
2.5.3. Hayvansal kökenli yemlerin depolanması .....	30
2.6. Tarımsal Ürünlerin Küflenme boyutu ve Ekonomik Önemi .....	31
2.7. Yemlerde Mikrobiyal Bulaşıklığı Etkileyen Faktörler.....	31
2.7.1.Yemlerdeki mikroorganizma sayısı ve çeşidi.....	31
2.7.2. Yem hammaddesinin çeşidi.....	32
2.7.3. Çevre ve depolama koşulları .....	32
2.7.3.1. Ortam sıcaklığı .....	32
2.7.3.2. Yemin nem düzeyi.....	32
2.7.3.3. Depolama süresi .....	32
2.7.3.4. Temizlik.....	33
2.7.3.5.Oksijen.....	33
2.8. Mikrobiyel Bozulmaların Etkileri .....	33

2.8.1. Bakterilerin etkisi .....	33
2.8.2. Küflerin etkisi .....	34
2.8.3. Mayaların etkisi .....	34
2.9. Mikotoksinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Olan Etkileri.....	34
2.10. BaşlıcaÖnemli Mikotoksinler .....	36
2.10.1. Aflatoksinler .....	36
2.10.2. Okratoksinler .....	38
2.11. Küflenme olayının önlenmesine yönelik uygulamalar .....	39
2.11.1. Tarla şartlarında küf istilasının kontrolü .....	39
2.11.2. Depolama sırasında yapılacak uygulamalar .....	39
2.11.3. Ürünün taşınması sırasında dikkat edilecek hususlar .....	40
2.11.4. Küflenmelerin kimyasal maddelerle kontrol edilmesi .....	40
2.12. Yemlerdeki mikotoksinleri zararsız hale getirilmesi.....	41
2.12.1. Fiziksel yöntemler .....	41
2.12.2.Biyolojik yöntemler .....	41
2.12.3. Kimyasal yöntemler.....	41
2.12.4. Enzim, vitamin ve amino asit kullanımı.....	42
2.13. Yemlerdeki Bakterilerin Zararsız Hale Getirilmesinde Kullanılan Yöntemler.....	42
2.13.1. Fiziksel yöntemler .....	42
2.13.2. Kimyasal yöntemler.....	43
2.14. Yemlerin Depolanmasına İlişkin Bilimsel Çalışmalar .....	43
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>44</b>
3.1.Deneme Yemleri.....	44
3.2.Yöntem .....	44
3.3.Renk Analizi .....	44
3.4.Mikrobiyolojik Analizler.....	45
3.5.İstatistik Analizler .....	45
<b>4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>46</b>
4.1 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Mısırın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri .....	46
4.2 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Arpanın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri .....	49
4.3 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Mısır ve Arpada Renk Değişim Özellikleri Üzerine Etkileri.....	49

<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>61</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>62</b>



## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

TMR	: Total Mixed Ration ( Toplam Karıştırılmış Rasyon )
LAB	: Laktik Asit Bakterisi
UDP	: Rumende Yıkılamayan Protein
dUDP	: Sindirilebilir Rumende Yıkılamayan Protein
ME	: Metabolik Enerji

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Broiler büyüme denemesi, mısır ağırlıklı rasyon ile canlı ağırlık kazanımı .....	16
Şekil 2.2 : Aflatoksin.....	37

## RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1 : Ekspander genel görünüş ve aksamaları .....	8
Resim 2. 2 : Kondisyoner .....	8
Resim 2. 3 : Kırıcının genel görünümü ve aksamaları .....	9
Resim 2.4 : Ekstruder çıkış başlığı .....	10
Resim 2.5 : Ekspander çıkış başlığı ve çalışma şekli .....	11
Resim 2.6 : Ekspander'in prosesdeki yeri .....	13
Resim 2.7 : Mısır tanesi.....	14
Resim 2.8 : Patlamış mısır.....	14
Resim 2.9 : Ekspander işlemi görmüş hammaddelerin fiziksel görünümü .....	17
Resim 2.10 : Ekspander işlemi sırasında buğday ve mısır tanelerinin değişimleri .....	19

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 : Yıllara göre türkiye kırmızı et üretim miktarları.....	3
Çizelge 2.1: Hindi yemlerinde yapılan bir çalışmada ekspander' in peletleme işlemindeki avantajları .....	15
Çizelge 2.2 : Çeşitli yem hammaddelerinin UDP ( Rumen'de yıkılamayan protein) değerleri .....	20
Çizelge 2.3 : Ekspanderin dUDP üzerine etkisin .....	21
Çizelge 2.4 : Normal ve Ekspander ile işlem görmüş yemlerde hijyen üzerine yapılan denemedeki sonuçlarının karşılaştırılması .....	22
Çizelge 2.5 : Hindi yemlerinde ekspander etkisi.....	23
Çizelge 2.6 : Ekspander' in bazı vitamin aktiviteleri üzerine etkileri.....	24
Çizelge 2.7 : Ekspandera tabi tutulan pelet yemlerde vitamin stabilitesi.....	25
Çizelge 2.8 : Toksinlerini yemde ve hayvan vücudunda salgılayan bakteriler .....	35
Çizelge 2.9 : Genel olarak bakteri ve mantar toksinleri ile bunların hayvanlar üzerindeki etkileri .....	36
Çizelge 2.10 : Başlıca tarımsal ürünlerin depolanabilmesi için öngörülen nem oranları .....	40
Çizelge 4.1 : Ham maddelerin depolanma öncesi LAB, maya ve küf değerleri .....	46
Çizelge 4.2 : Farklı işlenmiş mısırın farklı depolama süresi ve şartlarında LAB, maya ve küf gelişimine olan etkileri .....	47
Çizelge 4.3 : Farklı işlenmiş arpanın farklı depolama süresi ve şartlarında LAB, maya ve küf gelişimine olan etkileri .....	50
Çizelge 4.4 : Depolama öncesi yem hammaddelerine ilişkin L, a, b ve sarı indeksi değerleri.....	52
Çizelge 4.5 : Dane mısır ve ekspander işlemi uygulanmış mısır örneklerinin depolama sürecinde ölçülen L, a, b ve sarı indeksi değerleri.....	53
Çizelge 4.6 : Dane arpa ve ekspander işlemi uygulanmış arpa örneklerinin depolama sürecinde ölçülen L, a, b ve sarı indeksi değerleri.....	54

## 1.GİRİŞ

Hayvansal üretimde işletme maliyetlerinin yaklaşık olarak %70'ini yem oluşturmaktadır. Bu nedenle hayvansal ürünlere karşı talebin arttığı günümüzde, daha çok hayvansal gıda üretebilmek için, kaliteli yem üretimini arttırmamız gerekmektedir **(Karahocalıgil ve Ege 2004)**.

Karma yem üretiminde kullanılan hammaddeler, üretimleri sonrası yem fabrikalarına ulaşana dek veya yem üretiminde kullanılanlara kadar yem talebine göre değişen sürelerde depolanmaktadır. Özellikle fiyatların ucuz olduğu dönemlerde alımı fazla yapılan hammaddeler uygun olmayan depolama şartlarına maruz kaldıklarında yem yapımında kullanılamamaktadırlar **(Ergül 2005)**. Zira mikroorganizmalarla kontamine olan yemlerin kalitesi düşmektedir. Bu durum gerek ekonomik kayıplar gerekse hayvan besleme açısından oluşturduğu sakıncalar nedeniyle depolama şartlarını oldukça önemli kılmaktadır.

Hayvanlardan kaliteli ürün elde edilmesinde yemlerin içerdiği besin maddelerinin yanı sıra mikrobiyolojik ve mikotoksikolojik özellikleri de büyük önem taşımaktadır. **(Basmacıoğlu ve Ergül 2003)**. Bunun nedeni olarak yemlerin çok sayıda mikroorganizmanın taşıyıcısı olması söylenebilir. Mikroorganizmaların yemlere bulaşması toprak, rüzgar, yağmur, mekanik etkiler ve böcekler gibi faktörlerden etkilenmektedir. Mikroorganizmaların bazıları ise hayvan dışkılarıyla ve gübreleme ile de tarlaya bulaşabilmektedir **(Maciorowski ve ark. 2007)**. Bitkisel kökenli hammaddelerin mikroorganizma yükleri yetiştikleri tarlaya bağlı olarak değişebilmektedir. Hayvansal kökenli olanlarda ise mikroorganizmalar kendi içinden ya da üretim sırasında bulaşanlardan oluşabilir **(Ergül 2005)**. Diğer bir bulaşma ise depolama sırasında olabilmektedir. Yemin tipi, işlenme yöntemi ve depolama şartları mikroorganizma sayısını ve tipini belirleyici ana unsurlardır. Farklı yemlerde bulunan mikrobik çeşitlilik, yemin su aktivitesine, oksidasyon-redüksiyon potansiyeline, pH ve besin madde bileşimine göre değişmektedir. Mikrobiyal gelişme özellikle yemi oluşturan hammaddelerin nem içeriğine bağlıdır. Bazı mikroorganizmalar ve küfler serbest suyun az olduğu koşullarda depolanan tahıllarda gelişme gösterebilmektedirler **(Maciorowski ve ark. 2007)**. Karma yemlerin üretim sonrası depolanmaya alındığı sırada ortamdaki mikroorganizma sayısı ve depolama silolarının ideal şartları taşıması önem taşımaktadır **(Ergül 2005)**. Karma yemlerin üretiminde kullanılan yemlerin hasadından depolanması ile karma yem üretim sırasındaki değişik aşamalar mikrobiyal bulaşma açısından kaynak

oluştururlar. Yemin hijyenik özellikleri yalnızca hayvanların beslenmeleri için değil elde edilen ürünleri tüketen insanlar için de büyük önem taşımaktadır (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**). Yemlerin hijyenik durumlarını düzeltmek amacıyla kullanılan yem koruyucular içinde organik asitler özellikle küf gelişimini kontrol altına almakta etkili ve ekonomik bir araç olarak son yıllarda kullanılmaktadır. Diğer yandan organik asit karışımları küf oluşumunu ve olası mikotoksin üretimini de önlemektedir (**Şamlı ve ark. 2005**).

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü' nün 1985 yılında yayınladığı raporunda, dünya' da yıllık üretilen tarım ürünlerinin yaklaşık olarak % 25' inin farklı boyutlarda küflenmekte olduğu ve dolayısıyla mikotoksinlerle kirlendiği bildirilmektedir. Bunun sonucunda tüm dünya' da yıllık üretilen tarımsal ürünlerin yaklaşık olarak % 1-2' si küflenmeler yüzünden tüketilemez bir hale gelmekte ve ekonomik kayıp olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu oranlar daha düşükken, gelişmekte olan ülkelerde ise daha yüksek seviyelerde olduğu gözlenmektedir. Mikotoksinlerle bulaşmış durumda bulunan yem hammaddelerinin doğrudan kullanılması veya bu yem hammaddelerinin karma yemlere katılması sonucunda da dünya' daki yıllık karma yem tüketiminin % 40' dan fazlasının değişik boyutlarda mikotoksinlerle kirlenmiş olduğu tahmin edilmektedir (**Yavuz 2001**).

Hayvancılığın gelişmesinde ve hayvansal ürünlerin üretim miktarlarının artmasında birçok faktör etkilidir. Bu faktörlerin en başında hayvanların besin kaynaklarını oluşturan kaliteli yem ve yem hammaddesi talebinin karşılanması gelmektedir. Hayvancılığın gelişmesi ve daha verimli olabilmesi için hayvanların yeterli ve kaliteli yemlerle beslenmeleri gerekmektedir (**Karahocalıgil ve Ege 2004**).

Dünya' da karma yem üretimi yıllar itibari ile sürekli artış göstermektedir. Dünya' da üretilen karma yem miktarı 1980 yılında 370 milyon ton iken, 1990 yılında 537 milyon tona çıkmıştır. 2014 yılında ise dünya karma yem üretimi 980 milyon tona ulaşmıştır (**Karahocalıgil ve Ege 2004, Anonim 2015a**).

Çizelge 1.1. Yıllara göre Türkiye kırmızı et üretim miktarları (Anonim 2015b)

Kırmızı Et Üretim Miktarı (Ton)						
Hayvan Türü	Yıl	I. Dönem	II. Dönem	III. Dönem	IV. Dönem	Toplam
Toplam	2010	157.282	175.247	173.842	274.347	780.718
	2011	157.932	171.595	173.177	274.210	776.914
	2012	171.465	182.872	196.108	365.255	915.700
	2013	208.597	212.885	206.466	368.184	996.132
	2014	184.975	218.432	202.530	402.335	1.008.272
Sığır	2010	125.145	144.121	138.983	210.334	618.583
	2011	133.724	144.153	144.970	222.059	644.906
	2012	149.722	159.320	173.202	317.100	799.344
	2013	180.764	187.597	177.757	323.184	869.302
	2014	163.913	189.848	175.353	352.886	882.000
Manda	2010	813	1.219	958	397	3.387
	2011	224	181	602	608	1.615
	2012	565	926	79	166	1.736
	2013	20	61	40	215	336
	2014	26	274	141	84	525
Koyun	2010	27.306	26.042	28.940	53.400	135.688
	2011	19.856	23.959	23.491	39.770	107.076
	2012	17.330	19.969	20.987	38.903	97.189
	2013	19.930	21.959	26.396	34.658	102.943
	2014	17.370	23.451	21.631	36.525	98.977
Keçi	2010	4.018	3.866	4.961	10.216	23.061
	2011	4.128	3.303	4.114	11.773	23.318
	2012	3.848	2.657	1.840	9.085	17.430
	2013	7.883	3.278	2.273	10.120	23.554
	2014	3.666	4.859	5.405	12.840	26.770

Çizelge 1.1'de görüldüğü üzere ülkemizde kırmızı et üretimi son yıllarda artmaya devam etmektedir. Bu artış beraberinde yem hammaddeleri ithalatının artmasına ve alternatif yem hammaddesi arayışlarına sebep olmaktadır. Fakat tüm sektörlerde olduğu gibi karma yem üretiminde de en önemli konuların başında 'kalite' gelmektedir. Günümüz teknolojisinden yararlanarak artık her karma yem fabrikasının hammadde alımından son ürüne kadar izlenebilir bir kalite yönetim sisteminin olması gerekmektedir (Akdeniz ve ark. 2007). Yemlerin üretim aşamalarından tüketimlerine kadar geçen sürelerde de yem ve yem hammaddelerinin kalitesinde meydana gelebilecek değişimlerin bilinmesi ve bunların önlenmesi gerekmektedir. Yem ve yem hammaddelerinin kaliteleri üzerine etkili olan en önemli faktörlerin başında depolama gelmektedir (Ayhan 1991). Bozulma olayları çoğunlukla mikroorganizmalar ve zararlılarca meydana getirilmektedir. Bunun sonucunda

yem ve yem hammaddesinin kalitesini kaybetmekte, bozulmuş olan bu ürünü tüketen hayvanlarda akut ya da kronik klinik belirtiler görülmektedir (**Ayhan ve Alçiçek 1995**). Yem ve yem hammaddelerinin daha uzun sürelerde depolanabilmeleri ve bu depolanmaları sırasında herhangi bir besin madde kaybının oluşmaması için dünya’ da son yıllarda kullanılan yöntemlerin başında farklı yapı ve özellikte olan koruyucu katkı maddelerinden yararlanılmaktadır (**Ergül 2005**).

Dünya nüfusunun hızla artmasına karşılık, beslenme kaynakları ise azalmaktadır. Bu durum az olan kaynaklardan daha fazla ürün elde etmek için alternatif yöntemlere başvurmaya ve dolayısıyla üretimde güvenli gıdaların ikinci plana atılmasına neden olmuştur. İnsanların, sağlıklı beslenmek için bilinçlenmesi ve bu konuya daha duyarlı hale gelmesiyle güvenli gıda üretiminin önemi artmaya başlamıştır. Zira günümüzde dünyanın karşı karşıya geldiği en önemli problemlerden birisi de insanlara yeterli miktarda güvenli gıda sağlanamamasıdır (**Kırkpınar ve Erkek 2000**). Bu nedenle özellikle son yıllarda bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretiminin de sentetik kimyasallardan çok, doğal ürünlerin kullanımına doğru bir eğilim oluşmuştur. Dolayısıyla organik ürünlerin üretim ve tüketimine olan talep, hayvansal üretimde doğal yem katkı maddelerinin ya da mekanik yöntemlerin kullanımıyla ilgili tartışmalara yol açmıştır.

Biyoteknolojik gelişmelerin kanatlı genetiğine uyarlanması sonucunda yüksek performanslı hatlar elde edilmiştir. Ancak, bu bilimsel başarı hayvanlarda bağışıklık sistemi dahil kimi biyolojik dengelerin bozulması gibi bazı sorunları beraberinde getirmiştir (**Nir ve Şenköylü 2000**). Kanatlı sektörü ile verdiğimiz örnekteki gibi genetik ve ıslah bilimlerindeki gelişmeler diğer hayvansal üretilere de aynı sorunlarla karşılaşmasına neden olmuştur.

Bu sorunlarla mücadelenin başında antibiyotikler yer almaktaydı. Daha sonra elde edilen bulgular sonucunda; antibiyotiklerin çiftlik hayvanlarında büyüme artışına etkili olduğu gözlenmiş ve buna bağlı olarak antibiyotik kullanımı artmıştır. 1940’lı yıllarda antibiyotikler, kanatlıları genellikle sindirim kanalı içerisindeki patojen ve patojen olmayan enterik mikroorganizmaların olumsuz etkilerinden korumak için yem katkı maddesi olarak karma yemlerde kullanılmaya başlanmıştır (**Miles ve Harm 1984, Woodward ve ark. 1988**).

Mikotoksinler, küf mantarlarının sekonder metabolitleridir. Küfler, tahıllar ve hayvan beslemede kullanılan diğer hammaddeler ve karma yemlerde kolayca çoğalıp gelişebildiklerinden, bunları tüketen hayvanların sağlığını tehdit edebilmektedirler. Mikotoksinler büyük ölçüde çevre sıcaklığı, oransal nem, kuraklık stresi, böcek istilası, hasat



sırasındaki mekanik kayıplar ve elverişsiz depolama şartlarına bağılı olarak gelişmektedirler (**Kutlu 2002**). Aflatoksinler, en iyi bilinen mikotoksinler olup, yaygın olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* türü mantarlarca sentezlenirler. Aflatoksinler, özellikle kanatlı rasyonlarında rutin olarak kullanılan yem hammaddelerinde ortaya çıkan toksik metabolitlerdir (**Ogido ve ark. 2004, Pimpukdee ve ark. 2004, Tedesco ve ark. 2004**).

