



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**FARKLI DEPOLAMA SÜRE VE KOŞULLARININ KÖPEK MAMALARININ
KALİTE VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mehmet KUKİRİK

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gülcan DEMİREL**

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Doktora Programı

Ocak, 2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Mehmet KUKİRİK tarafından, **Prof. Dr. Gülcan DEMİREL** danışmanlığında hazırlanan "**FARKLI DEPOLAMA SÜRE VE KOŞULLARININ KÖPEK MAMALARININ KALİTE VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **29/01/2025** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

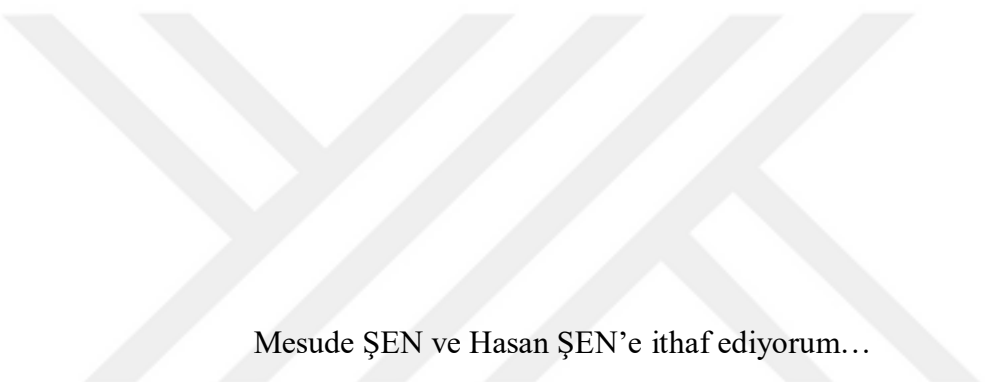
	İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. Gülcan DEMİREL İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı	☐ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. İsmail ABAŞ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı	☐ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Ali AYDIN İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veterinerlik Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı	☐ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Hakan BİRİCİK Bursa Uludağ Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı	☐ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Doç. Dr. İsmail ÇETİN Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı	☐ Kabul ☐ Ret

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve bilimsel etik kuralları içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve her türlü hukuki sorumluluğu aldığımı kabul ederim.

Mehmet KUKİRİK

(İmza)



Mesude ŞEN ve Hasan ŞEN'e ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

FARKLI DEPOLAMA SÜRE VE KOŞULLARININ KÖPEK MAMALARININ KALİTE VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: TDK-2022-36310

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenim sürecimde büyük bir özveri ve sabırla bana rehberlik edip tez yazım sürecinde engin tecrübesi ile desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Gülcan DEMİREL'e; tezimin tüm aşamalarında maddi manevi destek ve katkılarından ötürü İÜ-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Dr. Refik SEVİM'e ve bilgi birikimlerini aktaran tüm hocalarıma;

Attığım her adımda yanımda olduğunu bildiğim, koşulsuz bir şekilde hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen kıymetli annem Hümeysra KUKİRİK ve babam Yusuf KUKİRİK'e; varlığından güç aldığım ilk oyun arkadaşım ablam Müzeyyen BOLOĞUR ve değerli eşi Hamdi BOLOĞUR'a; zorlu tez yazım süreci boyunca gösterdiği sabır ve anlayışından dolayı Özge ÖZ'e teşekkür ederim.

Ocak 2025

Mehmet KUKİRİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI.....	ii
BEYAN.....	iii
BÜTÇE DESTEKLERİ.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ.....	17
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	20
2.1. PET MAMALARI: ÇEŞİTLERİ, ÜRETİM SÜREÇLERİ VE DÜNYA VE TÜRKİYE VERİLERİ.....	20
2.2. MAMALARDA BESİN DEĞERİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE ÖNEMİ.....	22
2.2.1. Pet Mamalarında Yağlar ve Yağ Asitleri.....	25
2.3. KURU MAMALARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİ.....	31
2.4. KURU MAMALARDA YEM GÜVENLİĞİ VE MİKROBİYOLOJİK KALİTE.....	36
2.4.1. Küf ve Mayalar.....	37
2.4.2. Bakteriler.....	41
2.4.2.1. <i>Salmonella spp.</i>	42
2.5. KURU MAMALARDAKİ KİMYASAL KALİTE PROBLEMLERİ.....	46
2.5.1. Lipit Oksidasyonu.....	51
2.5.1.1. <i>Peroksit Değeri (PV)</i>	55
2.5.1.2. <i>Serbest Yağ Asitleri (FFA)</i>	56
2.6. KURU MAMALARDA AMBALAJLAMA TEKNOLOJİLERİ.....	58
2.7. EVCİL HAYVAN MAMALARINDA SATIN ALMA TERCİHLERİNİ VE DEPOLAMA SÜREÇLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	61

3. YÖNTEM	64
3.1. ÖRNEKLERİN SEÇİMİ VE TOPLANMASI.....	64
3.2. ÇALIŞMA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI	64
3.3. BESİN MADDE ANALİZLERİ	64
3.3.1. Kuru Madde Analizi.....	65
3.3.2. Ham Protein Analizi.....	65
3.3.3. Ham Yağ Analizi	66
3.3.4. Ham Kül Analizi	67
3.3.5. Ham Selüloz Analizi	67
3.4. KÜF VE MAYA SAYIMI	67
3.5. SALMONELLA ARANMASI.....	68
3.6. PEROKSİT SAYISI TAYİNİ	69
3.7. SERBEST YAĞ ASİTLİĞİ TAYİNİ.....	70
3.8. SU AKTİVİTESİ.....	70
3.9. YAĞ ASİTLERİ TAYİNİ	70
3.10. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	71
4. BULGULAR.....	72
5. TARTIŞMA.....	82
5.1. RUTUBET, a_w , ME VE BESİN MADDELERİ İÇERİKLERİ	82
5.2. YAĞ ASİTLERİ.....	90
5.3. SERBEST YAĞ ASİTLİĞİ VE PEROKSİT SAYISI	98
5.4. KÜF, MAYA VE SALMONELLA.....	103
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	109
KAYNAKLAR.....	111
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	157
ETİK KURUL İZİN YAZISI	158
KURUM İZNİ YAZILARI.....	159
ÖZGEÇMİŞ	160

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Lipid Oksidasyonu Şeması (Robards ve diğ., 1988).	51
Şekil 4.1: Rutubet ve a_w arasındaki korelasyon grafiğı.	72
Şekil 4.2: Peroksid sayısı ve palmitoleik asit seviyeleri arasında pozitif korelasyon grafiğı. ...	80



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Pet Mamalarındaki Yağ Kaynaklarının Yağ Asidi İçeriği (USDA, 2019).....	30
Tablo 4.1: Denemeye dahil edilen 12 köpek mamasının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).....	73
Tablo 4.2: Premium ve ekonomik köpek mamalarının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).....	73
Tablo 4.3: Ambalaj kapatma çeşitlerine göre köpek mamalarının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).....	73
Tablo 4.4: 12 adet köpek mamasına ait yağ asidi kompozisyonu (g/100g KM).	75
Tablo 4.5: Premium ve ekonomik mamaların yağ asidi kompozisyonu (g/100g KM).....	75
Tablo 4.6: Ekonomik ve premium mamaların yağ asidi bileşimine dayalı toplamalar ve oranlar (n=6, g/100g KM).	76
Tablo 4.7: Mamaların başlangıç ve 60. gün küf, maya, <i>Salmonella</i> sayıları (kob/25g), peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri.	77
Tablo 4.8: Premium ve ekonomik mamaların farklı saklama koşullarındaki küf, maya, <i>Salmonella</i> sayıları, peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri.	77
Tablo 4.9: Mamaların ziplock ve velcro kapatma çeşitlerine göre küf, maya ve <i>Salmonella</i> sayıları, peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri.	80
Tablo 5.1: Çalışmaya dahil edilen mama ambalajlarında yer alan yağ kaynağı ibareleri.	96

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

a_w	: Su Aktivitesi
α	: Alfa
β	: Beta
ε	: Epsilon
Σ	: Toplam

Kısaltmalar	Açıklama
-------------	----------

AA	: Araşidonik asit
AAFCO	: Amerikan Yem Kontrol Yetkilileri Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AGE	: İleri glikasyon son ürünleri
ALA	: α -linoleik asit
AV	: p-anisidin değeri
BHA	: Bütillenmiş hidroksianisol
BHT	: Bütillenmiş hidroksitoluen
CFU	: Koloni oluşturan birim
DHA	: Dokosaheksaenoik asit
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPA	: Eikosapentaenoik asit
FEDIAF	: Avrupa Evcil Hayvan Maması Üreticileri Federasyonu
FDA	: ABD Gıda ve İlaç Dairesi
FFA	: Serbest Yağ Asitliği
FSA	: Gıda Standartları Ajansı
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
HS	: Ham selüloz

HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
LA	: Linoleik asit
LDPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
ME	: Metabolize edilebilir enerji
MDA	: Malonaldehid
MUFA	: Tekli doymamış yağ asitleri
NRC	: Ulusal Araştırma Konseyi
PE	: Polietilen
PET	: Polietilen tereftalat
PP	: Polipropilen
PUFA	: Uzun zincirli yağ asitleri
PV	: Peroksit değeri
SFA	: Doymuş yağ asitleri
TBA	: Tiyoarbitürük asit
UV	: Ultraviole

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI DEPOLAMA SÜRE VE KOŞULLARININ KÖPEK MAMALARININ KALİTE VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet KUKİRİK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Doktora Programı

Danışman : Prof. Dr. Gülcan DEMİREL

Evcil hayvan beslenmesinde kullanılan kuru köpek mamalarının depolama süresi ve koşulları, ürünlerin hem besin değerini hem de mikrobiyal güvenliğini etkileyebilmektedir. Mama kalite ve güvenliğini sağlamak için standart bir yöntem bulunmamakla birlikte özellikle ev tipi depolamanın yanlış yönetimi bu riskleri arttırmaktadır. Bu tez çalışmasında, farklı depolama koşullarının köpek mamalarına olan etkileri incelenmiştir. Materyal olarak yerli ve yabancı üretim premium/ekonomik ve farklı kapatma mekanizmalarına göre sınıflandırılan ekstrüde kuru mamalar petshoplar ve veteriner kliniklerinden temin edilmiştir. Özellikle 10 kg ve üzeri ağırlıkta ambalajlar ile satışa sunulan 12 adet kuru mama seçilmiş olup ev tipi depolamanın simüle edilmesi amaçlanmıştır. Piyasaya sunulan orijinal ambalaja ek, ev tipi mama depolamada en çok kullanılan plastik ve metal kaplar ile seçilen mamaların oda koşullarında günlük kullanımı simüle edilerek 2 ay süre ile depolanmıştır. Denemenin başlangıç gününde ve 2 aylık depolama sonrasında çalışmaya dahil edilen örneklerin temel besin madde kompozisyonu, su aktivitesi, yağ asidi kompozisyonu, *Salmonella* spp. varlığı, küf ve maya sayımı, serbest yağ asitliği tayini ve peroksit sayısı analizleri yapılmıştır. Başlangıçta örneklerin hiçbirinde küf, maya ve *Salmonella* spp. ürememiş iken 2 aylık depolama sonucunda yine *Salmonella* spp. üremesi görülmemiş fakat her üç saklama koşulunda da küf üremesi gözlenmiştir. Başlangıç gününde tüm mamaların peroksit sayısı medyan değeri 0,68 mEq/kg iken 2 aylık depolama sonrası peroksit sayısı mamanın kendi ambalajında 14,7 mEq/kg, plastik kapta 16,6 mEq/kg ve metal kapta 11 mEq/kg bulunmuştur ($p<0,05$). Serbest yağ asitliği medyan değerleri ise başlangıç gününde %4,95 iken 2 aylık depolama sonucunda mamanın kendi ambalajında %6,44, plastik kapta %6,6, metal kapta %6,42 bulunmuştur ($p<0,05$). Elde edilen bu sonuçlar depolama tercihlerinin kalite parametreleri üzerindeki değişen etkilerini göstermektedir.

Ocak 2025, 160 sayfa.

Keywords: köpek maması, depolama, lipid oksidasyonu, yağ asidi, hijyen

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT STORAGE PERIODS AND CONDITIONS ON THE QUALITY AND SAFETY OF DOG FOOD

Mehmet KUKİRİK

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases

Animal Nutrition and Nutritional Diseases PHD Programme

Supervisor : Prof. Dr. Gülcan DEMİREL

Storage period and conditions of dry dog food used in pet nutrition can affect both nutritional value and microbial safety of the products. Although there is no standard method to ensure food quality and safety, especially improper management of home storage increases these risks. In this thesis study, the effects of different storage conditions on dog food were examined. Extruded dry food classified according to domestic and foreign production premium/economic and different closure mechanisms were obtained from pet shops and veterinary clinics as material. 12 dry food products sold in packages weighing 10 kg and above were selected and it was aimed to simulate home storage. In addition to the original packaging offered to the market, the selected food products were stored for 2 months by simulating daily use in room conditions with the most commonly used plastic and metal containers in home food storage. On the starting day of the experiment and after 2 months of storage, basic nutrient composition, water activity, fatty acid composition, *Salmonella* spp. presence, mold and yeast count, free fatty acid determination and peroxide number analyses were performed on the samples included in the study. Initially, none of the samples had grown mold, yeast or *Salmonella* spp., but after 2 months of storage, no growth of *Salmonella* spp. was observed, but mold growth was observed in all three storage conditions. While the median peroxide value of all foods on the starting day was 0.68 mEq/kg, after 2 months of storage, the peroxide value was found to be 14.7 mEq/kg in the food's own packaging, 16.6 mEq/kg in the plastic container and 11 mEq/kg in the metal container ($p<0.05$). While the median values of free fatty acidity were 4.95% on the starting day, after 2 months of storage, it was found to be 6.44% in the food's own packaging, 6.6% in the plastic container and 6.42% in the metal container ($p<0.05$). These results show the changing effects of storage preferences on quality parameters.

January 2025, 160 pages.

Keywords: dog food, storage, lipid oxidation, fatty acid, hygiene

1. GİRİŞ

Kedi ve köpekler yüzyıllardır insanlarla iç içe bir yaşam sürdürmektedir. Köpeklerin insanlarla birlikte yaşadığına dair en eski kayıt M.Ö. 14.000 yılına aitken kedilere dair kanıtların tarihi belirsizlik göstermektedir (Clutton-Brock, 1995). Tarih boyunca avcılık, sürü koruma gibi pek çok görevler üstlenen köpekler günümüzde ise aileden bir birey gibi görülmektedir. Avrupa Evcil Hayvan Maması Üreticileri Federasyonu (FEDIAF)'nın verilerine göre yalnızca Avrupa kıtasındaki toplam pet hayvanı sayısı 340 milyon iken bu sayının 104 milyonunu köpekler oluşturmaktadır (FEDIAF, 2022). Evcil hayvan sahipliğinde artan bu küresel eğilim, aile büyüklüğü, yalnız yaşayan insanlar, artan yaşam beklentisi ve kentleşme açısından gelir düzeyleri ve buna bağlı demografik değişimin yanı sıra evcil hayvanlara karşı değişen yaklaşım ve genel antropomorfizmini yansıtmaktadır (Alexander ve diğ., 2020). Kişinin evcil hayvanını bir aile üyesi olarak görmesinin yaşam refahını nasıl artırdığı araştırılmıştır ve çeşitli zihinsel ve fiziksel sağlık ölçümleriyle endekslenen yüksek bir refah seviyesi ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur (McConnell ve diğ., 2019).

Evcil hayvan sahipleri pet hayvanlarının en iyi şekilde beslenmesini sağlamak ve uzun vadede sağlığını korumak istemektedir. Bu sebeple evcil hayvanlarının diyetlerinin kalitesi ve güvenliği ile ilgili giderek artan endişelere sahiptirler (Daumas ve diğ., 2014). Yapılan bir çalışmada köpek sahiplerinin kendi beslenmesi için sağlıklı gıda seçiminden ziyade evcil hayvanı için sağlıklı mamayı seçmeye daha fazla dikkat ettiği gösterilmiştir (Tesfom ve diğ., 2010). Avrupa ve dünyada evcil hayvan sayısının ve beslenmesine olan ilginin artmasıyla birlikte evcil hayvan maması pazarı da hızlı bir şekilde büyüme göstermektedir. Bahsedilen evcil hayvan maması pazarını oluşturan pek çok ürün seçeneği vardır. Özellikle son yıllarda çiğ tip mamalar, freeze-dried mamalar gibi pek çok alternatif bulunmaktadır. Fakat kuru tip köpek maması, stoklama kolaylığı ve köpeklere sunum kolaylığı nedeniyle evcil hayvan sahipleri tarafından daha çok tercih edilmektedir (Daumas ve diğ., 2014). 2019 yılında evcil hayvan sahipleri ile yapılan bir anket çalışmasında da katılımcıların %89'unun hayvanlarını ticari olarak hazırlanmış mamalar ile beslerken, %54,7'sinin de sadece kuru mamayla besledikleri bildirilmiştir (Schleicher ve diğ., 2019).

Evcil hayvan mamalarının, özellikle de kuru mama üretiminde pek çok bitkisel ve hayvansal bileşen kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak hayvanlar için gıda ürünlerinin güvenliği konusu son derece hassasiyet kazanmaktadır. Özellikle de yağlar evcil hayvan mamalarında bulunan önemli komponentlerden birisidir. Vücutta enerji depolanması, yağda çözünen vitaminlerin iletimi, gastrointestinal sistemden emilim süreçleri gibi pek çok fonksiyonda yer almaktadırlar. Yağ kaynağı olarak ise mamalara hayvansal ve bitkisel kaynaklı içerikler eklenmektedir (Olatunde ve diğ., 2018). Fakat diyetlere yağ eklemek için kullanılan yağ kaynağının doğru seçilmesi ve yönetimi mama kalitesi ile güvenliği açısından çok önem arz etmektedir çünkü mamaların besin değerinin ve duyuşal özelliklerinin korunmasında en büyük problemlerin başında lipid oksidasyonu reaksiyonları gelmektedir (De Marchi ve diğ., 2018). Kuru ticari evcil hayvan mamalarının kalitesi, sağlıklı ve güvenli satılsalar bile satın alındıktan bir süre sonra da kötüleşebilmekte ve tehlikelere yol açabilmektedir (Hoşda ve diğ., 2016). Bu durum evcil hayvan mamalarında pek çok biyolojik tehlikenin meydana gelmesine sebep olmaktadır. İşleme sonrası evcil hayvan gıdası güvenliğinin en önemli yönlerinden biri, zoonotik ajanların varlığı veya yokluğu kriterini de içeren mikrobiyolojik kalitedir (Serhan ve diğ., 2022).