Antibiyotikler; funguslar, bakteriler ve aktinomisetler gibi çeşitli mikroorganizmalar tarafından üretilen ve sentetik olarak da hazırlanan patojen mikroorganizmaların gelişmesini durduran ya da öldüren kimyasal maddelerdir. 1928 de Alexander Fleming' in Penicilin'i keşfine kadar antibiyotikler hakkında çok fazla bilgi yoktu. 1944 yılında toprak mikrobiyoloğu Wakeman'in Streptomycin'i keşfiyle birlikte streptomycin ve penicilin insanlarda hastalıkların tedavisi için kullanılmaya başlandı. Kanatlı hayvanlar üzerinde yaptıkları bir deneme sırasında, tesadüfen Aureomycin rezidülü yemi tüketen hayvanlarda büyüme artışı gözlemlenmiştir. Bu olay, çiftlik hayvanlarının yemlerinde antibiyotiklerin kullanılmasının başlangıcı olmuştur (**Ensminger ve ark. 1990**). 1950'li yıllarda hayvansal üretimin artmasıyla birlikte antibiyotiklere olan ilgi de artmıştır. Antibiyotikler kanatlı hayvanlarda büyüme faktörü olarak günümüze kadar başarıyla kullanılmışlardır.

Son zamanlarda, çiftlik hayvanlarında büyütme faktörü olarak kullanılan antibiyotiklerin yan etkilerinin olduğu ve özellikle bakterilerde direnç oluşumuna sebep olduğunun anlaşılmasından sonra tepkiler baş göstermeye başlamıştır (**Hinton 1988, Newman 2002, Guo ve ark. 2004**). Nitekim düşük konsantrasyonlarda büyütme amaçlı antibiyotik içeren rasyonu tüketen kanatlılarda antibiyotiklere direnç gösteren yeni bakteri suşlarının varlığı kanıtlanmıştır (**Aarestrup ve ark. 2000**). Antibiyotiğe karşı olan direnç bir bakteriden, diğer bir bakteriye kalıtsal olarak aktarılabilenkte, bu da insan sağlığı açısından büyük bir risk oluşturmaktadır (**Hinton 1988, Newman 2002, Guo ve ark. 2004**). Büyütme amaçlı antibiyotiklerin olumsuz etkilerinden dolayı, birçok antibiyotiğin başta Avrupa Birliği' nde (AB) olmak üzere pek çok ülkede kullanımı yasaklanmıştır (**Ceylan ve Ark. 2003, Guo ve Aark. 2004**). Buna ilaveten, AB tarafından 2002 yılında alınan bir kararla 2006 yılı başından itibaren bütün antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak yemlere katılması yasaklanmıştır (**Ceylan ve ark. 2003**).

2006 yılı itibari ile kullanımı yasaklanan antibiyotiklerin ardından hayvan sağlığının korunması ve yem hijyeninin sağlanabilmesi için alternatif yollar aranmaya başlanmıştır. Yapılan denemeler ise çoğunlukla yem içine ilave edilen ek ürünler yada fiziksel ve kimyasal yöntemler gibi üretim aşamasında yapılan müdahaleler şeklinde olmuştur. Ekspander teknolojisi yem hijyenini sağlamada fiziksel ve kimyasal yöntemlere örnek teşkil etmektedir.

Araştırmada, farklı depolama süresi ve koşullarında ekspander işleminin arpa ve mısır yem hammaddelerinin mikrobiyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır.

## **2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1.Ekspander Nedir?**

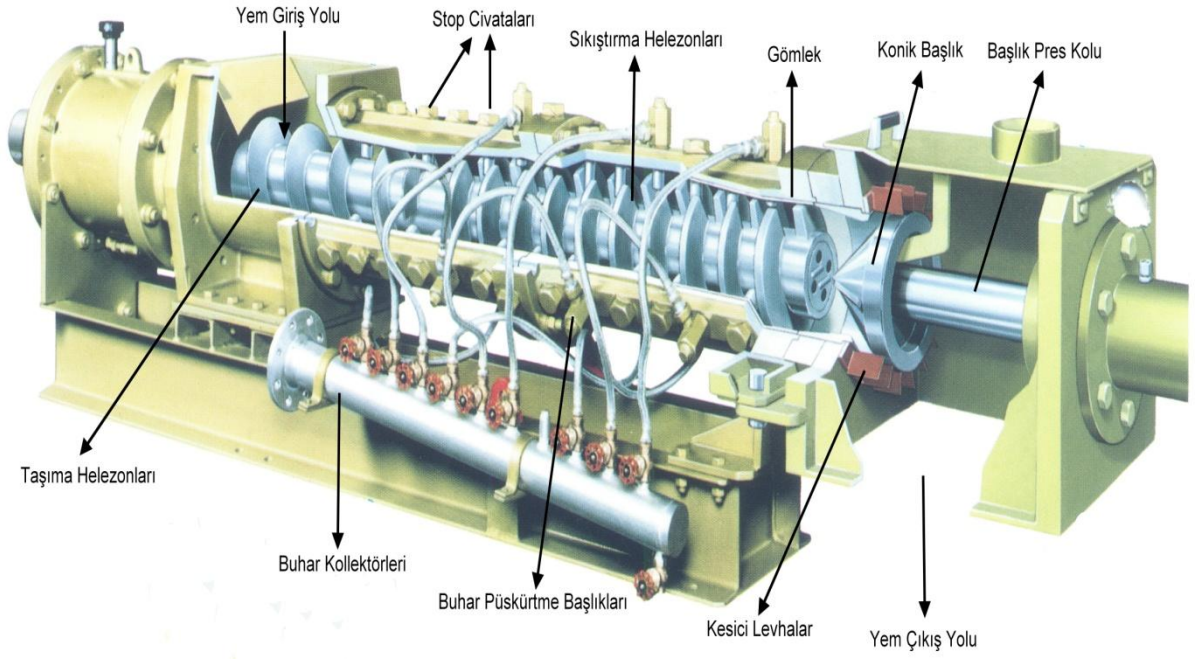
Ekspander terim olarak açıcı, genişletici, genişletici ve hacim artıcı anlamına gelmektedir. Ekspander teknolojisi karma yemlerin peletleme öncesi doğru kombinasyon ile birlikte ısıtma işlem ve basınç uygulayarak pelet kalitesinin artırılmasını, ideal nem düzeyinin korunmasını, depo süresinin ve yem hijyeninin artırılmasını, hayvan sağlığının daha iyi korunmasını, sindirilebilirlik oranının artırılmasını, ekstra bir ilave olmaksızın karma yemin metabolik enerji (ME) ve by-pass değerlerinin artırılmasını sağlayarak daha yüksek verim ve performans ile ticari hayvan işletmelerinin daha çok kar elde etmelerini hedefleyen bir mekanik-termal süper tavlama makinesidir.

### **2.2 Ekspander Teknolojisinin Çalışma Prensipleri**

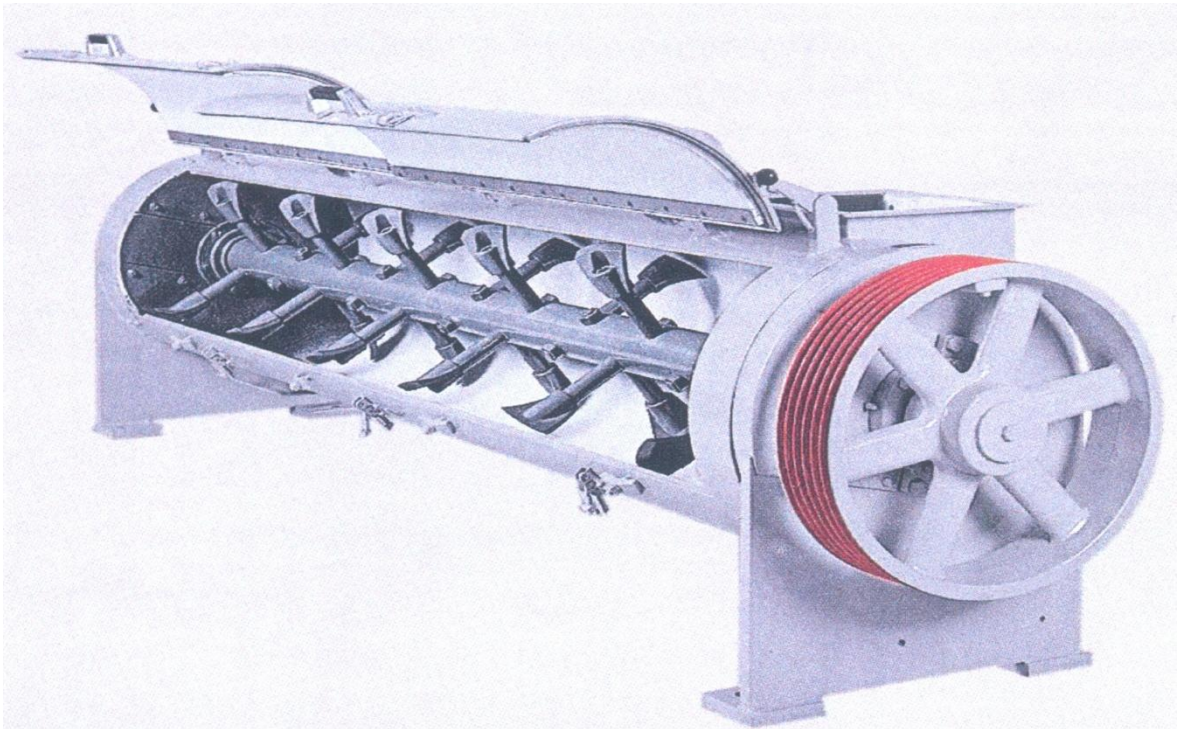
#### **2.2.1 Ekspander teknolojisi nasıl çalışır?**

Ekspander, yüksek kapasiteli ve güçlü bir sıkıştırma vidası ile açıklığı ayar edilebilir nozuldan oluşur. Yem karışımı ekspander makinesine girmeden önce kondisyonerde ilk tavlama işlemini görür ve ardından buhar ile tavlanan yem, ekspander hücresine gönderilir. Ekspander vidası ile sıkıştırılan yemin sıcaklığı yükselir iken, HTST (yüksek sıcaklık, kısa süre) işlemine uygun olarak proses kontrol altında tutulur. Basınç, sıcaklık, buhar ve sürtünme enerjisi ile oluşan ekspander işlemi, 90-150°C dereceleri arasında, 10-60 bar arası basınç altında ve 1-4 saniye arasında gerçekleşir ve ardından çıkışta aniden normal atmosfer basıncı (1,01325 bar) ile karşılaşan materyaldeki su gaz haline gelerek ürünün genişmesini sağlar. Resim 2.1'de ekspander ve iç aksamı açıkça görülmektedir. Ekspander'dan çıkan yem pelet presine, eğer peletlenmeyecek ise soğutucuya direkt gönderilir.

Ekspander'in bütünleşik bir parçası olmamasına rağmen ekspander' in daha iyi çalışmasında etkin rol oynayan bir unsur da kondisyoner'dir. Kondisyoner prosesinde ekspander' den hemen önce yer alarak yem karışımına buhar ve sıcaklık ile ön tavlama yapmaktadır. Kondisyoner içerisinde uygulanan sıcaklık 80-100°C, buhar ise yem karışımını nemini % 18'e getirecek kadardır. Resim 2.2 bir kondisyonerin iç yapısını göstermektedir.

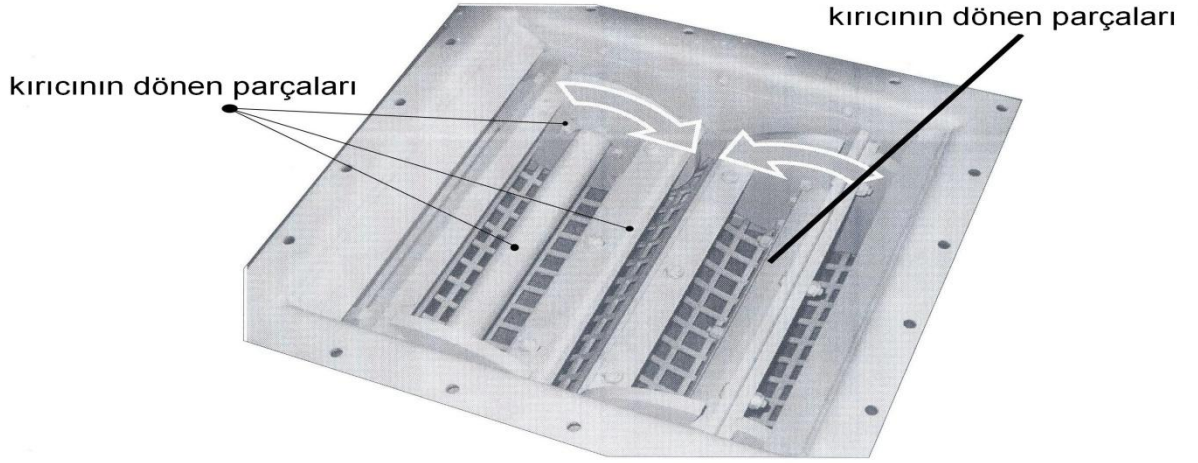


**Resim 2.1** Ekspander genel görünüş ve aksamaları (Anonim 2011)



**Resim 2.2** Kondisyoner (Anonim 2011)

Kondisyoner' den % 18 nem ve 80-100°C sıcaklık ile çıkan yemler ufak bir nem kaybı ile ekspander'a gelir. Kondisyoner ile bütünleşik çalışan Ekspander daha iyi bir randımanla işlemini gerçekleştirecektir. Ekspander'in bütünleşik çalışan diğer bir parça ise kırıcıdır. Kırıcı ekspander'den hemen sonra yer alarak, hamurumsu kıvamda çıkan yemleri ufak parçalar haline getirir ve pres makinalarında daha iyi işlenmesini sağlar. Resim 2.3.de kırıcının genel görünümü ve aksamaları yer almaktadır.



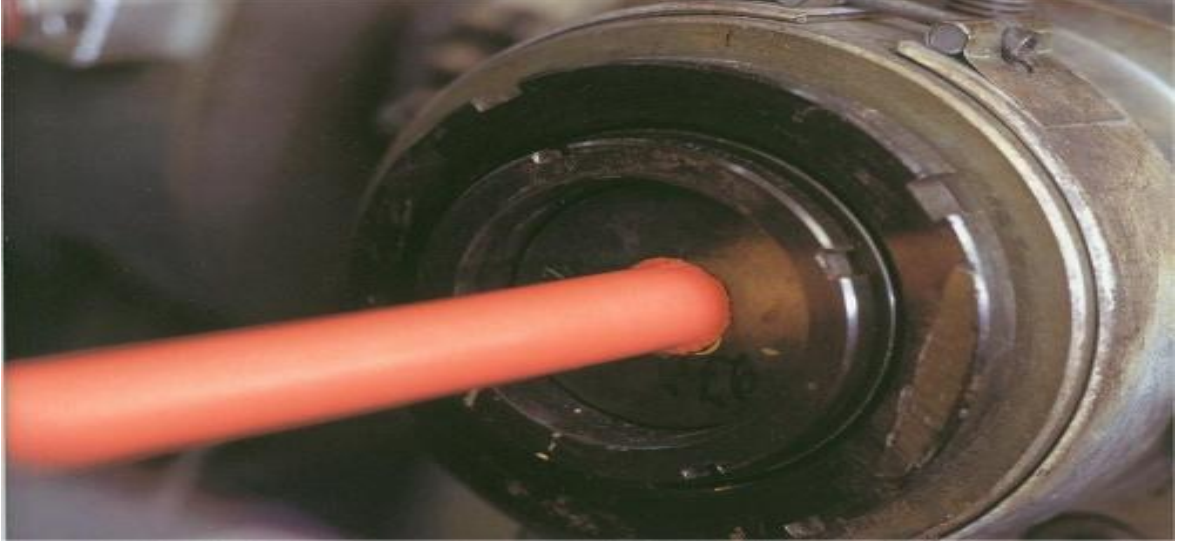
**Resim 2.3** Kırıcının genel görünümü ve aksamaları (Anonim 2011)

Ekspander içerisinde uygulanan buhar yem karışımının içeriğine göre değişmektedir. Konik şeklindeki başlığa vidalar vasıtasıyla ilerleyen yem karışımı giderek artan sıcaklık ve basıncın etkisi altına girer. Yem karışımları çıkış yapmadan hemen önce pik düzeyde sıcaklık 90-150°C ve basınç (40-50 bar) ile karşılaşır.

### 2.2.2 Ekspander ile ekstruder arasındaki fark

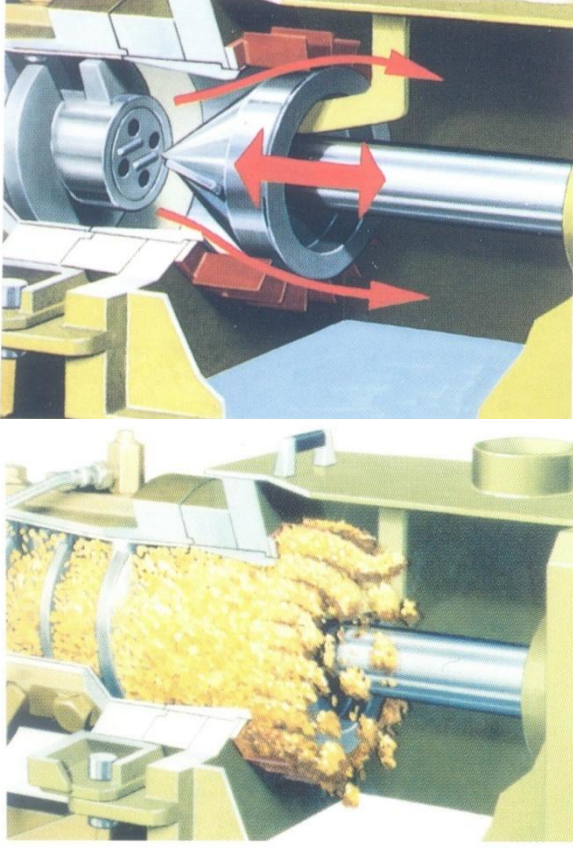
Ekstruder, ham materyalin kısa sürede yüksek sıcaklık ve basınca tabi tutulduğu "biyoreaktör" olarak tanımlanmaktadır. Sıcaklık, vidaların dönmesi ile sağlanan mekanik enerji, yem partiküllerinin kendi aralarındaki, yem partikülleri ile vida arasındaki ve yem partikülleri ile ekstruder kovani arasındaki sürtünmeden oluşur. İşlem esnasında materyal çıkışa doğru zorlanır ve disk deliklerinin çapına bağlı olarak basınç 202,65 bar' a kadar çıkabilmektedir. Basıncın uygulanma süresi ise ekspandera kıyasla 6 kata kadar daha uzun olabilmektedir. Yüksek sıcaklık ve basınç altında materyal sıvı benzeri plastik bir hal alır. Çıkışta aniden normal atmosfer basıncı (1,01325 bar) ile karşılaşan materyaldeki su gaz

haline gelerek ürünün genişmesini sağlar. Buharlaşıma ile oluşan küçük boşluklar sayesinde farklı yoğunluklarda materyal elde etmeyi sağlar. Resim 2.4.' de ekstruder çıkış başlığı yer almaktadır.



**Resim 2.4** Ekstruder Çıkış Başlığı (Anonim 2012a)

Ekspander, ekstruder' den farklı olarak materyali 100°C' nin üzerinde pişirmek ya da şartlandırmak üzere kullanılan bir işlemdir. Çıkış başlıkları dışında neredeyse aynı olan bu iki makinenin gerçek farkı da başlıklardan kaynaklanmaktadır. Ekspander çıkış başlığı konik şekillidir. Bu konik şekilli parçaya gönderilen yem veya diğer materyaller bu bölgede sıkıştırılır, bu aşamada ekspander ekstruder 'in tek noktadan boru şekilli tahliye biçiminin aksine konikin etrafından materyale bir çok çıkış imkanı sağlar ve ürünün hamurumsu bir yapı olmasına imkan tanır. Sıkıştırma işlemine ek olarak uygulanan buhar ile birlikte ekspander vazifesini gerçekleştirir. Resim 2.5' de ekspander çıkış başlığı ve çalışma prensibi yer almaktadır.



**Resim 2.5** Ekspander çıkış başlığı ve çalışma şekli (Anonim 2011)

**Ekstruder ile Ekspander arasındaki farkı kısaca özetlemek gerekirse;**

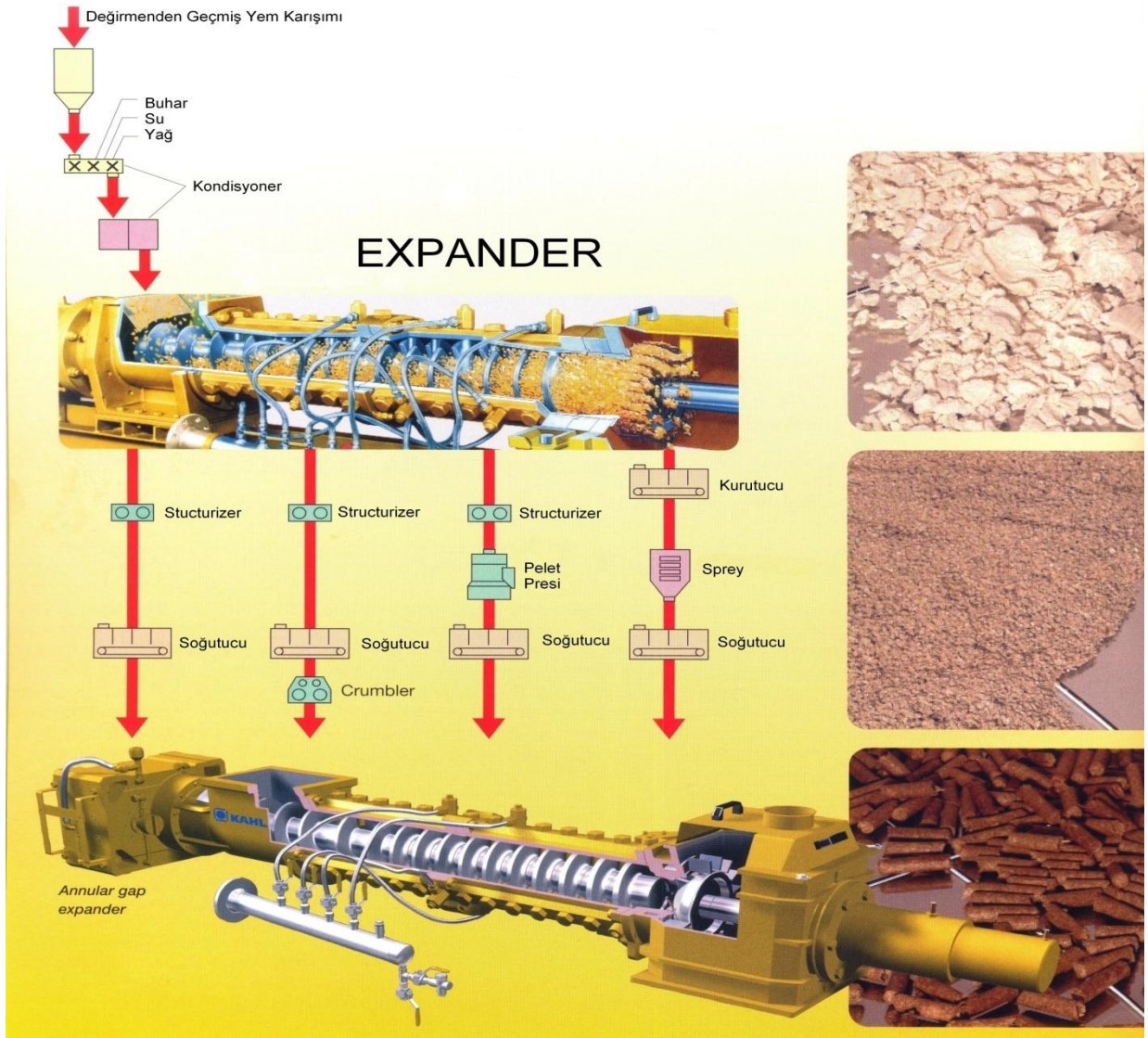
- Ekstruder daha çok tek mideliler için balık, kedi-köpek mamaları, insan gibi canlılarda kullanımı daha uygun ve yaygındır.
- Ekstruder, ekspander'e göre çok daha yüksek oranda pişirme işlemi uygulamaktadır. Bu da daha yüksek enerji girdisi ve daha yüksek maliyet demektir. Bu nedenden dolayı ruminant ve kanatlı hayvanlar için kullanımı ekonomik değildir.
- Ekspander giriş nemi % 17-18' dir. Ekstruderde nem çok daha yüksektir.
- Ekspander'in çalışma kapasitesi daha yüksektir ve ilk kurulum maliyeti ekstruder'e göre daha düşüktür.

- Ekstruder'da hammaddeye uygulanan basınç ve sıcaklık işleminin pik olduğu anın süresi ekspander'a göre 6 kat daha uzundur. Bu süre zarfında hammaddenin yapı taşlarının (protein, by-pass protein, yağ vb.) olumsuz etkilenip işlevsiz hale gelmesi daha muhtemeldir.
- Ekspander'ın çıkış kısmındaki sıcaklık 120°C' de (uygulaması yaygın ve günümüzde optimum olarak görünen sıcaklık) sabit tutulabilirken, ekstruder'da çıkış açıklığının sabit ve kısıtlı olması ve yem karışımlarının yapısı nedeniyle sıcaklık mamulün akışkanlığına bağlı olarak değişebilir.
- Ekspander ile her türlü hammadde işlenebilirken ekstruder' da sadece belli bir düzeyde yağa sahip hammaddeler işleme tabii tutulabilmektedir.
- Ekstureder'da itici motor ve diğer aksamlar daha çok zorlanmakta ve aşınmaktadır. Bu nedenle parçalar daha çabuk kullanılmaz hale gelir. Parçaların daha kısa süre kullanılır oluşu da ekstra bir maliyet demektir.
- Hammaddelere uygulanan basınç ve ısı işlemin süresi ve miktarı çok önemli ve hassas bir husustur. Bu ince çizgiyi kontrol etmek tabiri yerindeyse ip cambazlığı yapmak gibidir. Ekspander proses programları, hareket edebilir vidası ve uygulanabilir buharlama işlemi ile bu hassas dengeyi daha kolay idare edebilmektedir.

### **2.3 Ekspander'ın Bir Yem Fabrikasındaki Yeri**

Rasyonuna karar verilen yemler, fabrika prosesine aktarılır. Rasyondaki miktarlarına göre tüm hammaddeler bir karma haline getirilir ve öğütölmek üzere değirmenlere gönderilir. Gerekli ilavelerin de yapılması ile yemler bir siloda toplanır ve kondisyonere gönderilmek üzere hazırlanır. Kondisyonerin ardından ekspander'a gelen yemler pişirildikten sonra pelet preslerine yada direkt kullanılacaksa özel soğutuculara gönderilerek paketlenmeye hazır hale getirilir. Resim 2.6' de ekspander ve ekspander' ın yem üretim prosesindeki yeri şematize edilmiştir.





**Resim 2.6** Ekspander'in Prosesdeki Yeri (Anonim 2011)

## 2.4 Ekspander'in Yem Üzerindeki Etkileri

Uzayda yer kaplayan cisimlere madde denir. Maddeleri oluşturan en küçük yapı birimleride atomlardır. Bu atomlar birbirlerine kimyasal bağlarla bağlanarak molekülleri oluştururlar. Örneğin; arpa, buğday, mısır, kepek, masa, halı v.b. gibi. Bu kimyasal bağlar elektron (  $e^-$  ) alışverişi sonucu gerçekleşir ve bu elektron alışverişi sırasında bağlar yer değiştirir (rözenans) ve atomlar arasında ki bazı bağlar parçalanırken bazı yeni kimyasal bağlar oluşur. Yemi oluşturan hammaddeler de (arpa, buğday, vb.) böyle molekül ve atomlardan oluşmaktadır. Ekspander işlemi esnasında uygulanan mekanik-termal işlem ile birlikte yemlerde kimyasal bağ kopumu, fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelmesi sağlanır.

#### 2.4.1 Fiziksel etkileri

Ekspander'in fiziksel etkilerini daha iyi bir şekilde anlatabilmek için önce basit bir ifadeyle bu etkiyi betimlemek gerekir. Ekspander işlemine tabii tutulmamış işlenmiş yemler bir mısır tanesi olarak betimlersek Resim 2.7, ekspander ile optimum proses ve ortamlara tabii tutulan yemleri ise patlamış mısır olarak betimleyebiliriz Resim 2.8.



**Resim 2.7** Mısır tanesi



**Resim 2.8** Patlamış mısır

## 2.4.2 Kimyasal etkileri

Ekspander uygulaması esnasında uygulanan ısı işlem (90-150°C) ile birlikte hammaddelerin yapısında bulunan bağlar gevşer ve temel taşlar birbirinden uzaklaşmaya başlar. Çıkış başlığına yaklaştıkça artan basınçlı ortamdan sonra (40-50 bar) bir anda normal atmosfer basıncına (1,01325 bar) çıkan ürünlerde tabiri yerindeyse bir patlama gerçekleşir ve kıvamlı bir hamur haline gelirler. Resim 2.7 ve Resim 2.8' deki resimlerde ki farklılık aynı şekilde yem hammaddelerinde de gerçekleşir.

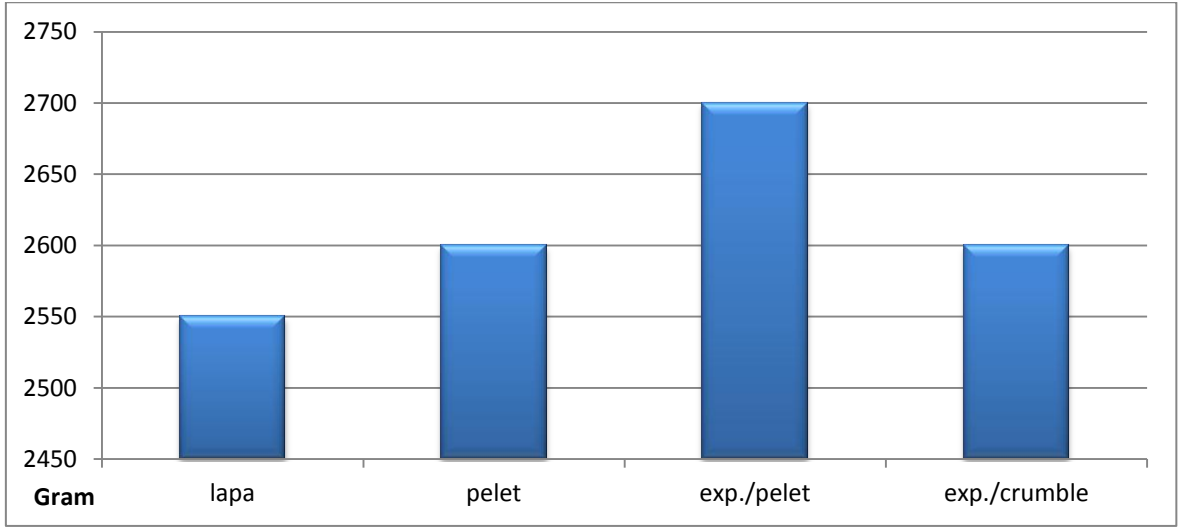
Ekspander uygulaması ile yemlerde meydana gelen nişasta jelatinasyonu her ne kadar kimyasal bir etki olsa da bu kısımda bu kimyasal etkinin neden olduğu fiziksel bir etkiyi belirtmek gerekir. Nişasta jelatinizasyon ile hamurlaşan daha iyi peletlenebilmektedir. Çizelge 2.1 ' deki tabloda hindi yemlerinde yapılan bir çalışmada ekspander'in peletleme işlemindeki avantajları incelenmiştir.

Çizelge 2.1 Hindi yemlerinde yapılan bir çalışmada ekspander' in peletleme işlemindeki avantajları (Melandri 1998)

<b>Hindi Yemlerinde Kullanılan Ekspander'in Pelet kaltesine Etkisi</b>		
<b>Teknik parametreler</b>	<b>Ekspander' dan Önce Peletlenebilme (%)</b>	<b>Ekspander' dan Sonra Peletlenebilme (%)</b>
<b>Pelet Kalitesi</b>		
<b>10 dakikalık test</b>	<b>94,2</b>	<b>96,5</b>
<b>60 dakikalık test</b>	<b>87,0</b>	<b>92,0</b>

Ekspander'in sağladığı peletleme kalitesi, üretici firmaya olduğu kadar tüketiciye de fayda sağlamaktadır. Bu konu daha sonraki konularda daha derin bir şekilde incelenmektedir fakat şimdi verilecek bir örnek peletleme kalitesinin avantajlarının daha iyi anlaşılmasında

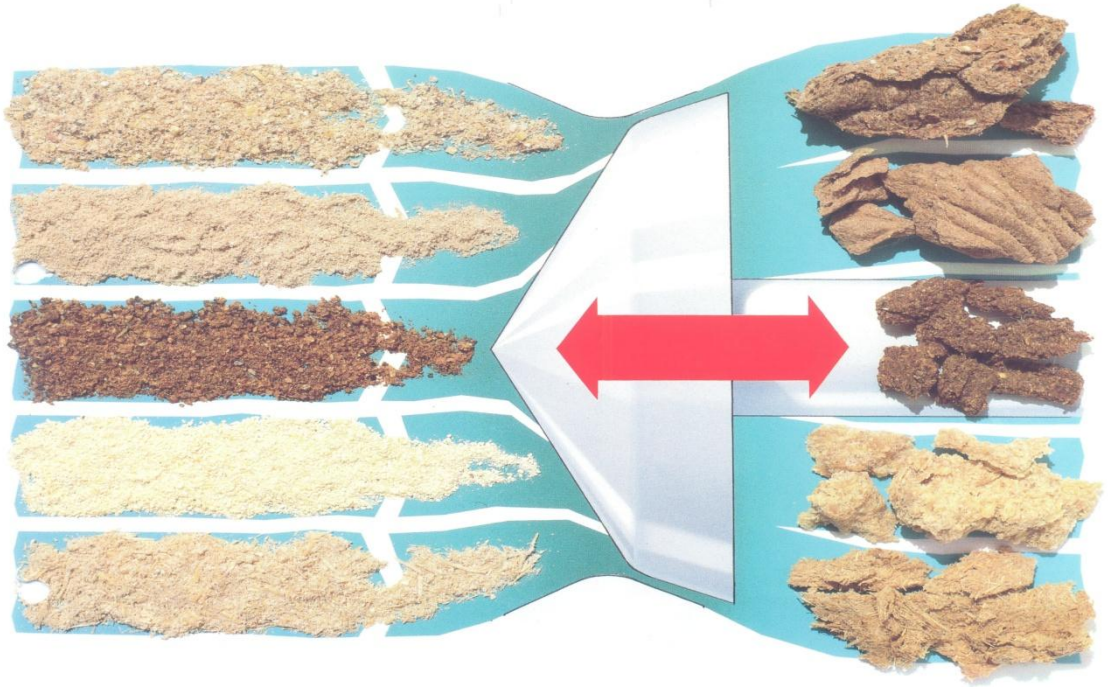
katkıda bulunacaktır. Şekil 2.1' de pelet ve ekspander'in broilerler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmadan elde edilmiş sonuçlar grafik halinde sunulmaktadır.



**Şekil 2.1** Broiler Büyüme Denemesi, Mısır Ağırlıklı Rasyon İle Canlı Ağırlık Kazanımı (1-50 gün) (Graham ve ark. 1993)

Yemlerin istenilen formda hazırlanabilirliği hayvanların beslenmesi için planlanan TMR'ın (toplam karıştırılmış rasyon) yapısına en uygun formu sorunsuzca hazırlamayı sağlar. Böylelikle hayvanlarda sıklıkla rastlanan yem seçme sorunu da ortadan kaldırılmış olur. Özellikle balık yemlerinde etkili olan diğer bir unsur ise geniş yemin özgül ağırlığının düşmesidir. Bu özellik sayesinde ekspander yemler suda rahatlıkla batmadan kalabilir ve dibe çökme ile yaşanan yem kaybı engellenmiş olur.

Yemlerin içerisinde bulunan veya sonradan katılan aromatik kokuya sahip bitki veya katkılar (aromatik yağlar, kekik ekstratları, sarımsak v.b.) ekspander ile daha çok ön plana çıkabilmekte ve böylelikle hayvanların yeme karşı olan ilgisine ve iştah sorununa çözüm desteği olmaktadır. Resim 2.9'de ekspander uygulamasına tabii tutulan yemlerin çıkış başlığından alınan örnek yem formları gösterilmiştir.