Evcil hayvan mamalarında bulunan mikroorganizmalar ise sadece evcil hayvanlar için değıl, aynı zamanda yakın temaslarda bulunan sahipleri için de sağlık riski oluşturmaktadır. Kontamine evcil hayvan mamaları ile doğrudan etkileşim veya insanlarla evcil hayvan mamalarıyla temas eden nesneler arasındaki dolaylı temas gibi çeşitli yollarla insanlarda çeşitli hastalıklara neden olabileceğı gösterilmiştir (FDA, 2020a). Yüksek kalitede mama üretme çabalarına rağmen hâlâ evcil hayvan mamalarında kontaminasyon vakalarına rastlanmaktadır. Avrupa Birliğı tarafından kurulan Gıda ve Yem için Hızlı Uyarı Sistemi (RASFF)'nde 1980-2017 yılları arasındaki bildirimleri değıerlendiren bir çalışmaya göre tüm bildirimlerin %63,7'sini *Salmonella* spp. ile kontaminasyonun oluşturduğı ortaya çıkmıştır (Pięłowski, 2019).

Mama kaynaklı diğeri mikrobiyolojik tehlikelerden birisi de maya ve küflerdir. Yine RASFF sistemi bildirimlerine göre en sık bildirilen tehlikelerin başında gelmektedir (Pięłowski, 2019). *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* mantar türlerine ait zararlı mantar metabolitleri olan ve köpek mamalarında en sık karşılaşılabilen mikotoksinler ise aflatoksinler, deoksinivalenol, okratoksinler, zearaleon, fumonisindir (Vudathala ve diğ., 2020).. Üretim proseslerinde yer alan adımlar kadar ambalajlama ve sonrası da gıda güvenliği ve kalitesi için

son derece önem arz etmektedir. Günlük kullanım için açıldıktan sonra evcil hayvan mamaları çeşitli çevresel faktörlere maruz kalmaktadır ve uygun olmayan koşullarda saklama yapılması kuru mamaların kimyasal, fiziksel özellikleri ile mikrobiyolojik kalitesini de etkilemektedir (Hoşda ve diğ., 2016).

Bu çalışmada, farklı depolama koşullarının köpek mamalarının kalite özellikleri ve mikrobiyal güvenliğı üzerindeki etkileri incelemeyi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında, depolama koşullarının mama içeriğindeki besin madde değeri, genellikle yağ ve yağlı gıdaların kalite ve oksidatif stabilitesini değlendirmek için kullanılan temel kimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik yk üzerindeki etkileri değlendirilmiştir. Elde edilen bulgular hem üreticiler hem de tüketiciler için depolama süreçlerinin önemini vurgulayarak, evcil hayvan beslenmesinde daha güvenli ve kaliteli ürünlerin sağlanmasına katkı sunmayı hedeflemektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. PET MAMALARI: ÇEŞİTLERİ, ÜRETİM SÜREÇLERİ VE DÜNYA VE TÜRKİYE VERİLERİ

Evcil hayvan mamalarının ticari olarak kökenleri 1800'lerin ortalarına dayanmaktadır. Köpekler için sert ve büyük bisküviler geliştirip satan Amerika'lı James Spratt ticari olarak köpek mamasının ilk örneğini ortaya çıkarmıştır (Crane ve diğ., 2010). Geleneksel olarak anılan mamaların üretim teknolojisi ise 1950'lerde Ralston Purina'nın ekstrüzyon işlemini kullanmasıyla tamamen değişmiştir. Bu teknoloji sayesinde evcil hayvan mamaları daha hafif ve bir örnek şekilde üretilabilir bir hal almış ve günümüzde ise çok geniş bir pazara dönüşmüştür (Sanderson, 2021). FEDIAF'ın 2023 verilerine göre evcil hayvan yemi endüstrisinin yıllık değer artışının %5 civarında ve hacim büyümesinin ise %3,5 seviyesinde olduğu tahmin edilmektedir (FEDIAF, 2023). Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde yayınlanan "Consumer and Shopper Insights Advantage" raporuna göre 2020-2021 yılları arasında 22,2 milyar dolar ile evcil hayvan mamaları ABD'de en çok satın alınan beşinci ürün grubudur (Driggs, 2021).

Ülkemizde de evcil hayvan mamaları pazarı hızlı bir şekilde büyüme göstermektedir. 2022 yılında 127 milyon dolarlık ekonomik değere ulaşan kedi köpek maması satışlarının 2027 yılında 300 milyon dolara ulaşması beklenmektedir. Satışı yapılan mamaların üçte ikisini yerli üretim oluşturmaktadır ve 2022 yılında 225.000 metrik ton mama üretimi yapılmıştır (USDA, 2024). Türkiye sınırları içerisinde üretim yapan resmi onay almış 87 işletme faaliyet göstermektedir (Anon. 2024). İhracat noktasında ise yine 2022 yılı verilerine göre 89 milyon dolarlık bir pazar büyüklüğü olduğu bilinmektedir (USDA, 2024). Zamanla pazar payı daha da büyümesi beklenen ticari evcil hayvan mamaları ile ilgili pek çok sınıflandırma mevcuttur. En geniş anlamda geleneksel veya geleneksel olmayan olarak sınıflandırılmaktadırlar. Kuru ve konserve diyetler geleneksel diyetler olarak kabul edilirken, bunların dışında kalan çiğ veya pişmiş ev yapımı diyetler geleneksel olmayan diyetler olarak kabul edilmektedir (Parr ve diğ., 2014). En yaygın sınıflandırma şekli ise yapısal formlarına göre yapılmaktadır. Kuru mama, yarı nemli mamalar ve konserve mamalar olarak sınıflandırma yapıldığında temel fark mamanın içeriğindeki nem miktarıdır. Kuru mamalar genellikle %11'den az nem içerirken, yarı nemli mamalar %25-35 arası nem miktarına ve konserve mamalar ise %60-87 arası nem miktarına sahiptir (Zicker, 2008).

Gelişen mama üretim teknolojileri ile tam ve dengeli diyetler ile ödül mamaları gibi çeşitler de ortaya çıkmıştır. Tam ve dengeli bir diyet için mamanın hayvanın ihtiyaç duyduğu tüm besin maddelerini doğru oranda içermesi gerekirken, ödül mamaları beslenme gereksinimlerini karşılama gereği olmaksızın ödül ve eğitim aracı olarak kullanılan mama çeşitleridir. (Pezzali ve diğ., 2019). Ticari olarak piyasada yer alan mamaların çoğu Amerikan Yem Kontrol Yetkilileri Birliği (AAFCO) tarafından önerildiği gibi büyümeyi, yaşama payını veya gebelik/laktasyon gibi durumları desteklemek için özel besin hedeflerini karşılayacak şekilde formüle edilmiştir (AAFCO, 2015).

Konserve hayvan mamaları ise kuru mamalardan sonra en çok tercih edilen seçenektir. Nem miktarı genellikle %60-87 arasında bulunan konserve mamalarda nihai kıvamı elde etmek için nişasta veya jelleştirici katkı maddeleri bulunur. Bazı işleme teknikleri ile et parçası görünümü sağlanabilen konserve mamalarda kuru mamalara kıyasla daha yüksek oranda hayvansal içerik bulunabilmektedir. Kuru mamaların aksine yeterli seviyede ısıtma işlemi uygulandığı için soğuk depolamaya gerek kalmadan uzun süreler stabil ve güvenli bir şekilde depolanabilmektedir (Zicker, 2008).

Günümüzde ekstrüzyon ile pişirme yöntemi evcil hayvan maması üretiminde en çok tercih edilen üretim yöntemlerinin başında gelmektedir. Kuru köpek ve kedi mamalarının %95'i ekstrüzyona tabii tutulmaktadır (Spears ve diğ., 2004). Hammaddelerin düzgün bir şekilde karıştırılması ve içeriğin işlevsel olarak iyileştirilmesi gibi çok yönlü özelliklerinin olması bu üretim teknolojisinin evcil hayvan mama üretiminde en çok tercih edilen yöntem olmasının sebebidir. Mama içeriğini oluşturan çok çeşitli gıda bileşenleri bu yol ile detoksifiye ve sterilize edilirken aynı zamanda tekstüre de edilmiş olmaktadır. Bu işlemler için rutubet, basınç, hatta kalma süresi ve mekanik etkilerin bir kombinasyonu kullanılmaktadır (Rokey ve diğ., 1995). Termomekanik bir işlem olan ekstrüzyon proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve vitaminler gibi besin maddelerinin kullanımını ve sindirilebilirliğini değiştirerek son ürünlerdeki özelliklerini etkilemektedir (Tran ve diğ., 2008).