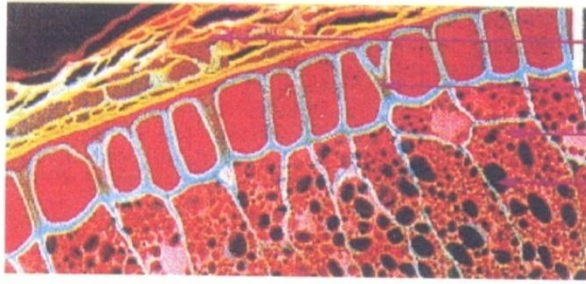
**Resim 2.9** Ekspander işlemi görmüş hammaddelerin fiziksel görünümü (Anonim 2011)

#### **2.4.3 Kimyasal, biyolojik etkileri ve diğer yemlerden farkı**

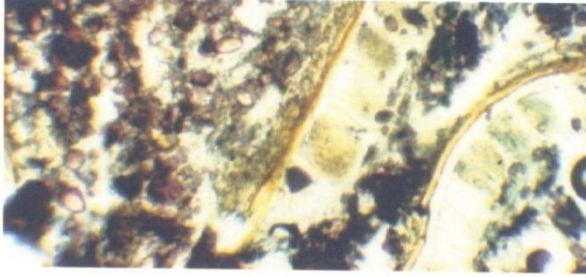
Endotermik (ısı alan) çözümlerde sıcaklık artışı çözünürlüğü artırır. Bu nedenle ekspander içerisindeki sıcaklık 90-150°C olduğu ve dışarıdan ısıtıldığı için moleküller arası bağlar genişir atomlar birbirinden uzaklaşır ve bağlar parçalanarak sindirim kolaylaşır. Dışarıdan ısı alan maddenin taneciklerinin titreşim hızı artar. Tanecikler birbirinden uzaklaşır. Madde genişmeye başlar ve molekül tanecikleri arasındaki kimyasal bağ uzar, zayıflar ve parçalanır.

Nişasta metabolizma için yakıttır. Selüloz ise bitkilere özel bir yapı malzemesidir. İkisini birbirinden ayıran tek fark ise molekül bağları arasındaki farktır. Selüloz molekülü nişasta ile aynıdır. Ancak selüloz molekülleri arasındaki hidrojen bağları ile desteklenen uzun, düz kurdele benzeri zincirler oluşur. Bu düz kurdeleler bir arada paketlenir ve aradaki bağlar söz konusu yapıyı sert, katı bir kitle şeklinde sabitler. Bu nedenle selüloz sert ve suda çözünmeyen bir maddedir. İşte bu kabuksu maddenin özü ekspander içerisinde sıcaklık, basınç ve su çözünürlüğü ile kabuksu kısımdan ayrılır ve selülozik yapı yemde dışarı vurarak maddenin özünden ayrılır. Çünkü selülozda bulunan glikoz üniteleri birbirine glikozik bağlarla bağlıdır. İşte bu bağlar ekspander içerisinde sıcaklık, basınç gibi faktörlerle zayıflar ve bir kısmı parçalanır. Selüloz geniş getiren hayvanlar tarafından

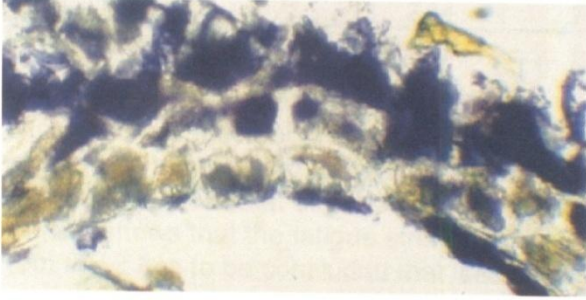
sindirilebilmektedir. Bu hayvanların sindirim kanalında selülozun sindirilmesini sağlayan birtakım mikroorganizmalar vardır. Bu mikroorganizmalar vücuda giren selülozu enzimleri sayesinde (selülitik enzimler) kolaylıkla parçalayabilmekte ve hayvan için gerekli enerjiye dönüştürmektedir. Fakat süt verimlerinin günümüzde artmış olması bu bakterilerin işlevlerinin yeterli olmadığı durumlar yaratabilmektedir. Bu nedenle ekspander'in selüloz üzerindeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Resim 2.10' de ekspander uygulaması gören buğday ve mısır danesinin yapısında meydana gelen değişiklikler açıkça görülebilmektedir.



Kabuk Tabakasında Yer alan Proteinler  
Aleuron Tabakası  
Endospermde Yer Alan Proteinler  
Nişasta Granülleri  
(Bu resimdeki buğday henüz işlem görmemiştir.)



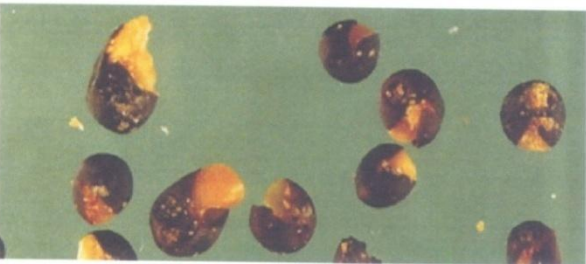
Expander ile 100 derece sıcaklıkta işlem görmüş buğday danesi. Sarı renkli aleuron tabakası hücreleri hala bozulmamış ve rahatlıkla görülebilir durumdadır. Hemen altında endosperm dokusu ve nişasta dokuları kısmen şişmiştir. Modifikasyon oranı %30-40 arasındadır.



120 derecede Expander ile endosperm dokusu deforme olmuş, aleuron tabakası hücre zincirleri ayrılmış fakat hücre yapıları bozulmamıştır. Endosperm dokusunun modifiye olmuş nişastaları kısmen aleuron tabakasını çevrelemiştir. Modifikasyon seviyesi %55-60.



140 derecede işlem görmüş buğday Protein ve nişasta aglomera olmuştur. Bu seviyedeki modifikasyon karma yemlerde beklenmez. Zaten gereklide değildir.



Bu resimdeki yemlik mısırlara ön öğütme işlemi görmeden Expander işlemi uygulanmıştır. Expander işlemi sırasında danelerin etrafını saran basıncın neden olduğu patlama ile danelerin içeriği dışına çıkmıştır.

**Resim 2.10** Ekspander işlemi sırasında buğday ve mısır tanelerinin değişimleri (Anonim 2011)

Aynı rasyona sahip ekspander ve ekspander olmayan bir yem arasındaki farklılığı normal yem analizleri ile tespit etmek pek mümkün değildir. Ekspander' in esas farklılığı sindirilebilirlik, by-pass protein, by-pass nişasta ve by-pass yağ v.b. değerler ile

değerlendirilebilir. Bu nedenle ekspander faydasının anlatılması zor bir yem uygulamasıdır. Örnek olarak Çizelge 2.2' de gösterilen çeşitli yem hammaddelerinin UDP (Rumen' de Yıkılamayan Protein) değerlerinin normal şartlardaki ve ekspander uygulamasına tabii tutulduğu zamanki sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.2 Çeşitli yem hammaddelerinin UDP ( Rumen'de Yıkılamayan Protein) değerleri (Lüpping 1999)

Hammadde	UDP içeriği (%) işlem görmemiş	UDP içeriği (%) 130 °C'de Ekspander işlemi görmüş
Tahıllar	%10-20	%25-35
Soya	%10'dan düşük	%25-30
Soya küspesi ( %44'lük )	% 35-45	%45-50
Kolza küspesi	%25-35	% 35-45
Ekspeller Kolza	%25-30	%40-45
Buğday gluteni	%25-30	%30-40

Çizelge 2.2' de tespit edilebildiği gibi ekspander uygulamasına tabii tutulmuş yemlerin UDP değerleri denemeye alınan tüm hammaddelerde artış göstermiştir. Bu çalışma sayesinde ekspander'in by-pass proteini arttırdığını söyleyebiliriz. Fakat sadece UDP değerinin yükselmesi sindirilebilirliği (dUDP) artmadıkça bir anlam kazanmaz. Çizelge 2.3 ' de ise Ekspanderin dUDP üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmanın sonuçları bulunmaktadır.



Çizelge 2.3 Ekspanderin dUDP üzerine etkisin (Anonim 2015d)

Hammadde	İşlenmemiş UDP Değeri (%)	Ekspander (130°C) UDP Değeri (%)	İşlenmemiş dUDP Değeri (%)	Ekspander (130°C) dUDP Değeri (%)
Soya Küşpesi	41	47	96	97
Kanola Küşpesi	33	37	79	80
Tahıl Karışımı <sup>1</sup>	22	33	82	87
Protein Karışımı <sup>2</sup>	37	45	86	90

1. % 75 arpa ve yulaf içeren karışım

2. % 80 soya ve kanola küspesi içeren karışım

Çizelge 2.3' de bulunan sonuçlar incelendiğinde ekspander' in sadece UDP değerini değil aynı zamanda UDP' nin sindirilebilirliğini de arttırdığını söyleyebiliriz.

Ahır, ağıl ve kümes şartları her ne kadar steril olsa da yemlerin içerisinde bulunabilecek bakteriler ve diğer bulaşık olabilecek faktörler hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir ve verim kayıplarına hatta hayvan kaybına neden olabilir. Ekspander yemin diğer yemlerden idda edilen diğer bir farkı da hijyen hususundadır. Çizelge 2.4' de yemlerde hijyen üzerine yapılan bir denemedeki sonuçlar bulunmaktadır.

Çizelge 2.4 Normal ve Ekspander ile işlem görmüş yemlerde hijyen üzerine yapılan denemedeki sonuçlarının karşılaştırılması (Anonim 2012b)

<b>Bakteri Çeşidi</b>	<b>Normal Yem</b>	<b>Ekspander Yem</b>	<b>Normal Yem</b>	<b>Ekspander Yem</b>
<b>Uygulanan sıcaklık</b>	20 °C	100 °C	27 °C	110 °C
<b>Bakteri /gr</b>	12.100.000	30.000	16.500	9.000
<b>Koliform/gr</b>	110.000	0	400	0
<b>E.Coli/gr</b>	400	0	90	0
<b>Salmonella/25gr</b>	var	Yok	Var	Yok
<b>Küf/gr</b>	7.000	0	450	0

Bu tür örnekleri arttırmak mümkündür ancak ekspander işlemine tabii tutulmuş yemlerin idda edilen biyolojik, kimyasal etkilerini ve diğer yemlerden farkını özetlemek gerekirse. Ekspander;

- By-pass protein oranını artırır,
- By-pass yağ oranını artırır,
- By-pass nişasta oranını artırır,
- Nişasta jelatinizasyonunu artırır,
- Nişasta jelatinizasyonunu arttırdığı için nişastadan gelen enerji oranında artar,
- Selülozun sindirilebilirliğini artırır,
- Yemin sindirilebilirliğini artırır,
- Glikozun yararlanabilirliğini artırır,
- Protein ve enerji konsantrasyonunu yükseltir.

Ekspander teknolojisi önemsenemeyecek kadar yüksek bir yatırım gerektiren bir yapılaşmadır. Bu yatırımın beraberinde getireceği avantajların yanında bazı dezavantajları da vardır. Ekspander' in avantajları ve dezavantajlarını daha hızlı ve anlaşılır olabilmesi için sırasıyla Çizelge 2.5, Çizelge 2.6 ve Çizelge 2.7'i dikkatlice incelenmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.5 Hindi yemlerinde ekspander etkisi (Melandri 1998)

<b>Hindi yemlerinde Ekspander Etkisi</b>		
<b>Teknik parametreler</b>	<b>Ekspander' dan Önce</b>	<b>Ekspander' dan sonra</b>
<b>Peletleme işlemi firesi(%)</b>		
10 dakikalık üretim testi	5,8	3,5
60 dakikalık üretim testi	13	8
<b>Enerji Girişi (kWh/t)</b>	20	21
	Pelet	Pelet+Ekspander
<b>Üretim (ton/saat)</b>	8	10,5
<b>Peletleme öncesi yağ ilavesi (%)</b>	1,5	5-6
<b>Toplam yağ (%)</b>	13,9	13,9
<b>FCR (Yemin-Ete Dönüşüm oranı)</b>	2,55	2,43
<b>Canlı ağırlık (kg) 100 gün</b>		
Dişiler	7,8	8,5
Erkekler	16,8	18,3
<b>Ölüm oranı (%)</b>	9	6,5

Çizelge 2.6 Ekspander' in bazı vitamin aktiviteleri üzerine etkileri (BASF 1991).

<b>VİTAMİNLER</b>	<b>70° C</b>	<b>110° C</b>	<b>70' den 110° C'ye Çıkıştaki Kayıp Oranı %</b>
<b>Yağda Eriyen Vitaminler</b>			
A, Beadlet	98	83	15,3
D, Beadlet	97	89	8,3
E, Asetat	97	88	9,3
C	65	45	30,8
<b>Suda Eriyen Vitaminler</b>			
Tiamin	96	77	19,8
Riboflavin	95	78	17,9
B <sub>6</sub>	94	75	20,2
Pantotenik Asit	95	78	17,9
Folik Asit	95	77	18,9
Biyotin	95	77	18,9
Niasin	96	80	16,7

Vitamin aktivileri değerleri, farklı yem fabrikalarından alınan örneklerin ortalamasıdır.

Vitamin aktivitesi peletleme öncesi toz yemde %100'dür

Çizelge 2.7 Ekspandera tabi tutulan pelet yemlerde vitamin stabilitesi (Peletleme Wenger UPC sisteminde Aviagen tesislerinde yapılmıştır. Değerler 12 örneğin ortalamasıdır.) (BASF 1991)

<b>Süper Tavlamaya (Ekspander) Tabi Tutulan Pelet Yemlerde Vitamin Stabilitesi</b>		
<b>Vitaminler</b>	<b>İşlenmemiş Toz Yem</b>	<b>Ekspander Pelet Yem</b>
A, IU/kg	1709	1527
E, IU/kg	5,83	4,33
Riboflavin, mg/kg	1,55	1,41
Folik asit, mg/kg	0,181	0,168

Çizelgelerde yer alan verileri ortak bir payda içerisinde değerlendirelim. Çizelge 2.5 'de görüldüğü üzere ekspander'in pelet kalitesine getirdiği avantaj aşikardır. Bunun yanında birim saatte üretilebilen yem miktarındaki artış ve faydası göreceli olan yeme yağ ilavesinde sağladığı artış ekspander'in getirdiği avantajlar listesine eklenebilir. Fakat bu avantajların yanında enerji girdisindeki artış fabrikaların üretim kapasitesini ve çalışma sürelerini düşününce önemsenemeyecek bir dezavantajdır. Aynı zamanda Çizelge 2.6 ve Çizelge 2.7' de önemle vurgulanan vitamin stabilitesi ve aktivitesinde neden olduğu kayıplardır. Günümüz Türkiye'sinde entansif hayvan yetiştiriciliğinin ne kadar yaygın bir yetiştirme yöntemi olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Bu şekilde yetiştirilen hayvanların yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmesi ve ekonomik verim eldesi için yemlerden gelen vitamin ve minerallere ne kadar muhtaç olduğu da bir gerçektir. Bu nedenle yemlerdeki vitamin ve mineral kayıplarının bir şekilde telafi edilmesi zorunludur. Yaygın olan telafi yöntemleri kayıplar göz önüne alınarak yeme fazladan vitamin ve mineral eklenmesi ya da korunmuş vitamin ve mineral kullanımınıdır. Bu iki yöntemde yem üreticisi açısından ekstra maliyet anlamına gelmektedir.

Ekspander teknolojisinin, giriş maliyetinin yüksek olduğunu konunun başında belirtmiştik. Bunun yanında ekspander'in enerji girdisinde neden olduğu artış, ekstra vitamin ve mineral maliyetleri ve ekspander'in kendi tamir ve bakım masrafları, öncelikle ekspander'in ilk dikkatimizi çeken dezavantajlarıdır. Peletleme kalitesini arttırması (peletlenemeyen yada toz halinde kalan yemlerin yeniden işlenmesi yani hiç yoktan pelet makinesinin yeniden aynı ürünü işlenmesiyle gelen maliyeti indirmesi) ekspander' in neden olduğu ekstra maliyeti tölare eden unsurlardan biri olarak sunulmaktadır. Fakat Çizelge 2.5'de görüldüğü üzere, peletleme işlemi sırasında oluşan bu fark %2,3 ile %5 arasında değişmektedir. Ayrıca Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3'de belirtildiği gibi by-pass protein oranında ve sindirilebilirliğinde meydana getirdiği artış ile kimyasal protein taşıyıcılarına olan ihtiyacı azaltması, elde edilen tasarruf ve yem kalitesinde sağladığı fayda expander sisteminin sağladığı avantajlara örnek olarak gösterilebilir.

Ekspander yemin her ne kadar diğer işlenmiş yemlere kıyasla daha hijyenik olduğu idda edilsede yem veya hammaddelerin depolanma ömürleri depo ortamına ( nem, sıcaklık, fiziksel koşullar vb.) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ekspander yemin diğer yemlerden daha uzun süre depo edilebileceğini düşündüren neden ise işlendikten sonra daha hijyenik olmasıdır . Hijyenik hale getirilen yemler, sağlıklı bir paketleme işlemi geçirdikten sonra ekstrem çevre koşulları ile karşılaşmadığı sürece daha uzun süre hijyenik kalabileceği tahmin edilmektedir. Fakat burada akla gelen soru ise ekspander işlemine tabi tutulan yemlerin, sindirebilirlik düzeyinin artması ile maruz kalacağı zararlı bulaşıklığında, zararlıların daha hızlı üremesi için diğer yemlere oranla daha iyi bir ortam hazırlayıp hazırlamayacağıdır. Bu çalışmada bu sorulara cevap bulunacağı ümit edilmektedir.

Hayvanlardan alınan ürünün en yüksek miktarda ve nitelikte olması için kullanılan yemin besin madde içeriğinin yanında, mikrobiyolojik ve mikotoksikolojik yapısı büyük önem taşımaktadır. Karma yem üretiminde kullanılan bitkisel kökenli yemlerin hasadından depolanmasına kadarki aşamalar ile karma yem üretim sırasındaki değişik aşamalar (silolar, taşıyıcılar ve soğutucular gibi..) mikrobiyal bulaşma açısından kaynak oluştururlar. Gerek mikroorganizma ve gerekse bunların toksinleri ile bulaşık yemlerin tüketilmesi sonucunda yem endüstrisi, hayvan yetiştiricileri ve gıda üreticileri açısından önemli problemlerle karşılaşmakta ve ekonomik anlamda kayıplar ciddi boyutlara ulaşabilmektedir (**Ergül 2000, Şanlı 2001**).

Yemler içerisinde oluşan en zararlı etkenler bakteri ve mantarlar tarafından salgılanan toksinlerdir. Pratikte en sık rastlanan mikotoksinler küf mantarları tarafından salgılananlardır ve günümüzde üzerinde en çok durulan mikroorganizmalar arasında yer almaktadır (**Higgins ve Brinkhaus 1999**). FAO verilerine göre tüm dünyada üretilen tarımsal ürünlerin % 25'i mikotoksinlerle bulaşabilmekte (**Peraica ve ark. 2002**) ve bu bulaşmada da karma yemlerin bulaşma derecesinin daha yüksek (% 40) olduğu kaydedilmektedir (**Şanlı 2001**).

Gıdalarda olduğu gibi yemlerin de ancak belli bir zaman içerisinde kullanılması söz konusudur. Bu durum sadece işletmede üretilen tek yemler için değil değişik yem hammaddeleri ve katkı maddelerini içeren karma yemler için de geçerlidir. Karma yem fabrikalarında üretilen yemler, hammaddelerin aksine, ya hiç depolanmamakta veya çok kısa süre için depolanıp daha sonra elden çıkartılmaktadır. Oysa hayvancılık işletmelerinde yemin depolanması oldukça uzun bir süreyi kapsamaktadır. Ancak ne olursa olsun karma yem üretiminde de gerek hammaddelerin ve gerekse karma yemlerin belli bir süre de olsa depolanma zorunlulukları vardır. Düşük maliyetli karma yem üretebilmek amacıyla ucuz dönemde satın alınan hammaddeler istenildiği şekilde depolanmadığı takdirde yem olarak kullanılmaları mümkün olmamakta ve yem maliyeti büyük ölçüde artmaktadır (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**).

Depolama sırasında mikroorganizmaların neden olduğu bozulma genel olarak aşağıdaki etkenlerden kaynaklanmaktadır:

- Depolanan yem hammaddelerin veya karma yemlerin nem içeriğinin % 13-14' ün üzerinde olması,
- Yemlerin depolandığı ortam nemi ve sıcaklığının mikroorganizmaların gelişimine uygun olması, nitekim güvenli bir depolamada ortam neminin % 75' in üzerine çıkmaması gerekmektedir.
- Hasat sırasında kullanılan ekipmanlara bağlı olarak yem hammaddelerinde zedelenme ve eziklerin oluşması ve buralarda mikroorganizmaların çok hızlı bir şekilde çoğalabilmeleri

- Depo veya ambar zararlıları olarak bilinen kuş, fare, böcek, güve ve kurtçukların yem içerisinde kalan leşleriyle yine bunların idrar ve gübreleri patojen mikroorganizmaların gelişimi için uygun ortam oluşturmaları
- Çok yüksek sıcaklıklarda ve silo içinin havalandırılmamasına bağlı olarak silo içi sıcaklığın artması ile birlikte açığa çıkan su buharının silo kapaklarında yoğunlaşarak mikroorganizmaların gelişimine olanak sağlaması
- Silo iç duvarlarında bulunan girinti ve çıkıntuların yem birikimine neden olarak fungal ve bakteriyel çoğalım için uygun ortam oluşturmaları.
- Silo içinin temizlenmemesi ve özellikle bir önceki yemin silodan tamamen uzaklaştırılmaması (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**).
- Genellikle hayvan işletmelerinde depolanan karma yemlerin ambalajlarının yetersiz olmasından kaynaklı yemin zararlılar ile temas ederek üremeleri için uygun ortam hazırlaması.

Yemlerin taşınması sırasında kullanılan kamyon ve gemilerde de mikroorganizma gelişimi için uygun ortam oluşabilmektedir. Karma yem üretim aşamalarında da mikrobiyal bulaşma mümkündür. Nitekim fabrika içerisinde kullanılan taşıyıcılar önemli bir kaynak durumundadır. Dikey tip karıştırıcılarda elevatörün dış kısımlarında bulunan ölü alanlara biriken yemler bulaşma için önemli bir kaynak oluşturabilirler

## 2.5. Yemlerin Depolanması

Karma yem endüstrisinin gelişmeye başladığı dönemlerde depolama olayı pek dikkat edilmeyen bir konu olmuştur. Teknolojinin ve endüstrinin gelişmesi ile birlikte zamanla depolanan ürünlerde meydana gelen bozulmaların, çürümelerin ve besin madde kayıplarının tespit edilmesi ile yem ve yem hammaddelerinde meydana gelen kayıpların neden olduğu yüksek maliyetlerden dolayı, gerek işletmeler gerekse fabrikalar için depolama günümüzde çok dikkat edilen bir nokta haline gelmiştir (**Ergül 2005**). Yem yapımında kullanılan hammaddelerin çok çeşitli olması, kullanılacak hammaddelerin değişik bölgelerden gelmeleri ve çeşitlerine göre değişik işleme metotlarından elde edilmeleri sebebiyle hammaddeler arasında içerik ve kalite farklılıkları görülebilmektedir. Fabrikalara ve işletmelere alınan



hammadelerden doğru şekilde numuneler alındıktan sonra bunların fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmalıdır (**Kop ve Korkut 2002**). Fakat tüm karma yem hammaddeleri çeşitli maya, küf ve bakteriler ile doğal olarak bulaşmış haldedirler (**Anonim 2007**). Yem ve yem hammaddelerinde mikroorganizma sayılarının daha da artması en çok depolama esnasında meydana gelmektedir. Bu artışın hızı sıcaklık, ortam pH' ısı, nem gibi faktörlere bağlıdır. Normal depolama koşullarında 1 g yemdeki mantar sayısı 10<sup>3</sup>, bakteri sayısı da 10<sup>4</sup> üzerine çıkmamalıdır. Fakat mikroorganizmalar uygun gelişme ortamlarını bulduklarını da çok kısa bir sürede sayılarını 10 kat arttırabilmektedirler (**Ergül 2005**).

### **2.5.1. Karma yemlerin depolanması**

Karma yemler toz veya pelet formda üretilir ve işletmelere, dökme veya çuvalı olarak teslim edilirler. Depolama özellikleri yönünden baktığımızda toz yemler % 12.2' lik nem içeriği yönünden pelet yemlere göre daha kolay küflenme meydana gelebilmektedir (**Ergül, 2005**). Ülkemizde üretilen kanatlı yemlerinin tamamına yakını fabrikalardan direk olarak işletmelere ulaştırılırken, büyükbaş ve küçükbaş yemlerinin yarısından fazlası bayiler aracılığı ile üreticilere ulaştırılmaktadır. Bayilerde oluşabilecek yanlış depolama sonucunda yem veya yem hammaddelerinde bozulma, çürüme ve kızışmalar ortaya çıkabilmektedir (**Akdeniz ve ark. 2007**). Silo veya depolarda bekletilen karma yemlerin mikrobiyolojik bozulmalarına etki eden faktörler;

- Yemin nem içeriği,
- Ortam sıcaklığı,
- Ortamdaki nemin düzeyi,
- Depolama süresi,
- Silo ve depodaki yem yüksekliği,
- Silo ve deponun havalandırma durumu (**Ergül 2005**).

### **2.5.2. Bitkisel kökenli yemlerin depolanması**

Bitkisel kökenli yem hammaddeleri karma yem kaynaklarının yaklaşık % 90' ını oluşturmaktadırlar. Ülkemizdeki üretim yetersizliği ve elde edilen ürünlerdeki kalite sorunları ithalatı zorunlu kılmaktadır (**Karabulut ve ark. 2007**). Tahıllarda 'kırık dane' sayısının fazla

oluşu küf gelişimini arttıran en önemli faktörlerden biridir. Tahıl formunun kırık daneli olması durumunda tüm danelilere göre küflenme 5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Ayhan 1991). Bitkisel ürünlerin depolanmasında küflenme ve mikotoksin oluşumlarını engelleyebilmek için ürünler olgunlaştıkları dönemlerde hasat edilmeleri gereklidir. Hasat sırasında kullanılan ekipmanlar ürünlerde herhangi bir mekanik zarar oluşturmamalı ve hasat sonrası nemi yüksek olan ürünler hemen kurutulmalıdır (Kaya ve ark. 1995). Dane yemler içinde yer alan mısır ve yulaf yağ içerikleri bakımından diğer bitkisel ürünlere göre daha zengindir. Dolayısıyla yağ asidi oksidasyonu nedeniyle diğer dane yemlere göre ek bir risk oluşturmaktadırlar (Ergül 2005). Uygun bir depolama gerçekleştirebilmek için tahıllarda (mısır, buğday, kırılmış pirinç), ekspeller ve ekstraksiyon küspelerinde, pirinç ve buğday kepeklerinde nem düzeylerinin sırasıyla % 12-13, % 10-11, % 11-12' yi aşmaması gerekir. Belirtilen nem değerleri aşıldığı takdirde yem hammaddelerinde ilk önce küflenme, daha sonra çürümeler başlayarak eldeki hammaddelerin besin madde değerlerinde meydana gelebilecek azalmalardan dolayı fabrikalar ve işletmeler ekonomik kayıplar yaşayabilir (Ayhan 1991).

### 2.5.3. Hayvansal kökenli yemlerin depolanması

Hayvansal kökenli yemlerde en sık rastlanan zararlı mikroorganizmalar *Micrococcaceae*, *Lactobacillaceae* ve *Bacillaceae* familyasında olanlardır. Ortamda fazla miktarda protein bulunması nedeniyle küfler, mayalara kıyasla daha zengin bir topluluk oluşturabilirler (Ergül 2005). Hayvansal kökenli yem hammaddelerinin işlenmesi sırasında kullanılan teknolojiye dolayı hayvansal kökenli yemler, bitkisel kökenlilere göre mikroorganizmalarca daha az oranda bulaşık durumdadırlar. Fakat bulaşma sonrası bitkisel kökenlilere göre daha fazla etkilenirler (Ergül 2005). Hayvansal kökenli yemlerin işleme teknolojisinden dolayı hücre zarları sıcaklık ve mekanik etkiler sonucunda büyük oranda tahrip olur. Bu da mikroorganizmaların hücre içine daha kolay girmelerine ve kısa sürede çoğalmalarına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle hayvansal kökenli yemlerin saklanması yemin su ve yağ içeriği yanında depolama koşullarına dikkat edilmesi ve özen gösterilmesi gerekmektedir (Ayhan 1991). Balık ununun sorunsuz depolanabilmesi için, depo sıcaklığının 20°C' nin üzerine çıkmaması, depolandığı yerde ise depo oransal neminin % 75' in altında olması gerekir. Ambalajlama yönünden ise kağıt ambalajlarda herhangi bir sorun olmamakla birlikte jüt çuvallarına konulan balık unları sıcak bölgelerde sorunlara neden olurlar (Ergül

2005). Ayrıca depoların her yeni yem veya yeni yem hammaddesi konulurken kesinlikle temizlenmesi ve bir önceki dönemden herhangi bir kalıntı bulunmaması önerilmektedir.

## **2.6. Tarımsal ürünlerin küflenme boyutu ve ekonomik önemi**

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü' nün 1985 yılı raporuna göre, dünya yıllık tarımsal ürün üretiminin yaklaşık % 25' i farklı boyutlarda küflenmekte ve mikotoksinlerle kirlenmektedir. Bu yüzden tüm dünya'da yıllık tarımsal ürün üretiminin % 1-2' si küflenmeler yüzünden tüketilemez hale geldiğinden ekonomik olarak kaybedilmektedir. Belirtilen oranlar gelişmiş ülkelerde azalırken, gelişmekte olan ülkelerde daha da artabilmektedir. Bu durumun kaçınılmaz bir sonucu olarak ta mikotoksinlerle kirlenmiş olan yem hammaddelerinin olduğu gibi kullanılması veya karma yem çeşitleri halinde hazırlanması sonucunda dünya yıllık karma yem tüketiminin % 40' dan fazlasının değişik boyutlarda mikotoksinlerle kirlenmiş olduğu tahmin edilmektedir (Yavuz 2001). Tarımsal ürünlerde küflenmelerin önlenememesi ve mikotoksinlerle kirlenmiş durumdaki yem ve yem hammaddelerin hayvanlar tarafından tüketilmesi durumunda hayvancılık işletmelerinde hayvansal verimlilikte azalma, bitkisel ve hayvansal ürün kayıplarının artması ve ürünlerin kalitesinin bozulması gibi büyük zararlar görülebileceği söylenebilir (Yavuz 2001).

## **2.7. Yemlerde Mikrobiyal Bulaşıklığı Etkileyen Faktörler**

### **2.7.1.Yemlerdeki mikroorganizma sayısı ve çeşidi**

Yemin mikrobiyolojik yapısına etki eden en önemli faktörlerin başında ortamda bulunan mikroorganizma sayısı gelmektedir. Normal koşullarda bir yem hammaddesi veya karma yemlerin her bir gramında mantar sayısının  $10^3$ , bakteri sayısının  $10^4$ ' nin üzerine çıkmaması gerekir (Ergün ve ark. 2004). Uygun olmayan koşullarda yıllarca canlı kalma yeteneğine sahip olan sporlar uygun koşullarda hemen çoğalırlar. Bir mantar sporundan  $10^{12}$ ' (logcfu/g )fazla mantar sporu gelişebilir (Yavuz 2001).

### **2.7.2. Yem hammaddesinin çeşidi**

Her yem maddesi az ya da çok sayıda mikroorganizma ile bulaşıktır. Bitkisel kaynaklı yemlerde mikroorganizma sayısı hayvansal kaynaklı yemlerden fazladır. Bitkisel kaynaklı yemlerin daha fazla mikroorganizma içermesinin en önemli nedeni hava, toprak, su ile çok sıkı ilişkisi olmasındandır. Hayvansal kaynaklı yemlerin elde edilmesi sırasında kullanılan teknolojiden dolayı bitkisel kaynaklı yemlere göre büyük oranda mikroorganizmalardan arınmış durumdadırlar. Bu işlemler sonucunda hücre zarları zarara uğradığı için mikroorganizma bulaşması sonrası bozulmalar hayvansal kökenli yemlerde daha hızlı görülmektedir (**Ergün ve ark. 2004**).

### **2.7.3. Çevre ve depolama koşulları**

#### **2.7.3.1. Ortam sıcaklığı**

Bir çok küf türü için optimum sıcaklık 20-30°C' dir (**Kaya ve Yarsan 1995**). Genellikle 15°C' nin üzerindeki sıcaklıklar gelişimleri için en uygun sıcaklıktır. Hatta bazı küf türleri 0-60°C sıcaklıklar arasında da yaşamlarını sürdürebilmektedirler (**Yavuz 2001**).

#### **2.7.3.2. Yemin nem düzeyi**

Mikroorganizmaların üreyebilmesi için gerekli olan çevre koşullarının başında nem gelir. Genellikle yemlerde fazla nem, yeterince kurutamamaktan ya da hatalı depolama sonucu oluşur. Nem miktarının %13-16 düzeylerine çıkmasıyla kesif yemler kolaylıkla bozulabilir (**Ergün ve ark. 2004**).

#### **2.7.3.3. Depolama süresi**

İşletmelere ve karma yem fabrikalarına kullanılacak olan siloların sayıları ve hacimleri hesaplanırken işletmede bulunan hayvan sayılarına veya karma yem fabrikası ise yem üretim hızı dikkate alınmalıdır. Yapılacak silolar en fazla 4 haftalık yem depolayabilecek kapasitede

olması daha uygundur (**Ergül 2005**). Mikroorganizmaların çoğalması sonucunda yemlerdeki besin maddeleri yıkımlanmaya başlar ve mikroorganizmaların çoğalma hızı da artar (**Ergün ve ark. 2004**).

#### **2.7.3.4. Temizlik**

Silolar ve yem depoları bir önceki depolamadan geriye kalan yemlerde bulunan mikroorganizmalar açısından zengin bir ortam oluştururlar (**Ergün ve ark. 2004**). Depolanacak yeni yem ve yem hammaddeleri silo veya depolara konmadan önce temizlenmeli. Depoların veya siloların tabanlarında kalmış olan toz veya küflenmiş kalıntılar yok edilmelidir (**Kaya ve Yarsan 1995**).

#### **2.7.3.5. Oksijen**

Küfler aerobik mikroorganizmalardır. Bu özelliklerinden dolayı küfler % 1 oksijenli ortamda dahi gelişirler ve toksin üretebilirler (**Ergül 2005**). Buldukları ortamdaki CO<sub>2</sub> yoğunluğu % 10 ve yukarısına çıktığında küf florası hızla baskı altına alınabilir (**Kaya ve Yarsan 1995**).

### **2.8. Mikrobiyel bozulmaların etkileri**

#### **2.8.1. Bakterilerin etkisi**

Bakteriyel bozulmaların etkisi ortamda bulunan bakterilerin sayısına göre üç kademedeyi incelenir. İlk kademedeyi bakteriler öncelikle kendi hücre içi maddeleriyle hayvana zararlı etkiler yapabilirler. İkinci kademedeyi ise mikroorganizma sayısı artmıştır ve bunu tüketen genç hayvanlarda gastrointestinal hastalıklara yakalanma oranlarında artış olur. Üçüncü kademedeyi ise sayıları en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Yemlerdeki besin maddeleri, metabolizma artıkları ve hücre içi enzimlerin etkisiyle tamamen parçalanır. Ortamda hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) ve amonyak (NH<sub>3</sub>) miktarı artar. Bu yemleri tüketen hayvanlarda zamanla besin

madde yetersizliğine bağlı olarak gelişmede gerilemeler hatta ölümler görülebilir (**Ergün ve ark. 2004**).

### **2.8.2. Küflerin etkisi**

Küfler yemlerdeki besin maddelerini tüketir ve yemin besin madde bileşiminde olumsuz yönde değişikliğe neden olurlar. Ayrıca protein, amino asit ve vitamin düzeylerinde azalma gözlenir (**Ergün ve ark. 2004**).

### **2.8.3. Mayaların etkisi**

Yemle birlikte fazla miktarda maya alınması sonucunda bazı hastalıklar meydana gelebilir. Bazı mayalar ise hayvan tarafından alındıktan sonra çoğalma kabiliyetlerini yitirirler. Bunlar diğer besin maddeleri ile birlikte sindirime uğrarlar. Bu olaydan sonra açığa çıkan bazı esansiyel amino asitlerle B grubu vitaminlerden hayvan yararlanır. Ancak aşırı maya tüketimi hayvanlarda ishal oluşmasına neden olur (**Ergün ve ark. 2004**).