Ekstrüde mama üretiminde ilk adım formülasyonla belirlenen bileşenlerin homojen bir şekilde karıştırılmasıdır. Ardından ön koşullandırma adımı için karıştırılan içerik ön şartlandırıcıya alınır ve 70-90°C arasında bir sıcaklıkta buhar ve sıcak su eklenerek karıştırılır, nemlendirilir ve ön pişirme sağlanmış olunur. Karışım daha sonra ekstrüder bölümüne aktarılır. Bu kısımda hamur halindeki içeriğe 34-37 atmosfer arasında değişen basınç uygulanmaktadır (Corsato Alvarenga ve diğ., 2021). Bu safhada vida bileşenlerinin de etkisi ile ortaya çıkan

termal ve mekanik enerji sonucunda nişastalar ve diğer fonksiyonel bileşenler moleküler değişikliklere uğrayarak viskoelastik bir yapıya dönüşmektedir. Özellikle nişasta içeriği jelantınlaşarak erir ve parçalanır (Lai ve diğ., 1991). Genellikle %23-28 arasında bir rutubet içeriği ile mama hamuru ekstrüder kalıbından çıkmaktadır. İstenilen şekil ve boyutlarda elde edilen mama tanecikleri daha sonra kurutma ve soğutma aşamasına alınır. Bu kısımda nihai rutubet içeriği %8-10 seviyesine düşmektedir. Bu rutubet seviyesinde küflenme gibi riskler önlenmiş ve raf ömrü uzatılmış olmaktadır (Zicker, 2008). Kurutma süresi ise kullanılan kurutma sıcaklığına, kurutucu tasarımına, kurutucu hava hızına, mama taneciğinin boyutuna ve kütle yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir (Tran ve diğ., 2011). Soğutma aşaması da mamanın kalite ve raf ömrü için önem arz etmektedir. Mamalar soğutulmadan önce paketlenir veya depolamaya alınırsa sıcak havadaki ve mama içinde kalan rutubet ambalaj paketi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum ise küf ve bakteri üremesi ile sonuçlanabilmektedir.

2.2. MAMALARDA BESİN DEĞERİ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE ÖNEMİ

Beslenme sürdürülebilirliği bir beslenme sisteminin bir popülasyonun sağlığını korumak için gereken enerjiyi ve temel besin maddelerini sağlama yeteneğidir. Sürdürülebilirlik kavramı mamalar içerisinde yer alabilen pestisitler, koruyucular, ağır metaller ve mikrobiyolojik etkenler gibi pek çok sağlığı riske atacak faktörler ile besin madde içeriği ve yeterliliklerini kapsamaktadır (Swanson ve diğ., 2013). Ticari olarak sunulan evcil hayvan mamaları genellikle hedef besin profillerini karşılayacak ve ürünün hitap ettiği tür ve yaşam evresi için minimum gereksinimleri aşacak şekilde formüle edilmektedir. Gereksinimleri karşılayacak olan besin profilleri dünyada farklı otoriteler tarafından belirlenmektedir ve üreticiler genellikle bu tavsiyeleri baz almaktadır. ABD’de AAFCO ve Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) bu görevi üstlenirken Avrupa ülkelerinde ise FEDIAF düzenleyici organ olarak yer almaktadır (Dodd ve diğ., 2021).

Fakat üretim proseslerindeki işlemler ya da sonraki adımlarda uygulanan yöntemler ile besin profilleri değişebilmekte ve evcil hayvan sağlığı ile ilgili tehditler oluşabilmektedir. Bu tehditlerin başında mikotoksinler ile kontaminasyon, vitamin takviye dengesizlikleri ve yüksek seviyelerde biyojen amin içeriği mevcudiyeti yer almaktadır. Bu sebeplere bağlı olarak ABD’de 1996-2008 yıllarında mamalarda geri çağrılmaların olduğu bildirilmektedir (Bischoff ve diğ., 2018).

Konserve mamalarda gözlenen riskler genellikle protein içerikli hammaddeler ile ilişkili olmaktadır. Özellikle protein açısından zengin balık ürünleri içeren konserve serbest amino asit bolluğu ve bakteriyel yolaklar ile histamine dönüşen histidin miktarının fazlalığı sebebiyle biyogen amin riskine örnek olarak verilebilmektedir (Visciano ve diğ., 2020). Biyogenik aminler ısınmaya dayanıklı olduğu için ısıl işlem görmüş uzun süre depolanabilir olan konserve mamalarda otolitik veya bakteriyel aktiviteyi yansıtmaktadır. Amin içeriklerinin toplamı ise bozulma göstergesi olarak kullanılmaktadır (Sarkadi, 2019). Konserve mamalar ve çiğ besleme için kullanılan mamalarda biyogen amin seviyelerinin ölçüldüğü bir çalışma konserve mamalarda daha yüksek histamin ve spermin içeriği mevcudiyetini ortaya koymuştur (Paulsen, ve diğ., 2021). Sterilize edilmiş konserve gıdalarda amin seviyelerinin korunuyor olması ve bu durumun bileşenlerdeki hijyen eksikliğinin işareti olması hayvanlar üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerin göstergesidir. 72 köpek ve 114 kedi konserve maması ile yapılan bir başka çalışmada da köpek mamalarında anlamlı miktarlarda yüksek biyogenik amin ve poliamin seviyelerine rastlanmıştır (Paulsen ve diğ., 2021).

Evcil hayvanlar için kuru mama üretim ve depolamasında da konserve mamalar gibi riskler mevcuttur. Üretim esnasında uygulanan ekstrüzyon işlemi termomekanik bir işlem olduğu için buna bağlı olarak çeşitli etkiler yaratabilmektedir. Bu işlem ile proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve yağlar gibi besin maddelerinin sindirilebilirliği ve besin kalitesi etkilenmektedir. Diyet içeriğinin karıştırılması, detoksifikasyonu ve mamanın tekstüre edilmesi gibi çok yönlü etkileri olan ekstrüzyon işlemi sindirilebilirlik üstünde olumlu etkiler yaratmaktadır. Tripsin, kimotripsin ve α -amilaz inhibitörlerinin etkisizleştirilmesi ile de sindirilebilirlik üstüne olumlu etkiler yaratmaktadır (Tran ve diğ., 2008). Ekstrüzyon işlemi sırasında ortaya çıkan istenmeyen etkilerin temelinde yatan sebeplerin başında ise ısıl işlem gelmektedir. Bu etkiler arasında amino asitlerin rasemizasyonu, peptitler arası ekstra bağlar, proteinlerin yağlar ve karbonhidratlar ile çapraz bağlanma reaksiyonları göstermesi ve Maillard reaksiyonlarının ortaya çıkması gibi kimyasal reaksiyonların oluşumu yer almaktadır (Björck ve diğ., 1983). Maillard reaksiyonu oluşumunda sıcaklık, rutubet içeriği, ısıl işlem süresi ve pH gibi pek çok faktör yer almaktadır. Özellikle ekstrüzyon sıcaklığı ve süresi bu reaksiyon için en önemli proseslerdendir (Chiang, 1983). Söz konusu bu reaksiyon sonucu oluşan kompleks son ürünler gastrointestinal sistemde hayvan tarafından yararlanılamaz formlarda emilir. Protein sentezinde kullanılan özellikle lizin gibi aminoasitlerin reaktif amino grubu reaksiyonda substrat olarak kullanıldığında esansiyel amino asitlerin kaybı meydana gelmektedir (van Rooijen ve diğ., 2014). Ekstrüzyon işlemi esnasında Maillard reaksiyonları sonucunda

fruktozlisin gibi yeni lizin türevleri oluşmaktadır. Amadori bileşiği olarak da isimlendirilen bu modifiye edilmiş lizin formu kısmen emilebilir fakat vücut tarafından kullanılamaz. Böylelikle diyetle yer alan lizinin biyolojik değeri azalmış olmaktadır (Finot, 2005). Yapılan bir çalışmada kedi ve köpekler için esansiyel olan lizinin mamalarda %61,8 oranında bağlı amino grubu içerdiği görülmüştür (Rutherford ve diğ., 2007).