## **2.9. Mikotoksinlerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Olan Etkileri**

Mikotoksin çeşitleriyle kirlenmiş bitkisel besinleri tüketen insanlarda aynı evcil hayvanlarda görünen karaciğer, böbrek, deri, sinir sistemi, hormonal denge bozukluklarıyla kendini gösteren akut ve kronik zehirlenmeler görülmektedir (**Kaya ve Yarsan 1995**). Tayland, Tayvan ve Hindistan' da aflatoksinlerin insanlarda akut zehirlenmeler yaptığını gösteren olaylar literatürlere geçmiştir. Asya ve Afrika' nın çeşitli bölgelerinde karaciğer kanseri sıklığı ile aflotoksinle kontamine olmuş gıda tüketim düzeyi arasında sıkı bir ilişki görülmüştür. Okratoksin A' nın böbrekleri etkilediği ve Balkan ülkelerinde görülen böbrek yetmezliği ile ilgisi olduğu saptanmıştır (**Akpınar 2007**).

Çizelge 2.8'de görüldüğü gibi yemlerde bulunan bakterilerin bazıları toksinlerini yem içerisinde salgılamakta bazıları da yemler hayvanlar tarafından alındıktan sonra hayvan vücudunda salgırlar. Nitekim *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus*

*Cereus* toksinlerini yemde salgılayan, *Salmonella*, *E. Coli* ve *Clostridium perfringes* hayvan vücudunda toksinlerini salgılayan bakterilerdir (**Ergül 1994**).

Çizelge 2.8 Toksinlerini yemde ve hayvan vücudunda salgılayan bakteriler (Ergül 1994)

Toksinlerini yemde salgılayan bakteriler		Toksinlerini hayvan vücudunda salgılayan bakteriler	
Tür	Substrat	Tür	Substrat
<i>C. botulinum</i>	Süt ikame yemi, balık unu, pancar talaşı	<i>Salmonella</i>	Tüm yemler
<i>S. aureus</i>	Süt ve süt ürünleri	<i>E. coli</i>	Tüm yemler
<i>B. cereus</i>	Nemli ve proteince zengin yemler	<i>C. perfringes</i>	Nemli ve proteince zengin yemler

Yemlerde bulunan toksinler daha çok farklı bakteri ve mantar türleri tarafından salgılanmakta ve hayvanlar üzerinde değişik etkiler yaratmaktadır Çizelge 2.9..

Çizelge 2.9 Genel olarak bakteri ve mantar toksinleri ile bunların hayvanlar üzerindeki etkileri (Ergül 1994).

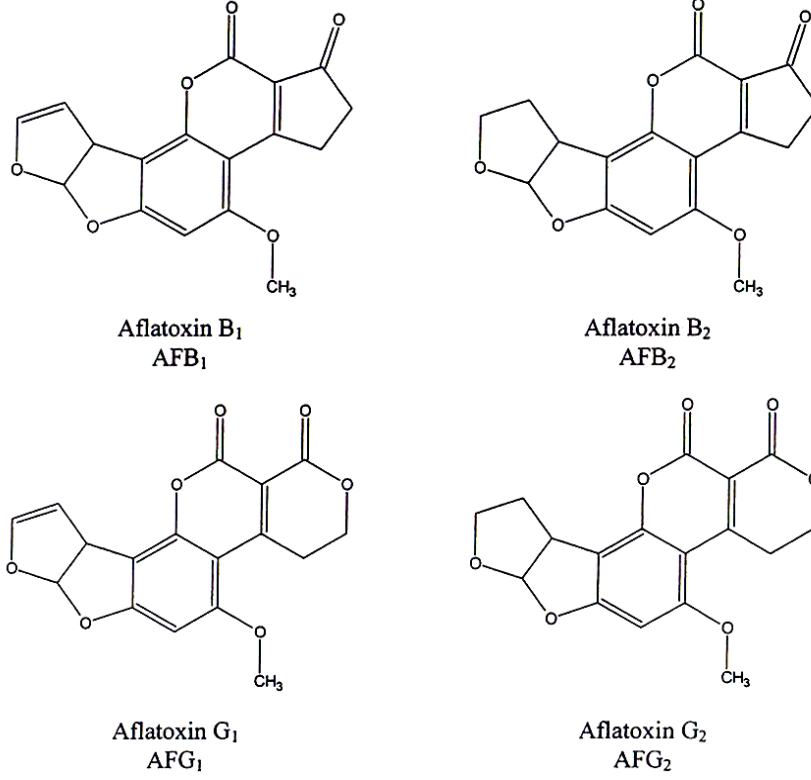
Mikroorganizma türü	Toksin türü	Hayvanlar üzerindeki etkileri
<i>Salmonella, E. Coli, Clostridium, Bacillus</i>	Enterotoksinler	Akut gastroenterist
Küf mantarı	Mikotoksinler	Karaciğer, böbrek, bağışıklık sistemi ve sinir sistemi tahribatı, kanser ve hormonal dengesizlikler gibi..

## 2.10. Başlıca Önemli Mikotoksinler

### 2.10.1. Aflatoksinler

Aflatoksinler, en çok bilinen mikotoksinler olup yaygın olarak *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* türü küflerce sentezlenirler. Dünyada yem ve gıdalarda yaklaşık 20 farklı aflatoksin türevi olduğu belirlenmiştir (Parlat ve ark. 2005). En çok bilinen aflatoksin çeşitleri ise aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1 ve M2 olmak üzere altı çeşittir. Aflatoksin B1 doğal olarak küflenmiş tarımsal ürünlerde ve karma yemlerde en çok karşılaşılan aflatoksin türüdür (Yavuz 2001, Miazzo ve ark. 2005). Tüm aflatoksinlerin içinde en aktifi ve toksit etkili olan, aynı zamanda kansere ve mutasyona yol açabilen türü Aflatoksin B1 dir (Akpınar 2007). *Aspergillus* türleri, en başta tropikal ve subtropikal bölgeler olmak üzere, tüm dünya’da yaygın bir şekilde bulunurlar. Çevre sıcaklığının 24-25°C dereceler arasında ve ürün çeşitlerine göre % 9-14 nem veya daha yüksek nemlilikte 3-4 gün içerisinde besin maddeleri küflenebilir. Bütün tahıl çeşitleri, yağlı tohumlar, mısır, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği küspesi, fındık, yerfıstığı, balık unu, kemik unu, baharatlar, un ve unlu mamüller aflatoksin yönünden risk oluştururlar (Akpınar 2007).





**Şekil 2.2** Aflatoksin (Anonim 2015c)

Aflatoksinler, tüketilen miktara bağlı olarak akut ve kronik aflatoksikozis olmak üzere iki şekilde etkisini göstermektedirler (Verma ve ark. 2004). Aşırı miktarda ve uzun süreli aflatoksin tüketiminde akut aflatoksikozis meydana gelmekte ve bu durumda asıl hedef organ karaciğer olup, kanatlılarda depresyon, iştahsızlık, kansızlık, burun akıntısı, kanama, halsizlik, solunum güçlüğü, tüylenme bozukluğu, kanlı ishal ve yüksek ölüm oranı gibi etkileri bulunmaktadır (Pier 1992, Oliveira ve ark. 2002, Ogido ve ark. 2004). Düşük seviyelerde ve uzun süreli aflatoksin tüketiminde oluşan kronik aflatoksikoziste ise kanatlılarda performans düşüklüğü, yem tüketiminde ve yem değerlendirmede düşme, yumurta üretimi ve yumurta ağırlığında azalmalar meydana gelmektedir (Leeson ve ark. 1995, Ledoux ve ark. 1998, Oliveira ve ark. 2002, Ogido ve ark. 2004, Pimpukdee ve ark. 2004, Tedesco ve ark. 2004, Verma ve ark. 2004). Aflatoksinler bu olumsuz etkilerinden dolayı kanatlı sektöründe çok ciddi ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Kontamine olmuş yem hammaddelerinden aflatoksinlerin uzaklaştırılması önemli bir problem olup etkili, ucuz ve pratik bir dekontaminasyon yöntemine acilen ihtiyaç duyulmaktadır. Genellikle dekontaminasyon işlemleri miktarın azaltılması, yok edilmesi, inaktivasyon veya fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle aflatoksinlerin uzaklaştırılması esasları üzerine yoğunlaşmıştır (Leeson ve ark. 1995, Parlat ve ark. 1999, Oğuz ve Kurtoğlu 2000).

Aflatoksinlerin mutajenik, karsinojenik, teratojenik ve akut toksisite etkileri deneysel olarak ve ayrıca evcil hayvan ve insanlarda da gözlenmiştir. En çok etkili olduğu organ karaciğer olup, karaciğer hücre çekirdeğindeki DNA ve RNA sentezleme olaylarını, dolayısıyla bazı metabolik sistemleri etkilemektedir (**Topal 1987**).

DNA ve RNA polimerazlar hızlı bir inhibisyona uğrarlar. Özellikle mRNA sentezindeki değişikliklerden etkilenecek protein sentezi önemli derecede bozulur. DNA'ya bağlı RNA sentezi ve bazı proteinlerin sentezi azalarak hücrenin ölümüne neden olur. Kolayca yaralanma ve kanamalara yol açmaktadır. Kılcal kan damarlarının dayanıklılığını azaltarak yaralanmalara ortam hazırlarlar. Dokuların dayanıklılık ve bütünlüğünü bozarak, kan pıhtılaşmasını sağlayan maddelerin azalmasına neden olur.

### **2.10.2. Okratoksinler**

Günümüzde yaklaşık 10 çeşit okratoksin türü bulunmaktadır ve bunlar içerisinde Okratoksin A, insanlar ve hayvanların sağlığı açısından önemli rol oynamaktadır. Okratoksinler en az 7 *Aspergillus* ve 6 *Penicillium* türü küf tarafından sentezlenmektedir. Fakat tarımsal ürünler ve yem çeşitlerinin küflenmesine sebep olan özellikle *A. ochraceus* ve *P. viridicatum* önem taşımaktadır. Özellikle ılıman ve soğuk iklimde yetişen tarım ürünlerinde sıkça bulunabilmektedirler (**Yavuz 2001**). Yemlerle alınan Okratoksin A, canlının sindirim kanalından kolay bir şekilde tamamen emilerek, kaslar dahil tüm vücuda özellikle böbrek ve karaciğerde birikir. Domuz ve kanatlılarda yüksek yoğunluklarda yumuşak dokularda bulunurlar (**Yavuz 2001**). Okratoksin A'nın rastlandığı ürünlerin başında arpa olmak üzere tahıllar, yerfıstığı baklagiller gelmektedir (**Akpınar 2007**). Canlılarda alınan doza bağlı olarak iki farklı etki görülebilir. Yüksek dozda alındıklarında akut toksik etki meydana gelir ve gıda veya yemin tüketilmesinin ardından kısa sürede ölüm görülebilir. Bazı durumlarda ise deri nekrozları, lökopeni (kanda lökosit sayısının azalması) ve immunosupresif (bağışıklık sisteminin baskılanması) etkiler ile belirginleşirler ve ağır hastalıklara neden olurlar. Daha az dozların uzun süre alınmaları sonucunda kronik hastalıklar görülür. Bunlar; özellikle karaciğer, böbrek gibi organlarda hastalıklar, dejenerasyonlar, bağışıklık sisteminde bozukluklar, kusurlu ve eksik organ oluşumları, deri nekrozları, üremede azalma ve kilo kaybı gibi bozukluklardır. Akut toksik etkiye bireyin duyarlılığı, genetik ve fizyolojik özellikleri ve çevresel faktörler etkendir (**Tunail 2000**).

## **2.11. Küflenme Olayının Önlenmesine Yönelik Uygulamalar**

### **2.11.1. Tarla şartlarında küf istilasının kontrolü**

Tarlada bulunan ürünler hasattan önce iç ve dış etkilerle böceklerin istilasına maruz kalır. Bu sorunu önlemek için özellikle hasat öncesi küf bulaşmasını önlemek için koruyucu tedbirler (tarımsal mücadele) gereklidir. (**Kaya ve Yarsan 1995**). Ekili alanlardaki tarımsal ürünlerin tamamen olgunlaştıktan sonra ve uygun tarımsal teknikler kullanılarak mümkün olduğunca zarar vermeden hasat edilmesi sayesinde küflenme büyük oranda önlenebileceği gibi, ürünlerin depolanma süreleri de uzatılabilir (**Yavuz 2001**).

### **2.11.2. Depolama sırasında yapılacak uygulamalar**

Depolanmış bir üründe küflenme sorununu oluşturabilecek üç faktör vardır. Bunlar, nem oranı, ürünün depolanmasından sonra geçen gün sayısı ve depo yerindeki çevre sıcaklığıdır. Sağlıklı bir depolama için nem oranının ürünün çeşidine göre uygun değerlere düşürülmesi gerekir. Yem ve yem hammaddeleri, depolanacakları silo veya depolara konmadan önce, bu yerler iyi bir şekilde temizlenmeli, küf kalıntıları yok edilmelidir (**Kaya ve Yarsan 1995**). Dıştan gelebilecek kemirici hayvanlara ve böceklere gerekli önlenmeler alınmalı, sürekli depo içi sıcaklık ve nem oranlarına dikkat edilmelidir (**Yavuz 2001**). Başlıca tarımsal ürünlerin depolanabilmesi için ön görülen nem oranları Çizelge 2.10'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.10 Başlıca tarımsal ürünlerin depolanabilmesi için öngörülen nem oranları (Yavuz 2001)

Tarımsal ürün çeşidi	Güvenli depolama için ön görülen en yüksek nem oranları (%)	
	1 yıl süre ile	5 yıl süre ile
Buğday	13-14	11-12
Arpa, mısır ve yulaf	13	11
Soya ve ürünleri	11	10 ve daha az
Pamuk tohumu ve ürünleri	10-11	-
Ayçiçeği Küspesi	11	-
Darı	11 den az	-

### 2.11.3. Ürünün taşınması sırasında dikkat edilecek hususlar

Ürünlerin hasat edildikleri yerlerden başka şehirlere, fabrikalara yada işletmelere taşınması sırasında araçlarda herhangi bir bulaşma söz konusu ise, taşınacak ürün için bir risk oluşturur. Bundan dolayı araçların boş iken düzenli olarak pestisidlerle muamele edilmesi veya fumigasyon yapılması gereklidir (Kaya ve Yarsan 1995).

### 2.11.4. Küflenmelerin kimyasal maddelerle kontrol edilmesi

Bugün tarımsal ürünlerin ve yem hammaddelerin küflenmelerini önlemek için en çok kullanılan kimyasal ürünler propiyonik asit, formik asit, fumarik asit, asetik asit, laktik asit, sitrik asit gibi organik asit çeşitleridir (Yavuz 2001).

## **2.12. Yemlerdeki Mikotoksinleri Zararsız Hale Getirilmesi**

Mikotoksinlerle bulaşmış durumdaki yem ve yem hammaddelerindeki mikotoksinleri etkisiz hale getirmek için fiziksel, biyolojik, kimyasal yöntemler (**Ergün ve ark. 2004**) ile enzim, vitamin ve aminosit kullanılmaktadır (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**).

### **2.12.1. Fiziksel yöntemler**

Fiziksel yöntemlerin başında yem ve yem hammaddelerinin içinde kirlenmiş şekilde bulunanları temizlemek, yıkamak, toksinlerle bulaşmış danelerin ayrılması ısı veya ışınlama yöntemleri kullanılır (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**). Fiziksel yöntemler içerisinde en etkili olan uygulama ise sıcaklıktır. Aflatoksin B1 kuru havada dayanıklıdır. Aflatoksin B1' in ergime sıcaklığı 260°C'dir ve 269°C de yıkımlanır. Bunun dışında ışınlama, ultraviyole ışınları ve güneş ışığı yöntemleri de kullanılır (**Kaya ve Yarsan 1995**).

### **2.12.2. Biyolojik yöntemler**

Fiziksel ve kimyasal yöntemlerin pahalı olması işletmelere ek yatırımlar gerektirmesi, ayrıca yemlerde değişikliklere neden olmalarından dolayı biyolojik yöntemler daha fazla kullanılmaktadır. Biyolojik yöntemler içerisinde bazı maya ve bakterilerin doğrudan yeme ilavesi başarılı sonuçlar vermiştir (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**).

### **2.12.3. Kimyasal yöntemler**

Kimyasal yöntemlerde hidrojen peroksit, klorin gazı, sodyum bisülfid, sodyum hidroksit (% 2), kalsiyum hidroksit (% 2,5), gaz-sıvı ve kuru amonyak ile muamele, propiyonik asit(% 0,25) gibi organik asitlerdir (**Ergün ve ark. 2004**).

#### **2.12.4. Enzim, vitamin ve amino asit kullanımı**

En etkili yöntemlerin biri de yemlere enzim ilave edilmesidir. Bunun sonucunda mikotoksin molekülleri içinde bulunan yapılar parçalanarak ortaya toksik etkisi olmayan bileşikler çıkar. Yapılan araştırmalar sonucunda vitamin C' nin antioksidan özelliği, bağışıklık sisteminin güçlenmesindeki rolünden sonra mikotoksin kontrolünde de etkili olduğu görülmüştür. Mikotoksinlerle bulaşmış durumdaki yem ve yem hammaddelerine metiyonin ilavesi ile karaciğerde glutasyon seviyesi güçlendirilir, böylece mikotoksinlerin toksik etkilerinin azalmasında yardımcı olduğu görülmüştür (**Basmacıoğlu ve Ergül 2003**).

#### **2.13. Yemlerdeki Bakterilerin Zararsız Hale Getirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

Bakterilerin zararsız hale getirilmesinde fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır.

##### **2.13.1. Fiziksel yöntemler**

- Yemlere farklı sürelerde farklı sıcaklıklar uygulamak
- Yemin basınç altında ısıtılması (ekrüzyon)
- Peletleme işlemi ve peletleme öncesi buhar kullanımı sırasında patojen mikroorganizmaların yok olmasını sağlamaktadır.
- Yemin izole edilmiş bir kanaldan 85°C sıcaklıkta 5 dakika tutulması patojen mikroorganizmaların yok olmasını sağlar.
- Yemin 110-160°C sıcaklıkta 1-2 saniye tutulması yeterlidir (**Ergün ve ark. 2004**).

### 2.13.2. Kimyasal yöntemler

- Propiyonik asit, formik asit, laktik asit, asetik asit gibi organik asitlerin kullanılması.
- Formik asit-propiyonik asit karışımı yada formaldehid-propiyonik asit karışımı organik asit kullanılmaktadır. Bakteri tipleri ve kullanılacak organik asit çeşitliliğine göre asit düzeyleri değişmektedir (**Ergün ve ark. 2004**).