Lizine ek olarak arginin, triptofan, sistein ve histidin gibi diğer amino asitler de ekstrüzyon işleminden etkilenmektedirler. Özellikle sistein ve metiyonin gibi kükürtlü aminoasitler oksidasyona daha duyarlı olduklarından dolayı kedi köpek diyetlerinde sınırlayıcı amino asitlerin başında yer almaktadır (Tran ve diğ., 2008). Yapılan bir gıda çalışmasında da ekstrüzyonda yer alan kurutma safhasında lizin ve arginine ek olarak triptofan, sistein, histidin ve metiyoninin meydana gelen reaksiyonlardan en çok etkilenen amino asitler olduğu gösterilmiştir (Iwe ve diğ., 2001). Maillard reaksiyonları ilerledikçe ϵ -N -karboksimetillisin ve (5-hidroksimetil)-2-furfural gibi gelişmiş Maillard reaksiyon ürünleri meydana gelmektedir. Bunlar gibi ileri glikasyon son ürünleri (AGE) ve reaktif ürünleri insanlarda diyabet ve böbrek disfonksiyonu ile ilişkilendirilmiştir (Singh ve diğ., 2001). İnsanlardakine benzer şekilde köpeklerde de ileri yaşlarda şekillenen bazı hastalıklarda doku proteinlerinde yüksek AGE seviyeleri gözlemlenmiştir. Buna yönelik 3 köpekte yapılan bir çalışmada koroner arterlerde bulunan aterosklerik lezyonlar incelendiğinde dokularda yüksek seviyelerde AGE oranlarına rastlanmıştır (Chiers ve diğ., 2010). Diyabet tanısı almış köpeklerde yapılan bir başka çalışmada ise kontrol grubuna kıyasla diyabet hastalarında daha yüksek AGE ürünlerine rastlanmıştır (Comazzi ve diğ., 2008).

Evcil hayvan mamalarının ekstrüzyonunun ve depolamanın olası olumsuz etkilerinden birisi de vitaminlerin tahribatıdır. İnsan ve hayvan beslenmesinde önemli olduğu bilinen toplam 15 vitamin bulunmaktadır. Yağda çözünen ve suda çözünenler olarak ayrılan bu vitaminlerde işleme ve sonrasındaki depolama süreçlerinde kayıplar şekillenebilmektedir (Riaz ve diğ., 2009). Kimyasal yapı ve bileşimleri büyük farklılıklar gösterdiğinden dolayı vitaminlerin ekstrüzyon sırasındaki stabiliteleri çok değişkendir (Singh ve diğ., 2007). Ekstrüzyon işleminin çok katmanlı oluşu beraberinde vitaminlerin de karmaşık reaksiyonlara uğramasına sebep olur. Hammadde içeriği, karıştırma, şartlandırma, pişirme sıcaklığı, basınç miktarı, vida devirleri, akış hızı, kalıp boyutu gibi pek çok faktör vitamin stabilitesini etkilemektedir (Riaz ve diğ., 2009). Suda çözünür vitamin gruplarının yağda çözünür vitaminlere kıyasla ısıya daha dayanıklı olduğu ancak pH değişimlerine ve eser element içeriğine karşı daha hassas olduğu

bilinmektedir (Coelho, 1991). Fizyolojik olarak vücutta depolanması sebebiyle yağda çözünen vitaminlerin akut eksiklik durumlarına daha az rastlanmaktadır fakat raf ömrünü etkileyecek şekilde ışığa, oksidasyona ve alkali koşullara karşı oldukça hassastırlar (Albertini ve diğ., 2010). Gaident (1986) tarafından vitamin A, biotin ve folik asidin ısıya en duyarlı vitaminlerken; A, D ve C vitaminlerinin oksidasyona daha yatkın olduğu; K vitamini ve pantotenik asit stabilitesinin de diğer vitaminlere göre nemden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir. Üretim ve depolama koşullarında hassas davranılması gereken bir diğer içerik de mama içeriğindeki yağlar ve yağ asitleridir.

2.2.1. Pet Mamalarında Yağlar ve Yağ Asitleri

Mama formülasyonlarında önemli bir bileşen olan yağların miktarları değişkenlik göstermektedir. Genel olarak kediler için kuru mamalarda kuru madde bazında %8-13 arası yağ bulunurken kediler için konserve mamalarda bu miktar %5-15 arasındadır. Köpekler ise daha yüksek diyet yağını tolere edebilmektedirler. Köpekler için üretilen kuru mamalarda yağ miktarı kuru madde bazında %8-22 arasındayken konserve köpek mamalarında bu miktar %20-32 arasında yer almaktadır (NRC, 2006). Evcil hayvan mamalarında bulunan yağlar ekstrüzyon işleminden etkilenmektedir. Bu etkiler olumlu veya olumsuz şekilde olabilmektedir. İşlemin olumlu etkileri depolama sırasında şekillenebilen lipid oksidasyonu açısından ortaya çıkmaktadır. Ekstrüzyon sırasında ortaya çıkan yüksek sıcaklık etkisi ile lipaz ve peroksidazın inaktive olduğu, lipoksijenaz aktivitesinin düştüğü dolayısıyla da depolama stabilitesinin arttığı bildirilmektedir (Yang, 2021).

Ekstrüzyon sonucu ortaya çıkan olumsuz etkinin temelinde ise polimerizasyon, hidrojenizasyon ve izomerizasyon gibi reaksiyonlar yatmaktadır. İstenilen seviyelerin üzerinde eklenen yağlar ise mama genleşmesini azaltmakta ve tam tersi etki yaratarak ekstrüzyon işlemini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Cheftel, 1986). İşlem sırasında meydana gelen yüksek rutubet ve sıcaklık etkisi lipidlerin hidrolizini arttırarak proteinlerdeki amino asit yan zincirleriyle potansiyel etkileşimlerin artmasına yol açmaktadır. Bu etkileşimler sonucu serbest yağ asitleri (FFA)'nin reaktivitesi artmakta ve lipit-protein kompleksleri meydana gelmektedir (Tran ve diğ., 2008). Aynı zamanda monogliseritler ve FFA, amiloz ile de kompleksler oluşturmaktadır (Mercier, 1980). Ekstrüdat içerisinde amiloz miktarı arttıkça amiloz-lipit komplekslerinin oluşumunun arttığı ve doymuş yağ asitlerinin (SFA) meydana getirdiği komplekslerin doymamış yağ asitlerine nazaran daha fazla olduğu bildirilmektedir (Thachil ve diğ., 2014). Bu kompleksler ise gastrointestinal kanaldan emilimde sorun yaratarak yağların kullanımını azaltmaktadır. Fakat bu durum meydana gelen reaksiyonun miktarları ile alakalıdır.

Köpeklerde yapılan bir çalışmada ekstrüzyon işleminin yağların sindirilebilirliği üstüne hiçbir etki göstermediği bildirilmiştir (Stroucken ve diğ., 1996).

Zincir uzunluklarına göre kısa, orta ve uzun şeklinde üçe ayrılan yağ asitlerinin zincir uzunluğuna göre intestinal emilimleri ile fonksiyonları değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin orta zincirli yağ asitleri emilim sonrası direkt karaciğere giderken uzun zincirli olanlar ise lenf sistemi üzerinden emilip kalpten geçerek karaciğere gitmektedir. Bu farkların önemi ise diyetle alındıktan sonra vücutta gösterdikleri fonksiyonların emilim yerine göre değişkenlik gösterebiliyor olmasıdır (Lenox, 2015). Yağ asitleri enerji metabolizması ve bağışıklık sistemi gibi önemli fizyolojik mekanizmalarda yer almaktadır. Ek olarak yağda eriyen vitaminlerin taşınması, hücre zarında yapısal görevlerde bulunmasıyla farklı hastalıkların oluşumunda ve yönetiminde klinik bir öneme sahip olmaktadır (Kumar ve diğ., 2023). Yapılan bir çalışmada esansiyel yağ asitlerinden eksik besleme yapılan erkek kedilerde yaygın testis dejenerasyonu görülürken dişi kedilerde canlı yavru doğum oranlarında ciddi azalmalar gösterilmiştir (MacDonald ve diğ., 1984). İdiyopatik pruritis ve atopik dermatit tanısı almış köpeklerle yapılan bir çalışmada ise yağ asitlerinin deri sistemi üzerindeki etkileri gösterilmiştir. Eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) açısından zengin ticari preparatlar ile desteklenen çalışma grubunda, kontrol grubuna kıyasla kaşıntı skorlarının iyileştiği ve atopik dermatit ilişki semptomların azaldığı gösterilmiştir (Mueller ve diğ., 2004).

Özellikle DHA olmak üzere yağ asitleri beyin ve retinada da bol miktarlarda bulunarak sinir sisteminin gelişimi, görme duyusunun keskinleşmesi ve bilişsel fonksiyonlarda işlevsel görevler almaktadırlar (Heinemann ve diğ., 2006). Yaşlı ve bilişsel fonksiyonlarında yavaşlama olan köpekler ile yapılan bir çalışmada yağ asitleri ile zenginleştirilmiş diyetler tasarlanmıştır. Çalışma sonunda bu özel diyetler ile beslenen köpek grubunda kontrol grubuna kıyasla bilişsel fonksiyon testlerinde ciddi gelişmeler olduğu açıklanmıştır (Milgram ve diğ., 2002). Yavru köpeklerde yapılan bir çalışmada da uzun zincirli yağ asitlerinin diyetle yüksek konsantrasyonlarda eklenmesi sonucu 12 haftalık yaşta retinal fonksiyon testlerinde diğer gruba kıyasla iyileşmeler olduğu gösterilmiştir (Bauer ve diğ., 2006). İlaç dirençli bir epilepsi vakası üstüne yapılan bir çalışmada ise omega-3 yağ asitleri tedavide kullanılan fenobarbital ile kombine edilmiştir. Uzun vadeli gözlem sonucunda bu kombinasyon sonrasında nöbet görülme sıklığında %85 oranında azalma olduğu rapor edilmiştir (Scorza ve diğ., 2009). Yağ asitlerinin hayvan davranışları üzerine de etkisi olduğu düşünülmektedir. Patolojik agresyon tanısı alan 18 Alman çoban köpeğinin plazma yağ asitleri konsantrasyonlarına bakıldığında sağlıklı olan

gruba kıyasla yüksek omega-6 ve düşük omega-3 seviyeleri gösterilmiştir. Bu sonuçlar yağ asitlerinin bilişsel fonksiyonlar ve davranış üstüne etkisi için örnek verilebilmektedir (Re ve diğ., 2008).

Diyetlere eklenen yağ asitlerinin klinik olarak önemli kullanım alanlarından birisi de osteoartrit gibi yapısal bozukluklar ve bunlara bağlı analjezi etkinliğidir. Yapılan bir meta-analiz çalışması sonucunda toplanan verilerde 72 kedi ve köpek osteoartrit vakasında diyetle yer alan omega-3 yağ asitlerinin klinik olarak etkili bir analjezi sağladığı gösterilmiştir (Barbeau-Grégoire ve diğ., 2022). Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise omega-3 açısından zenginleştirilmiş diyetler ile beslenen köpeklerde doğal olarak oluşan osteoartrit bulgularında kısa vadede iyileşmeler gösterilmiştir (Roush ve diğ., 2010).

Bahsedildiği üzere pek çok fonksiyonu bulunan yağ asitlerinin mama formülasyonlarında yeterli seviyelerde bulunması önem arz etmektedir. NRC mamalarda bulunması gereken yeterli tüketim seviyelerini yavru köpekler için 3 g/1000 kcal ME linoleik asit (LA), 0,18 g/1000 kcal ME α -linoleik asit (ALA), 0,08 g/1000 kcal ME araşidonik asit (AA) ve 0,13 g/1000 kcal ME EPA+DHA olarak belirtmiştir. Yetişkin köpekler için ise 2,4 g/1000 kcal LA, 0,09 g/1000 kcal ME ALA ve 0,11 4 g/1000 kcal EPA+DHA yeterli tüketim seviyeleri önerilirken AA miktarı için bir değer belirtilmemiştir (NRC, 2006). FEDIAF kılavuzlarında da yavru köpekler için minimum tüketim seviyesi olarak 1,30 g/100 g KM LA, 0,03 g/100 g KM AA, 0,08 g/100 g KM ALA ve 0,05 g/100 g KM EPA+DHA önerilmektedir. Yetişkin köpeklere yönelik ise yalnızca LA için minimum tüketim tavsiye bulunmaktadır ve 1,32 g/100 g KM olarak bildirilmektedir (FEDIAF, 2024). AAFCO tarafından ise önerilen bir AA seviyesi bulunmamakla birlikte yavru köpekler için 1,3 g/100 g KM LA, 0,08 g/100 g KM ALA ve 0,05 g/100 g KM EPA+DHA seviyeleri minimum gereksinim olarak belirtilmektedir. Yetişkin köpeklere yönelik ise yalnızca 1,1 g/100 g KM seviyesinde minimum LA gereksinimi bildirilmektedir (AAFCO, 2023). Ricci ve diğ. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada 29 farklı köpek maması ile yapılan çalışmada tüm mamalarda mevcut olan yağ asitlerinin önerilen seviyelerin üzerinde olduğu gösterilmiştir. Farklı protein ve yağ kaynakları ile formüle edilmiş kuru köpek mamalarının değerlendirildiğinde bir başka çalışmada ise tüm örneklerin AAFCO ve FEDIAF önerilerini karşıladığı gösterilmiştir (Zafalon ve diğ., 2020). Jacuńska ve diğ. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ise yağ asitleri açısından değerlendirilen beş mamadan üçünün en az bir esansiyel yağ asidi açısından FEDIAF önerilerini karşılamadığı gösterilmiştir.

Mamanın besin değerinin, tat, koku ve renk gibi duyuşal özelliklerinin korunması ile raf ömrünün uzatılması için doğru yağ kaynağı seçilmesi gerekmektedir. Yağlarda karşılaşılan en büyük problemlerin başında oksidasyon gelmektedir ve oksidasyon hızı yağın türüne göre değişebilmektedir. Çoklu doymamış ve trans yağlar oksidasyon tepkimelerinde önemli değişikliklere uğrayabilmektedir (De Marchi ve diğ., 2018).  retime eklenecek yağ seçimini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Yağın esansiyel yağ asidi içeriği, mama lezzetine katkısı, oksidasyona karşı direnci, doğunluğu bu faktörlere örnek verilebilmektedir (Ahlström ve diğ., 2004)

Kedi ve köpek mamalarında kullanılan yağ kaynakları bitkisel veya hayvansal kökenli olabilmektedir (**Tablo 2.1**). Temelini hayvansal yağlar oluştursa da ek olarak kaplama gibi proseslerde bitkisel yağ kaynakları da kullanılabilir. Doymuş formda bitkiler ve hayvanlarda en bol bulunan yağ asidi palmitik asitken yoğunluklu olarak hayvansal dokuda yer alan yağ asidi stearik asittir. Miristik asit ise süt yağı ve hindistancevizinde yer almaktadır. Hayvansal doku ve bitkilerde yer alan en yaygın monoenoik yağ asidi ise oleik asittir. Oleik asidin farklı bir formu olan palmitoleik asit ise tohumlardan elde edilen yağlarda yaygın olarak bulunabilmektedir (Rustan ve diğ., 2005). Bitkisel yağ kaynaklarının  nemi LA ve omega-3 yağ asitleri açısından zengin olmasıdır (Thompson, 2008). Mısır, kanola, soya, keten tohumu, aspir, Hindistan cevizi, zeytin ve ayçiçek yağları sıklıkla mamalara eklenen bitkisel kaynakların başında gelmektedir. Yağ asidi kompozisyonları ise kullanılan kaynağa göre değişkenlik göstermektedir. Keten tohumu yağı özellikle LA ve ALA açısından zengin bir kaynak sayılmaktadır. LA içeriği %14,3 ve ALA içeriğin %53,4 olan bu kaynak kullanıldığı mamalarda zengin bir esansiyel yağ asidi kompozisyonu sağlamaktadır (USDA, 2019a). LA açısından soya fasulyesi yağı ise keten tohumundan daha zengin bir kaynak olarak kabul etmektedir. LA konsantrasyonu %40,2 olan soya yağında ALA konsantrasyonu ise %5,14 gibi düşük bir seviyededir (FDA, 2019). Soya fasülyesi yağının diğer yağ asitleri açısından ise yüksek oranlarda oleik asit ve palmitik asite ek olarak daha az miktarlarda stearik asit içerdiği bildirilmektedir (Chowdhury ve diğ., 1970).

Mamalarda sıklıkla kullanılan mısırdan elde edilen yağ ise %5,8 ALA seviyesine sahipken %23,3 görece yüksek oranda LA kaynağıdır (USDA, 2019b). Aynı zamanda yüksek oranda oleik asit ve palmitik asit ile az miktarlarda stearik asit içeriği de mevcuttur (Sabchuk ve diğ., 2019). Ucuz bir yağ kaynağı olarak çokça tercih edilen ayçiçeği yağı ise %0,1 gibi çok düşük ALA içermektedir. LA konsantrasyonu ise orta seviyede olup %20,5'tir (USDA, 2021).

Son dönemlerde ucuz kaynak arayışı sonucunda gıdalar ve mamalarda kullanılmaya başlanan palmye yağı ise %9,1 LA ve %0,2 ALA oranlarında düşük esansiyel yağ asidi kompozisyonu içermektedir (USDA, 2019c). Diğer yağ asitleri içeriğine bakıldığında ise düşük oranlarda miristik asit ve stearik asite ek olarak oldukça yüksek oranlarda palmitik ve oleik asit içeriği mevcut olduğu bildirilmektedir (Chowdhury ve diğ., 1970). Deniz yosunlarından elde edilen ve mamalarda kullanılan katkıları ise önemli EPA ve DHA kaynakları olup bunlarla beslenen deniz balıkları da aynı şekilde yüksek omega-3 yağ asitleri içermektedir (Falk-Petersen ve diğ., 1998).