### 2.14. Yemlerin Depolanmasına İlişkin Bilimsel Çalışmalar

Sorgum tohumları ile yapılan bir çalışmada % 0.25 ,% 0.75 ,% 1.5 ,% 3.0 ve % 4.0 oranında asetik asit ve propiyonik asit ilave edilmesinin farklı depolama koşulları üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, fungal hastalıklar, dayanıklılık indeksi, tohum kuru ağırlığı, filiz boyu ve kök gelişiminde % 4,0' lük asetik asit uygulamasının en iyi sonuçları sağladığı bildirilmektedir (**Tonapi ve ark. 2004**) Sütten yeni kesilmiş domuz yavrularının yemlerine organik asit katılması ile ishal olaylarında azalma meydana geldiğini ve en başarılı uygulamanın organik asitlerin sıvı formunda olduğu bildirilmektedir. Beslenmeye etkili olduğu kadar yemlerin bakteri, maya ve küflere karşıda formik+propiyonik asit karışımının en iyi yöntem olduğu saptanmıştır. Domuz beslenmesinde organik asitlerin katılmasının büyümeyi teşvik edici mükemmel bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır (**Eidelsburger ve ark. 2001**). Yem üretimi ve yemlerin korunması amacıyla, organik asit ilavesinin etkilerini incelendiği çalışmada organik asit kullanılmayan gruplarda bakteri kolonilerinin arttığını, % 5' lik propiyonik asit uygulamasının yemlerin korunmasında etkili olduğunu bildirmektedir. En iyi sonuçların ise % 3' lük organik asit ilavesi ile elde edildiği bildirilmektedir. Fakat ıslanmış ya da aşırı nemli yemlerde organik asitlerin ancak yüksek dozlarda (% 5) kullanıldığında etkili olduğu tespit edilmiştir (**Lower 1999**).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Deneme Yemleri**

Çalışmamızda hayvan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan ve Trakya yöresinde bulunan yem fabrikalarından temin edilmiş olan arpa ve mısır kullanılmıştır. Yem hammaddelerinin farklı şekilde işlenmesinin ardından 1 ve 2 ay süreyle farklı koşullarda depolanmasının yem hammaddelerinin mikrobiyolojisi üzerine etkilerini araştırmak üzere bir deneme düzenlenmiştir. Bu amaçla 16 muamele grubu oluşturulmuştur.

Denemede depolanan hammaddeler; 1) Dane mısır, 2) Ekspander mısır, 3) Dane arpa, 4) Ekspander arpadan oluşturulmuştur.

Dane mısır, ekspander mısır, dane arpa ve ekspander arpa polietilen torbalarda 30 ve 60 gün süre ile  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  de olmak üzere iki farklı sıcaklık ve % 55-60 nem koşullarında depolanmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

Araştırmanın deneme deseni, faktöriyel deneme planına uygun olarak, 2 farklı depolama sıcaklığı, 2 farklı depolama süresi ile 4 farklı hammadde türü olmak üzere planlanmıştır.

#### **3.3. Renk Analizi**

Yem ham maddelerinde renk analizi (renk okumaları) Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIELAB) üç boyutlu renk ölçümünü esas aldığı L, a, b, değerleri tespit edilmiştir. Bu üç nokta ölçüm yönteminde L ışık geçirgenlik değerini 0=siyah, 100=beyaz (tamamen geçirgen), a kırmızılık (-a yeşillik) ve b sarılık (-b mavilik ) değerlerini belirtmektedir.



### **3.4.Mikrobiyolojik Analizler**

Örneklere ait LAB sayımları 30°C sıcaklıkta 3 günlük inkubasyon sürelerini takiben gerçekleştirilmiştir. Ekim ortamı olarak MRS agar (MRS 110660 MERCK, Germany) kullanılmıştır. Maya ve küf sayıları ise malt ekstrakt agar (1.05398 MERCK, Germany) kullanılarak 30°C ' de 5 gün süreyle inkubasyondan sonra belirlenmiştir. Örneklerde LAB, maya ve küf sayıları **Seale ve ark. (1990)** tarafından belirtilen metoda göre belirlenmiş ve logaritma koliform ünite ' ye (cfu/g) çevrilmiştir.

### **3.5.İstatistik Analizler**

Elde edilen verilerin istatistik analizleri ANOVA ve Duncan ' in çoklu karşılaştırma testlerine uygun olarak PASW Statistics18 (PASW Statistics18, 2010) programı kullanılarak yapılmıştır.

#### 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir. Ekspander işlemine tabi tutulmuş ve işlem görmemiş mısır ve arpanın farklı depolama süresi şartlarında LAB, maya ve küf gelişimine olan etkileri Çizelge 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ham maddelerin depolanma öncesi LAB, maya ve küf değerleri (log cfu/g)

HAMMADDE	Maya	Küf	LAB
Mısır	1,874	0	0
Mısır Ekspander	1,573	0	0
Arpa	1,863	0,588	0
Arpa Ekspander	1,370	0,889	0

#### 4.1 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Mısırın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri

Ekspander işleminin farklı depolama süresi ve şartlarında mısırdaki maya, küf ve laktik asit bakterisi (LAB) gelişimine olan etkileri çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi işlem görmemiş dane mısırdaki maya sayısı depolama öncesi 1,874 log cfu/g iken depolamanın 1. ayının sonunda 22°C' lik sıcaklık koşullarında 1,984 log cfu/g ve 30°C ise 2,777 log cfu/g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Farklı işlenmiş mısırın farklı depolama süresi ve şartlarında LAB, maya ve küf gelişimine olan etkileri (logcfu/g)

Depolama süresi	Hammadde	Depolama Ortamı*	Maya	Küf	LAB
1.AY	Mısır	22 ± 2°C	1,984c	1,041c	0,000a
		30 ± 2°C	2,777d	1,998d	0,000a
	Ekspander	22 ± 2°C	0,000a	2,496e	0,000a
		30 ± 2°C	2,882d	2,106d	0,000a
2.AY	Mısır	22 ± 2°C	0,000a	2,086d	1,812b
		30 ± 2°C	1,509b	0,699b	0,452a
	Ekspander	22 ± 2°C	0,000a	2,672e	1,889b
		30 ± 2°C	2,178c	0,239a	1,411b
SEM Değeri			0,038	0,015	0,059
P (Olasılık Değerleri)					
Hammadde			0,015	<0,001	0,066
Depolama Ortamı			<0,001	<0,001	0,005
Süre			<0,001	<0,001	<0,001
Hammadde x Depolama ortamı			<0,001	<0,001	0,108
Hammadde x Süre			<0,001	<0,001	0,066
Hammadde x Depolama ortamı x Süre			0,007	0,253	0,108

a-b-c: Ayrı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.(P<0,05)

Ekspander işleminden geçirilmiş mısırdaki ise depolama öncesi 1,573 log cfu/g olan maya sayısı 1. ayın sonunda 22°C' lik depolama koşullarında 0 log cfu/g 30°C' lik depolama koşullarında ise 2,882 log cfu/g olarak belirlenmiştir.

Depolama koşullarının ve mısırın ekspander işleminden geçirilmesinin maya sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,001). Depolama sıcaklığının artmasıyla her iki örnekte de maya sayısında istatistiki olarak önemli bir artış olduğu gözlenmiştir (P<0,001).

Depolamanın 2. ayının sonunda ise 1. aya göre maya sayısında bir azalma görülmüştür (P<0,001).

Depolama öncesi dane mısır ve ekspander işleminden geçirilmiş mısıra ilişkin küf sayıları 0 log cfu/g olarak belirlenmiş olup, farklı depolama süresi ve koşullarında küf sayılarında artışlar olduğu gözlenmiştir. Bir aylık depolama süresinin sonunda dane mısırdaki küf sayısı 22°C’ de 1,041 log cfu/g, 30°C ise 1,998 log cfu/g olarak belirlenmiştir. İkinci ayın sonunda ise aynı örnekte küf sayısı 22°C’ de 2,086 log cfu/g’ a çıkmış, 30°C’ de ise 0,699 log cfu/g’ gerilemiştir. Ancak genel olarak bakıldığında dane mısırdaki depolama sıcaklığı ve depolama süresi arttıkça küf sayısında bir artış meydana gelmiştir (P<0,001).

Ekspander işleminden geçirilmiş mısırdaki da benzer sonuçlar gözlenmiş olup depolamanın başında 0 log cfu/g olan küf sayısı, depolamanın 1. ayının sonunda 22°C’ de 2,496 log cfu/g, 2. Ayının sonunda ise 2,672 log cfu/g olarak belirlenmiştir. 22°C’ de depolama süresi arttıkça daha fazla küf gelişimi olduğu gözlenmiş olup farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,001). 30°C’ de ise depolamanın 1. ayının sonunda 2,106 log cfu/g olan küf sayısı, depolamanın 2. ayında 0,239 log cfu/g’ a gerilemiştir (P<0,001).

Hem ekspander işleminden geçirilmiş, hem de dane mısırdaki 30°C’ lik depolama sıcaklığında, depolamanın 2. ayında 1. aya göre küf sayısında istatistiksel olarak önemli bir azalma meydana gelmiştir (P<0,001). Bu durum dikkate değer bir gelişmedir. Ancak, LAB sayıları incelendiğinde her iki örnekte de küf sayılarındaki düşüşün LAB sayılarındaki artıştan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Zira dane mısırdaki 30°C’ lik sıcaklıkta depolamanın başında ve 1. ayın sonunda 0 log cfu/g olan LAB sayısı, depolamanın 2. ayında 0,452 log cfu/g’ a çıkmasının ve benzer olarak ekspander işlemi uygulanmış mısırdaki 0 log cfu/g’ dan 1,411 log cfu/g’ a çıkmasının olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir.

Karma yemlerin korunmasında kullanılmak için ticarete bir çok kültür bulunduğu, bunlar arasında propiyonik asit, laktik asit, sorbik asit gibi kültürler fazlaca kullanıldığı bildirilmiştir (**Kaya ve Yarsan 1995**).

Aynı zamanda deneme sonuçları incelendiğinde ekspander işlemi uygulanmış mısırdaki dane mısıra göre az da olsa daha fazla küf gelişimi olduğu görülmüştür. Bu durum, ekspander mısırın ısı işlem görmesiyle beraber moleküller arası bağların genleşmesi, atomların birbirinden uzaklaşarak bağların gevşemesi sonucu dış etkenlere daha fazla maruz kalacak şekilde yüzey alanının genişlemesi ve besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, ekspander işlemi sırasında doğal bir antioksidan olan E vitamini de bir miktar tahrip olmaktadır. Isıl işlem uygulanmış broyler ve domuz yemlerini

3 ay boyunca depoladıkları çalışmalarında başlangıca göre sırasıyla % 62 ve % 74' lük bir Vitamin E kaybı olduğunu belirtmişlerdir (**Ljiljana ve ark. 2013**).

Depolama süresi arttıkça 22°C de küf miktarı artış gösterirken, 30°C sıcaklıkta ise küf miktarında bir artış olmamıştır. Bu durum 30°C' de bekletilen hammaddelerin etüvde bekletilmeleri, bu nedenle küf sporlarına daha az maruz kalmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## **4.2 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Arpanın Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri**

Ekspander işleminin farklı depolama süresi ve şartlarında arpada maya, küf ve laktik asit bakterisi (LAB) gelişimine olan etkileri çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi işlem görmemiş arpada maya sayısı 1,863 log cfu/g iken 22°C' lik depolama koşulunda 1. ayın sonunda 1,230 log cfu/g, 2. ayın sonunda ise 2,122 log cfu/g olarak bulunmuştur. Depolama süresinin dane arpada maya sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ). Birinci ayın sonunda sıcaklığın 30°C olduğu depolama koşullarında ise maya sayısı 22°C' de depolanan dane arpalara göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,001$ ). Ancak depolamanın 2. ayının sonunda 22°C' de 1. aya göre istatistiki olarak önemli bir artış olmuşken, 30°C' de istatistiki olarak önemli bir düşüş kaydedilmiştir ( $P<0,001$ ).

Ekspander işleminden geçirilmiş arpada ise denemenin başlangıcında 1,370 log cfu/g olan maya sayısı, 1 aylık depolama sonrası 22°C' de 0,874 log cfu/g ve 2. ayın sonunda ise 0,946 log cfu/g' a çıkmıştır. 22°C' de depolama süresinin maya sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,01$ ). Ancak depolamanın 1. ayı sonunda 30°C' de maya sayısı 2,011 log cfu/g' a yükselmiş olup, sıcaklığın maya sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ). İkinci ayın sonunda ise bu kez 30°C sıcaklıkta maya sayısında önemli bir düşüş gözlenmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı işlenmiş arpanın farklı depolama süresi ve şartlarında LAB, maya ve küf gelişimine olan etkileri (logcfu/g)

Depolama süresi	Hammadde	Depolama Ortamı*	Maya	Küf	LAB
1.AY	Arpa	22 ± 2°C	1,230c	0,000a	0,000a
		30 ± 2°C	2,573e	2,141e	0,000a
	Arpa Ekspander	22 ± 2°C	0,874b	0,000a	0,000a
		30 ± 2°C	2,011d	1,000c	0,000a
2.AY	Arpa	22 ± 2°C	2,122d	0,000a	1,837d
		30 ± 2°C	0,000a	2,391f	1,782cd
	Arpa Ekspander	22 ± 2°C	0,946b	0,540b	0,929b
		30 ± 2°C	0,000a	1,915d	1,735c
SEM Değeri			0,008	0,001	0,002
P (Olasılık Değerleri)					
Hammadde			<0,001	<0,001	<0,001
Depolama Ortamı			<0,010	<0,001	<0,001
Süre			<0,001	<0,001	<0,001
Hammadde x Depolama ortamı			0,001	<0,001	<0,001
Hammadde x Süre			0,176	<0,001	<0,001
Hammadde x Depolama ortamı x Süre			<0,001	0,112	<0,001

a-b-c-e-f: Ayrı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.(P<0,05)

Yapılan birçok araştırmada öteden beri, organik asitlerin antimikrobiyal aktiviteleri vurgulanmış olup (**Dibner ve Buttin 2002**), bu durum muhtemelen 2. Ayın sonunda 30°C sıcaklıkta 1,735 log cfu/g' a çıkan LAB sayısındaki artıştan kaynaklanmıştır.

Denemenin başlangıcında dane arpada küf sayısı 0,588 log cfu/g, ekspander işlemi uygulanmış arpada ise 0,889 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 1. ayının sonunda 22°C' de dane arpada küf sayısı 0 log cfu/g olarak, 30°C de ise 2,141 log cfu/g olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde ekspander arpada da küf sayısı 22°C' de 0 log cfu/g' dan 1 log cfu/g' a yükselmiştir. Ancak dane arpadaki artış ekspander arpaya göre daha yüksek olmuştur.

İkinci ayın sonunda ise dane arpada 22°C' de küf sayısı 0 log cfu/g olarak bulunmuşken, 30°C' de 2,391 log cfu/g olarak belirlenmiştir (P<0,001). Bu durum, küf

gelişiminin sıcaklıkla birlikte çoğalmak için uygun sıcaklık koşulları bulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ekspander arpada da depolama süresinin ve sıcaklığını küf gelişimini arttırdığı gözlenmiş olup farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ).

Deneme sonuçları incelendiğinde mısırdaki olduğu gibi, ekspander işlemi uygulanmış arpada da dane arpaya göre az da olsa daha fazla küf gelişimi olduğu görülmüştür. Bu durum, ekspander arpanın ısı işlem görmesiyle beraber moleküller arası bağların genişmesi, atomların birbirinden uzaklaşarak bağların gevşemesi sonucu dış etkenlere daha fazla maruz kalacak şekilde yüzey alanının genişlemesi ve besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ekspanderde uygulanan ısı işlem, **Ljiljana ve ark. (2013)**' nın belirttiği gibi aynı zamanda doğal bir antioksidan olan E vitamini de bir miktar tahrip etmektedir.

Ancak, denemede LAB gelişimi ile maya ve küf gelişiminin belli ölçüde baskı altına alındığı gözlenmiştir. Daha önce yapılan kimi araştırmalara göre de, laktik asit en fazla antimikrobiyal etkisi olan ve sorbik asitle birlikte küf gelişimine karşı en etkili organik asit olarak bilinmektedir (**Partanen ve Mroz 1999**). Laktobasiller E.coli popülasyonunu da kontrol etme yeteneğine sahip olup bakteriyostatik etkiye sahiptirler (**Fuller 1977**).

Bugün tarımsal ürünlerin ve yem hammaddelerinin küflenmelerini önlemek için en çok kullanılan kimyasal ürünler propiyonik asit, formik asit, fumarik asit, asetik asit, laktik asit, strik asit gibi organik asitlerdir (**Yavuz 2001**).

### 4.3 Ekspander İşleminin Farklı Depolama Süresi Ve Koşullarında Mısır ve Arpada Renk Değişim Özellikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 4.4 Depolama öncesi yem hammaddelerine ilişkin L, a, b ve sarı indeksi değerleri

HAMMADDE	L	a	b	Sarı İndeksi
Mısır	58,79	9,00	23,63	57,45
Mısır Ekspander	56,02	3,38	18,97	48,38
Arpa	59,37	2,94	19,49	49,90
Arpa Ekspander	56,49	3,13	13,49	33,60

Yem hammaddelerinin renkleri, hem hayvanları cezbetmesi, hem de doğal pigmentlerin vücuttaki yararlı fonksiyonları nedeniyle önemlidir. L renk değeri örneklerin ışık değeri veya aydınlık derecesini, a değeri kırmızı veya yeşili, b değeri ise sarı veya maviyi göstermektedir (**Başoğlu 1999**).

İki farklı süre ve sıcaklık ortamında depolanan dane mısır, dane arpa ve ekspander işlemi uygulanmış mısır ve arpa örneklerinin depolama sürecinde ölçülen L, a, b renk değerleri ve sarı indeksi çizelge 4.5. ve 4.6' da gösterilmiştir.

Dane mısır ve ekspander mısırdaki farklı sıcaklık ve depolama süresinin L, a, b ve sarı indeksi değerlerinde istatistiki olarak önemli bir farklılığa yol açmadığı gözlenmiştir ( $P>0,01$ ).

Benzer şekilde arpada da farklı sıcaklık ve depolama süresinin her iki örnekte de L, a, b ve sarı indeksi değerlerinde istatistiki olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir.

Ancak, mısırdaki ekspander uygulamasıyla a, b ve sarı indeksi değerlerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmiş olup ( $P<0,001$ ), ekspander mısırdaki dane mısıra göre daha düşük a, b ve sarı indeksi değerleri belirlenmiş olup, ekspander metoduyla işlenmiş mısırın dane mısıra göre daha açık renkte olduğu gözlenmiştir.