Mamalarda yağ kaynağı olarak bitkisel içerikler sonrasında daha yüksek oranlarda hayvansal yağ içerikleri yer almaktadır. Sığır don yağı, koyun don yağı, domuz yağı, kanatlı yağı ve balık yağı mamalarda kullanılan hayvansal yağ kaynaklarıdır. Sığırlardan elde edilen don yağ hayvansal yağ kaynağı olarak sıklıkla evcil hayvan mamalarında kullanılmaktadır. Don yağı %50 ye yakın oranda SFA içerirken LA ve ALA konsantrasyonları sırasıyla %3 ve %0,6 dir (USDA, 2019d). EPA ve DHA konsantrasyonları ise temelde diyet bileşimine göre değişiklik göstermektedir. Bu yönde yapılan bir çalışmada mera beslemesi yapılan boğalardaki iç yağlarda yüksek omega-3 yağ asidi konsantrasyonu ve düşük omega-6 konsantrasyonu gösterilmiştir. Entansif besleme yapılan ve tahıl bazlı bir diyet kompozisyonu ile beslenen boğaların iç yağlarında ise her iki yağ asidinin de düşük konsantrasyonlarda olduğu bulunmuştur (Fincham ve diğ., 2009). Koyunlardan elde edilerek kullanılan don yağı ise sığır don yağından farklı olarak %5,5 LA ve %2,3 ALA konsantrasyonu barındırmaktadır. Don yağları SFA içeriği sebebiyle daha az antioksidan ihtiyacı barındırmakla birlikte raf ömrünün uzatılmasına da olumlu katkı sağlamaktadır (Aldrich, 2006). Don yağlarında mevcut 9 veya 10 adet yağ asidi baskın olmakla eser miktarlarda bulunanlar ile 180-200 arası farklı yağ asidi mevcut olabilmektedir (Shahidi, 2005). Fakat içeriğinde hiç yer almayan ya da az miktarlarda bulunan esansiyel yağ asitleri sebebiyle don yağı kullanılan mamalarda ekstra yağ kaynağı eklenmesi gerekmektedir. Yaygın olarak kullanılan bir diğer yağ kaynağı da domuz yağlarıdır. SFA içeriği %39,2 olan domuz yağı %10,2 LA içerirken ALA konsantrasyonu %1'dir. Sığır don yağında olduğu gibi EPA ve DHA bulunmamaktadır (USDA, 2019e). Ek olarak yüksek oranlarda oleik asit, palmitik asit, stearik asit içermektedir. Az miktarlarda da palmitoleik asit ve miristik asit içeriği de bulunmaktadır (Giriprasad ve diğ., 2013).

Ülkemizde sıklıkla kullanılan bir yağ kaynağı da kanatlı hayvan yağıdır. Toplam SFA asidi konsantrasyonu %29,8'dir. İçeriğindeki LA miktarı ise sığır don yağının LA içeriğinin yaklaşık 4 katı, domuz yağı LA içeriğinin yaklaşık 2 katıdır ve %19,5 olarak bildirilmektedir.

EPA ve DHA ise diğer yağ kaynaklarında olduğu gibi bulunmamaktadır (USDA, 2019f). EPA ve DHA eksiklikleri için sıklıkla başvurulmuş yağ kaynağı ise balık yağıdır. Yağın elde edildiği balığın türüne göre değişmekle birlikte SFA içeriği %22,6 olan balık yağının LA ve ALA konsantrasyonları %1'in altında yer almaktadır. EPA konsantrasyonu ise %6,9 iken DHA konsantrasyonu %11'dir (USDA, 2019g). Genellikle ekstrüzyon ve kurutma sonrası püskürtme yolu ile mamalara uygulanan balık yağı tipik mama formülasyonunun %1-2'si miktarında eklenmektedir (Aldrich, 2006).

Üretim prosesleri ve depolamanın besin değerleri üstüne yapılan bir çalışmada DHA, EPA ve toplam omega-3 yağ asitlerinin depolama koşullarında stabilitesine bakılmıştır. Çalışmanın sonucunda başlangıçtan 2 aylık değerlendirme süresinin sonuna kadar EPA'nın %16 düşerken DHA'nın %7 ve toplam omega-3 yağ asitlerinin %7 düşüş gösterdiği bulunmuştur (Mooney, 2016). Avustralya'da yakın zamanda yapılan bir çalışmada 8 reçete serisi kuru diyet mama, 4 oral yağ asidi takviyesi ve 4 balık yağı takviyesinin içeriğindeki esansiyel yağ asitleri seviyelerine bakılmıştır. Etiketlerde yer alan yağ asitleri içeriği ile elde edilen bulgular farklılık göstermiştir. Tüm diyetlerde yer alan omega-3 ve omega-6 konsantrasyonlarının etikette belirtilenden fazla olduğu, yem katkı maddesi olarak satılan diğer takviyelerde ise etikette yer alan düzeylerden daha az konsantrasyonlarda mevcut olduğu tespit edilmiştir. Standart depolama koşulları altında 56 günlük depolama sonrasında ise içeriklerde yer alan miktarlarda değişim gözlenmemiştir (Martinez ve diğ., 2021).

Tablo 2.1: Pet Mamalarındaki Yağ Kaynaklarının Yağ Asidi İçeriği (USDA, 2019).

YAĞ KAYNAĞI	KAYNAK TÜRÜ	DOYMUŞ YAĞ (%)	LA İçeriği (%)	ALA İçeriği (%)
Keten Tohumu Yağı	Bitkisel	8,98	14,3	53,4
Soya Fasulyesi Yağı	Bitkisel	15	40,2	5,14
Mısır Yağı	Bitkisel	8,03	23,3	5,8
Ayçiçeği Yağı	Bitkisel	8,99	20,5	0,1
Palmiye Yağı	Bitkisel	49,3	9,1	0,2
Sığır Don Yağı	Hayvansal	~50	3	0,6
Koyun Don Yağı	Hayvansal	~50	5,5	2,3
Domuz Yağı	Hayvansal	39,2	10,2	1
Kanatlı Hayvan Yağı	Hayvansal	29,8	19,5	1
Balık Yağı	Hayvansal	22,6	<1	<1

2.3. KURU MAMALARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİ

Katkı maddesi; üretim, işleme, ambalajlama, taşıma, depolama gibi süreçlerde mamaların tatlarını, kokularını, görünüşlerini ve dokularını korumak ya da düzelterek istenmeyen değişikliklere engel olmak amacıyla kullanılan maddelerin tümüne verilen isimdir (Carocho ve diğ., 2015). FEDIAF tarafından yapılan tanıma göre; katkı maddeleri çeşitli amaçlara hizmet etmektedir. Besinsel fayda sağlanması birinci amaç olarak belirtilir. Katkı maddelerinin ikinci amacı ise güvenlik ve arzu edilen stabilite ile bozulmaya karşı direnç özelliklerinin korunmasıdır (FEDIAF, 2018b). ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) katkı maddesi tanımına göre ise; doğrudan ya da dolaylı olarak bir gıdanın bileşeni haline gelen veya gıdanın özelliklerini etkileyen herhangi bir maddedir. Söz konusu bu maddelerin pet mamalarında kullanımı için FDA tarafından yapılan onaylama büyük çapta kabul görmekte olup, onay alındıktan sonra gıda katkı maddesi yönetmeliğine uygun olarak kullanımı gerekmektedir (FDA, 2024b). Kedi ve köpek mamalarına eklenecek tüm organik ve inorganik maddelere izin verilebilmesi için katkı maddelerinin yapılan bilimsel çalışmalar doğrultusunda biyolojik olarak yararlı etkilerinin olduğunun ve olumsuz bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiş olması, çevresel kirliliğe yol açmıyor olması, kolay metabolize edilebilir olması, ekonomik olması, toksik bir etkiye sahip olmaması gereklidir. Ek olarak içerikte yer alan diğer gıda maddeleri ile çapraz reaksiyona neden olmaması gerekmektedir (Tuna Keleştemur, 2023). Bu kapsamda mamalarda kullanımına FDA tarafından izin verilen onaylanmış ve yönetmeliklere uygun olduğu belirtilen 69 farklı yem katkı maddesi listelenmektedir (FDA, 2024c).

Pet mamalarında kullanımda olan katkı maddeleri genellikle bileşimlerine ve kullanım amaçlarına göre kategorize edilmektedir. Bu kategoriler içerisinde mamanın tazeliğinin korunması için antioksidanlar, yenilebilirliği yükseltmek için lezzet arttırıcılar, kıvamı korumak için pelet bağlayıcılar, küf oluşumunu en aza indirebilmek için mikostatlar gibi başlıklar yer almaktadır (Corbin, 2007). Birleşik Krallık'ta yer alan Gıda Standartları Ajansı (FSA)'na göre ise katkı maddeleri; teknolojik, duysal, besleyici, zooteknik ve koksidiyostatlar/histomonostatlar olarak beş başlık ile kategorize edilmektedir (FSA, 2024). Kullanım amaçlarına göre yapılan sınıflandırmada ise katkı maddeleri dörde ayrılmaktadır (Yörük ve diğ., 2016). Antimikrobiyaller ve antioksidanların oluşturduğu ilk grup mamalarda koruma görevi görmektedir ve raf ömrünü uzatmaktadır. İkinci grup olarak stabilizatörler, kıvam arttırıcılar, pelet bağlayıcılar gibi katkı maddeleri ise mamaların homojen bir şekilde üretilmesinde ve sindirilebilirliklerini arttırmakta görevlidir (Beyreuther ve diğ., 2007). Üçüncü grubu ise asitlik düzenleyiciler oluşturmaktadır. Bunlar mamaların pH seviyelerini istenilen

seviyede tutarak antimikrobiyal, bakteriosidal/bakteriostatik etkinlik sağlarlar. Besin değerini koruyucu ve geliştirici maddeler olarak bilinen dördüncü gruba örnek ise işleme sırasında kaybolabilen vitaminler ve aminoasitlerdir (Randhawa ve diğ., 2009).