Çizelge 4.5 Dane mısır ve ekspander işlemi uygulanmış mısır örneklerinin depolama sürecinde ölçülen L, a, b ve sarı indeksi değerleri

Depolama süresi	Hammadde	Depolama Ortamı*	L	a	b	Sarı İndeksi
1.AY	Mısır	22 ± 2°C	57,41ab	8,63b	23,82b	59,30c
		30 ± 2°C	59,22b	7,04b	23,79b	57,43c
	Ekspander	22 ± 2°C	57,07ab	2,83a	18,59a	46,62b
		30 ± 2°C	59,97b	1,83a	17,30a	41,21a
2.AY	Mısır	22 ± 2°C	58,92b	7,91b	23,41b	56,77c
		30 ± 2°C	57,04ab	7,38b	22,57b	56,52c
	Ekspander	22 ± 2°C	54,67a	2,24a	17,35a	45,32ab
		30 ± 2°C	58,50b	2,41a	16,90a	41,24a
SEM Değeri			1,638	0,551	0,591	3,680
P (Olasılık Değerleri)						
Hammadde			0,380	<0,001	<0,001	<0,001
Depolama Ortamı			0,032	0,083	0,128	0,016
Süre			0,114	0,807	0,066	0,255
Hammadde x Depolama ortamı			0,029	0,412	0,589	0,091
Hammadde x Süre			0,248	0,807	0,997	0,585
Hammadde x Depolama ortamı x Süre			0,109	0,940	0,313	0,942

a-b-c: Ayrı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.(P<0,05)

Benzer olarak arpada da ekspander uygulamasıyla L, b ve sarı indeksi değerlerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir (P<0,001). Ekspander arpanın dane arpaya göre daha açık renkli olduğu gözlenmiştir.

Yem hammaddelerinde renk oldukça önemli bir faktördür. Özellikle kanatlılar parlak sarı renkli yemleri, açık mat renkli yemlere tercih etmektedirler. Ayrıca yem hammaddelerinde bulunan renk maddeleri tüketicilerin arzusu doğrultusunda kanatlıların vücut yağı ve yumurta sarısına yüksek derecede pigmentasyon sağlamaktadırlar (**Şenköylü 2001**).

Çizelge 4.6 Dane arpa ve ekspander işlemi uygulanmış arpa örneklerinin depolama sürecinde ölçülen L, a, b ve sarı indeksi değerleri

Depolama süresi	Hammadde	Depolama Ortamı*	L	a	b	Sarı İndeksi
1.AY	Arpa	22 ± 2°C	60,53c	2,23c	19,73d	46,58c
		30 ± 2°C	61,31c	2,06bc	19,50d	45,43c
	Ekspander	22 ± 2°C	57,21b	2,16bc	13,64b	34,06a
		30 ± 2°C	53,97a	1,39a	12,61a	33,37a
2.AY	Arpa	22 ± 2°C	65,41d	1,66ab	18,84d	41,08b
		30 ± 2°C	62,88cd	2,13bc	17,33c	39,45b
	Ekspander	22 ± 2°C	54,95ab	1,69abc	12,92ab	33,59a
		30 ± 2°C	54,06a	1,77abc	12,17a	32,18a
SEM Değeri			1,508	0,051	0,158	2,353
P (Olasılık Değerleri)						
Hammadde			<0,001	0,044	<0,001	<0,001
Depolama Ortamı			0,041	0,418	0,002	0,150
Süre			0,112	0,223	0,001	0,003
Hammadde x Depolama ortamı			0,378	0,062	0,961	0,830
Hammadde x Süre			0,007	0,384	0,043	0,013
Hammadde x Depolama ortamı x Süre			0,047	0,646	0,085	0,937

a-b-c: Ayrı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.(P<0,05)

## 5. SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre mısır ve arpanın ekspander yoluyla işlenmesinin farklı depolama koşulları ve sürelerinde LAB, maya, küf ve renk değişimleri üzerine değişik oranlarda etkide bulunduğu görülmektedir.

Mısır ve arpanın ekspander yoluyla işlenmesi sırasında uygulanan ısı işleminin maya ve küf gelişimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Depolama öncesinde ekspander yoluyla işlenmiş mısır ve arpada, dane mısır ve arpaya göre oldukça düşük düzeylerde maya ve küf oluşumu gözlenmiştir.

Aynı zamanda deneme başlangıcında tüm örneklerde LAB sayıları 0 log cfu/g olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında tüm hammadde örneklerinde depolama sıcaklığı ve depolama süresi arttıkça maya ve küf gelişiminin de arttığı gözlenmiştir. Ancak, uygun ortam koşullarında örneklerdeki LAB sayılarındaki artış, maya ve küf gelişimini baskı altına almıştır.

Elde edilen sonuçlara göre hammaddelerin maya ve küf gelişimleri üzerine depolama öncesi ve sonrası arasında önemli ( $p < 0,001$ ) farklılık bulunmaktadır. Bu farklılıkların en aza indirilmesi ancak ideal depolama koşullarının ve süresinin sağlanması ile mümkün olabileceği görülmektedir. Ele alınan hammadde örneklerinde LAB gelişiminin antimikrobiyal etkisi ile küf gelişimini azaltmıştır. Uzun süre ve olumsuz koşullarda depolama yapılacak yem hammaddelerinde koruyucu olarak organik asitlerin kullanılması, oluşabilecek olumsuz etkenlerin önüne geçebileceği sonucunu düşündürmektedir.

Ayrıca ekspander uygulamasındaki ısı işlem moleküller arası bağları genleştirmesi, atomların birbirinden uzaklaşarak bağları gevşetmesi sonucu dış etkenlere daha fazla maruz kalacak şekilde yüzey alanının genişlemesi, renk kayıplarının pignemtasyon ve vitamin kaybına yol açtığı, doğal bir antioksidan olan vitamin E' nin tahrip olması, uzun süre ve olumsuz depolama koşullarında ekspander ile işlenmiş yem hammaddelerin daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır.

Tüm elde edilen bu sonuçlara göre, depolama süresinin ve koşullarının hammaddenin nitelikleriyle de ilgili olduğunun bilinmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aarestrup FM, Kruse H, Tast E, Hammerum AM, Jensen LB (2000). Associations between the use of antimicrobial agents for growth promotion and the occurrence of resistance among *Enterococcus faecium* from broilers and pigs in Denmark, Finland, and Norway. *Microbial Drug Resis.*, 6(1): 63-70.
- Akdeniz, RC, Ak, Boyar, S (2007). "Türkiye Karma Yem Endüstrisi ve Sorunları" VI. Teknik Tarım Kongresi, Adana sf:1-24
- Akpınar S (2007). "Gıdalar, Yemler ve Mikotoksinler"  
[www.ordutarim.gov.tr/subeleler/kontrol/](http://www.ordutarim.gov.tr/subeleler/kontrol/)
- Anonim (2007). "Organik asitlerle ve Hayvan Beslemede Organik Asit Kullanımı" Luna Kimya Ar-Ge bölümü [www.gidahijyeni.com/showarticle.aspx?ItemID=551&ItemClass=1](http://www.gidahijyeni.com/showarticle.aspx?ItemID=551&ItemClass=1)
- Anonim (2011). A. Kahl, catalogs <http://www.akahl.de/akahl/de/home/index.php> (Erişim tarihi 2011)
- Anonim (2012a). <http://www.okks.com.tr/malzeme.html> (erişim tarihi, 10.05.2012).
- Anonim (2012b). <http://www.ayyem.com.tr/Yem/KD-25-Ekspander-Teknolojisi.aspx> (erişim tarihi, 11.05.2012).
- Anonim (2015a). Dünya karma yem üretimi verileri <http://www.millermagazine.com/dunya-yem-pazari-ve-turkiye-2/.html> (erişim tarihi, 25.11.2015).
- Anonim (2015b). TÜİK 2010, 2011, 2012, 2013 ve 2014 Verileri [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1002](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002) (erişim tarihi, 25.08.2015).
- Anonim (2015c). Aflatoksin ; <https://www.laborpraxis.vogel.de/index.cfm?pid=7534&pk=106049&op=4&type=article#1> (erişim tarihi, 25.08.2015).
- Anonim (2015d). A. Kahl, catalogs <http://www.akahl.de/akahl/de/home/index.php> Auran (1998). (Erişim tarihi 2011)
- Ayhan V (1991). "Yemlerin Depolanması" TUYAP EGE-MARMARA Dilimi ABAV Toplantısı
- Ayhan V, Alçıçek A (1995). "Yemlerde Küf Mantarları ve Genel Etkileri" Yem Magazin Eylül sayısı
- BASF (1991). Vitamin stability in premixes and feeds: A practical approach.
- Basmacıoğlu H, Ergül M (2003). Yemlerde Bulunan Toksinler ve Kontrol Yolları, Ege Üniversitesi Ziraat Fak., Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Bornova-İzmir, *Hayvansal Üretim* 44(1): 9-17 (2003).
- Başoğlu F (1999). Gıda Kalite Kontrol. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 50, 3. Baskı, Bursa, 179

- Ceylan N, Çiftçi İ, İlhan Z (2003). Büyütme faktörü antibiyotiklere alternatif yem katkılarının etlik piliçlerde besi performansı ve bağırsak mikroflorası üzerine etkileri. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27:727-733.
- Dibner J, Buttin P (2002). Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *J. Appl. Poult. Res.* 11:453-463.
- Eidelsburger U, Garnsworthy PC, Wiseman J (2001). "Feding Short-Chain Organic Acids to Pigs. Recent Developments in Pig Nutrition" 3: 107-121
- Ensminger ME, Oldfield WW, Heinemann W (1990). *Feeds and Nutrition*. Clovis, California, USA, pp. 505.
- Ergül M (1994). Karma yemler ve Karma Yem Teknolojisi. Ege Üniv.Zir.Fak.Yay.No: 384, İzmir, 280 s.
- Ergül M (2000). Yem Zararlıları ve Etkileri. International Animal Nutrition Congress 2000, 4-6 September 2000.
- Ergül M (2005). Karma Yemler ve Karma Yem Teknolojisi. Ders Kitabı, E.Ü. Ziraat Fak., Yayınları, No:384, 169-188.
- Ergün A, Tuncer, SD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Sehu A (2004). "Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi". 237-262
- Fuller R (1977). The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. *Br. Poult. Sci.* 18: 85-94.
- Graham H ve ark (1993). - Feed Enzymes, mode of action and application to head processed poultry feeds. EUROTIER 1993, KAHL seminar, proceedings.
- Guo FC, Kwakkell RP, Williams B, Li WK, Li HS, Luo JY, Li XP, Wei YX, Yan ZT, Verstegen Mwa (2004). Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growht performance of broilers. *Bri Poultry Sci.* 45: 684-694.
- Higgins C, Brinkhaus (1999). F. Efficacy of several organic acids against molds. *J. Appl. Poult. Res.* ;8:480-487.
- Hinton MH (1998). Antibiotics, poultry production and public healt. *World's Poultry Sci.* 44: 67-69.
- Karabulut A, Ergül M, Kutlu HR, Alçiçek A (2007). " Karma Yem Endüstrisi" 985- 1008.
- Karahocagil P, Ege H, (2004). "Karma Yem Sanayi" Tarımsal Ekonomi Arastırma Enstitüsü. Bakıs. Sayı: 5 (9): 1-4
- Kaya S, Yarsan E, (1995). Yem ve Yem Hammaddelerinde Küflenmenin Önlenmesi ve Mikotoksinlerle Kirletilmiş Bu Tür Yemlerin Degerlendirilmesine Yönelik Uygulamalar Ankara Üni" Vet Fak Derg 42 (2): 111-122.
- Kırkpınar F, Erkek R (2000). Yem katkı maddeleri kullanımı, gelişmeler, sorunlar. International Animal Nutrition Congress. pg. 286-293, 4-6 Eylül Isparta.

- Kop FA, Korkut YA (2002). "Balık Yemlerinde Kalite Kontrol" Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 19 1-2: 271-276
- Kutlu HR (2002). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi Ders Notlari. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi, Adana.
- Ledoux DR, Rottinghaus GE, Bermudez AJ, Alonso-Debolt M (1998). Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. Poultry Sci., 77:204-210.
- Leeson S, Diaz G, Summers JD (1995). Aflaoxins In: "Poultry metabolic disorders and mycotoxins" Leeson, S., Diaz, G. & Summers, J.D. (Eds.). pp: 248-279. (University Books. P.O. Box. 1326, Guelph, Ontario N1H 6N8, Canada). 3.KAHL Sysposium 1994, proceedings.
- Ljiljana KO, ve Ark. (2013). Effect of pelleting and expanding processes on stability of vitamin E in animal feeds, Food and Feed Research 40 (2), 109-114.
- Lower R, (1999) "Sicherung und Verbesserung des HYgiene-Status in Mischfutterwerken durch Einsatz von organischen Sauren. Muhle + Mischfuttertechnik" 136 (11): 321-325.
- Lüpping (1999). Rationsgestaltung für individuell planen. Kraftfutter Heft 1, 10-15
- Maciorowski KG, Herrera P, Jones FT, Pillai SD, Ricke SC (2007). "Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi. Animal Feed Science and Technology". 133. p.109-136.
- Melandri M (1998). Practical experiences with expanded turkey feed in Italy. 4. KAHL Sysposium1998, proceedings.
- Miazzo R, Peralta MF, Magnoli C, Salvano M, Ferrero S, Chiacchiera SM, Carvalho ECQ, Rosa CAR, Dalcero A (2005). Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and fumosin. Poultry Sci., 84:1-8.
- Miles RD and Harm RH (1984). Influence of virginiamycin on broiler performance. Poultry Science, 63; 1218-1221.
- Newman KE (2002). Antibiotic resistance is a reality novel techniques for overcoming antibiotic resistance when using new growth promoters. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 18 th Annual Symposium. pg. 98-106. Nottingham, Nottingham University Pres.
- Nir I, Şenköylü N (2000). Kanatlılar için sindirimi destekleyen yem katkı maddeleri. Trakya Üniv.Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.
- Oğuz H ve Kurtoğlu V (2000). Effect of clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. British Poultry Sci.,41:512-517.
- Oliveira CAF, Rosmaninho JF, Butkeraitis P, Correa B, Reis TA, Guerra JL, Albuquerque R, Moro MEG (2002). Effect of low levels of dietary aflatoxin B1 on laying Japanese quail. Poultry Sci., 81:976-980.

- Ogido R, Oliveira CAF, Ledoux DR, Rottinghaus GE, Correa B, Butkeraitis P, Reis Gonçales E, Albuquerque R (2004). Effects of prolonged administration of aflatoxin B1 and fumonisin B1 in laying Japanese quail. *Poultry Sci.*, 83:1953-1958.
- Parlat SS, Yıldız AÖ, Oğuz H (1999). Effect of clinoptilolite on performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during eksperimental aflatoxicosis. *Br. Poult. Sci.* 40, 495–500.
- Parlat S, Yıldız A, Cufadar Y, Olgun O (2005). “Japon Bildircinlarında Deneysel Aflatoksin Zehirlenmesine Karşı Kekik Uçucu Yağı” *S.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (36) 1–6
- Partanen KH ve Mroz Z (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.* 12: 117.
- PASW Statistics 18 (2010). SPSS Inc., IBM Company Headquarters, 233 S. Wacker Drive, 11th floor Chicago, Illinois 60606.
- Peraica M, Domijan AM, Jurjević Ž, Cvjetković B (2002). Prevention of Eksposure to Mycotoxins from food and feed. *Arh Hig Rada Toksikol* 53:229-237.
- Pier AC (1992). Major biological consequences of aflatoxicosis in animal production. *J. of Anim.Sci.*, 70:3944-3967.
- Pimpukdee K, Kubena LF, Bailey CA, Huebner HJ, Afriye-Gyawu E, Phillips TD (2004). Aflatoxin-induced toxicity and depletion of hepatic vitamin A in young broiler chicks: Protection of chicks in the presence of low levels of NovaSil PLUS in the diet. *Poultry Sci.*, 83: 737-744.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Şanlı Y (2001). *Yem Küflenmeleri, Mikotoksinlerle Bulaşma Sorunu ve Çözüm Yolları. Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar*, Editör: H. Melih Yavuz, ISBN NO:975/97831/0-X.
- Şanlı HE, Senköylü N, Ağma A (2005). “Kanatlı Beslemede Organik Asitlerin Kullanımı” *Hasad Hayvancılık Dergisi*, Subat Sayısı, s. 28–29.
- Şenköylü N (2001). *Modern Tavuk Üretimi*. Anadolu Matbaası, İstanbul.
- Tedesco D, Steidler S, Galletti S, Tameni M, Sonzogni O, Ravarotto L (2004). Efficacy of silymarin-phospholipid complex in reducing the toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicks. *Poultry Sci.*, 83:1839-1843.
- Topal Ş (1987). *Bazı önemli Mikotoksinler ve Özellikleri*. TÜGAM-MAĞ-GEBZE
- Tonapi V ve ark. (2004). *Legislative mechanisms for conserving biodiversity and protection of IPR in india*. National Research Center for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, Andhra Pradesh, India. 649 pp. ISBN 81-09335-03-0.

- Tunail N. (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını. Sim Matbaası, Ankara 522 s 03. Bölüm, 13. Kısım.
- Verma J, Johri TS, Swain BK, Ameena S (2004). Effect of graded levels of aflatoxin, ochratoxin and their combinations on the performance and immune response of broilers. Br. Poult.Sci.,45:512-518.
- Woodward SA, Harms RH, Miles RD, Janky DM and Ruiz N (1988). Research note: Influence of virginiamycin on yield of broilers fed four levels of energy. Poultry Science, 67; 1222-1224.
- Yavuz HM (2001). Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler Ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar. Farmavet, İstanbul.



## **TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans öğrenimim süresince yetişmemde bana destek olan ve tez çalışmamın yürütülmesinde bilgi, deneyim ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Hasan AKYÜREK'e; çalışmamın tüm aşamalarında bana ayırmış oldukları zaman ve emekleri için Sayın Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN ve Doç. Dr. Fisun KOÇ' a ve Zootekni Bölümü'nde görevli tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans öğrenimime başlamamda ve eğitimimin sonuna kadar bana maddi ve manevi yönden daima destek olan sevgili annem başta olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

**İlhan ÇIPLAK**

## **ÖZGEÇMİŞ**

1987 yılında Malatya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladıktan sonra 2007 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü'nü kazanarak lisans öğrenimine başladı. 2011 yılı Haziran ayında lisans öğrenimini tamamlayarak Zootekni Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Zootekni Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimine Doç. Dr. Hasan AKYÜREK danışmanlığında başladı.