Katkı maddeleri üretim şekillerine ve kullanım amaçlarına göre çok farklı şekillerde kullanılmaktadır. 64 yetişkin köpek maması ve 52 yetişkin kedi mamasının içeriğinde yer alan katkı maddelerinin araştırıldığı bir çalışmanın sonucuna göre köpek mamalarının %73,4'ünde, kedi mamalarının ise %75,5'inde en sık kullanılan yem katkı maddelerinin omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, antioksidanlar ve immunmodülatörler olduğu görülmüştür. İkinci sırada ise köpek mamalarında %60,4 ve kedi mamalarında %77,4 oranla bağırsak sağlığını ve dışkı skorunu iyileştirmeyi hedefleyen yem katkıları oluşturmuştur (Bastos ve diğ., 2015).

Antioksidanlar katkı maddeleri içerisinde çok fazla önemsenmekte olup oksitlenebilir bir substrata kıyasla düşük konsantrasyonlarda yer aldığı oksidasyonu önemli ölçüde geciktiren veya önleyebilen herhangi bir madde olarak tanımlanmaktadır (Halliwell, 2001). Kedi ve köpek mamaları genellikle lipitler açısından zengindir ve oksidasyona duyarlı birleşikler içerir (FEDIAF, 2024). Değişen seviyelerde sıvı ve katı yağlar bulunan kedi ve köpek mamalarında işleme prosesleri ile depolama sırasında iki tür değişim meydana gelmektedir. Bunlardan birincisi serbest yağ asitlerinin üretimine yol açan trigliserid hidrolizidir. Diğer ve daha önemli değişim ise yağ asitlerine oksijen ilavesi sonucu peroksit ve diğer ikincil bozunma ürünlerinin ortaya çıkışıdır (Hilton, 1989). Reaktif ve toksik özelliklere sahip olan hidroperoksitler, malondialehid gibi ikincil bileşenler hayvan sağlığı ile ilgili ciddi endişelere yol açmaktadır. Özellikle oksitlenen yağ asitlerinin kanser, üreme bozuklukları, gelişim geriliği gibi sonuçlara yol açtığı düşünüldüğünde antioksidanların önemi ortaya çıkmaktadır (Domínguez ve diğ., 2019). Oksidasyonun diğer etkileri ise ekşi tat ve kokuların ortaya çıkması ile mama dokusu ve rengindeki değişimlerdir. Bu sebeple çoğu pet mamasının uzun raf ömrünü, organoleptik özelliklerini, besin içeriğini ve güvenliğini gözetmek için koruyucu katkıların kullanımı çok fazla önem arz etmektedir (Dziezak, 1986). Serbest radikallerin oluşumunu baskımlarken lipit oksidasyonunu geciktiren antioksidanlar istenen duyuşal/besinsel özellikleri koruyarak raf ömrüne katkı sağlamaktadır. Bu değişimlerin engellenebilmesi için antioksidanlar mümkün olan en erken evrede mamaya katılmalıdır çünkü oksidasyon işlemi başladıktan sonra geri döndürülemez. Fakat antioksidan ilavesi oksidasyon sürecini geciktirerek daha fazla bozulmayı önlemektedir (Schlieck ve diğ., 2021). İdeal bir antioksidan özelliğe sahip katkı maddesinin önerilen konsantrasyonlarda toksik olmayıp yağda

çözünür olması gerekmektedir. Ek olarak işleme sırasındaki sıcaklığa ve depolama koşullarına karşı dayanıklı olması, mamada renk, tat, koku gibi değişikliklere yol açmaması beklenmektedir (Gulcin, 2020). Evcil hayvan mamalarında kullanılan antioksidanlar genelde yapay ve doğal antioksidanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Tokoferoller, bitkisel yağlar, askorbik asit doğal antioksidanlar olarak sayılırken, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA), tert-butilhidrokinon ve etoksikin yapay antioksidanlar sınıfında yer almaktadır (Tu ve diğ., 2013).

Doğal antioksidanlar sentetik olanlara göre daha güvenli olarak kabul edilmektedir. Normalde gıda maddesi olarak tüketilmeyen doğal antioksidanlar çoğunlukla kedi ve köpekler için gerekli besinlerdir ve diyetlerde düzenli olarak alınması ya da farklı yönlerden takviye edilmesi gerekmektedir (Kahl ve diğ., 1993). Fakat dezavantaj olarak daha az aktif olup sentetik antioksidanlara göre daha kararsız yapıdadırlar. Ek olarak sentetiklere göre yüksek miktarlarda kullanım gereksinimi ve yüksek maliyetleri sebebiyle tercih edilmeleri sınırlıdır (Pokorný, 2007). Sentetik antioksidanlar ise genellikle doğal olanlara kıyasla daha güçlü antioksidasyon aktivitesine sahiptirler ve daha uygun maliyetleri sebebiyle kullanımları yaygındır. Fakat potansiyel yan etkileri sebebiyle kullanımları bir güvenlik endişesi yaratmaktadır (Vikis ve diğ., 2012).

BHA ve BHT benzer kimyasal yapıda olan fenol türevleridir ve yağda kolayca çözünürler. Bu sebeple yağları oksidasyondan korumakta etkili seçeneklerdir (Fiege ve diğ., 2000). Fakat güvenlik tartışmalarının başında yer almaktadırlar. Pek çok hayvan çalışmasında kısa süreli akciğer hasarına ek olarak pulmoner tümör ve deri tümörü gelişimini uyardığı bildirilmiştir (Witschi, 1986; Taffe ve diğ., 1988). İnsanlarda yapılan bir çalışmada ise ürtiker oluşumunu tetiklediği bildirilmiştir (Goodman ve diğ., 1990). Pet mamalarında sıklıkla kullanılan BHA ve BHT'nin sıçanlarda ise endokrin bozucu aktivite gösterdiği ve kanserojen olduğu bildirilen çalışmalar mevcuttur (Pop ve diğ., 2013; Fukushima ve diğ., 1987). BHA ve BHT ile kullanılan diğer bir sentetik antioksidan olan propil gallatın da endokrin sistem üzerine negatif etkileri gösterilmiştir ve kemirgenlerde tümörlerle bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Amadasi ve diğ., 2009; Abdo ve diğ., 1983). Sülfidler ise evcil hayvan mamalarında doğal olarak bulunabilen fakat genellikle sentetik olarak üretilip eklenen antioksidanlardır. Oksidasyon reaksiyonlarını katalize eden enzimleri etkisiz hale getirerek antioksidan aktivitesi gösterirler (Davidson ve diğ., 2024). Sülfidler, tiaminin biyolojik olarak aktif olmayan formu

olan tiamin disülfüre dönüştürülmesine sebep olarak kedi ve köpeklerde tiamin eksikliğine bağlı nörolojik semptomlara yol açabilmektedir (Singh ve diğ., 2005).

Katkı maddesi amacıyla kullanılan bir diğer sınıf olan koruyucular ise mikroorganizmaların büyümesini engelleyebilen veya geciktirebilen herhangi bir madde olarak tanımlanmaktadır (Halliwell, 1991). Mikrobiyel kontaminasyona karşı korunma için ısı uygulamaları, ışınlama ya da nemi uzaklaştırmak gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Fakat özellikle nemli veya yarı nemli mamalarda küflenmeyi ve bakteriyel bozulmayı önlemek için katkı maddesi olarak eklenen koruyucular fazlasıyla önem arz etmektedir (Remillard ve diğ., 2010). İnsan tüketimi için üretilen ticari gıda ürünlerinde de bozulmanın önüne geçebilmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla koruyucular yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. 2023 yılında açıklanan verilere göre küresel olarak gıda koruyucuları pazarı 3,4 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. 2028 yılına kadar ise %3 oranında büyüme beklenmektedir (Markets, 2023).

Adsorbanlar mamalardaki mikotoksinlerin bağlanarak gastrointestinal sistemden emiliminin engellenmesi için kullanılan koruyucu yem katkı maddeleridir (Jačević ve diğ., 2020). Bu amaçla mineraller (aktif karbon, bentonit, zeolit) ve organik sorbentler (bitki lifleri, maya hücre duvarı özütü) gibi seçenekler kullanılmaktadır (Ismail ve diğ., 2018). Özellikle de bentonit olarak bilinen alüminyum silikat köpek mamalarında toksin bağlayıcı özelliklerine ek olarak topaklanma önleyici ve bağlayıcı olarak da sıklıkla kullanılmaktadır (Beynen, 2018). Ancak adsorbanlar ile ilgili de endişeler mevcuttur. Mikotoksin bağlama kapasitelerine ek vitamin ve minerallerin de bağlanmasına sebep olarak besin madde emilimlerini etkileyip aynı zamanda tat ile ilgili istenmeyen değişikliklere de yol açmaktadırlar (Awad ve diğ., 2006). Ayrıca mamalarda bentonit kullanımının da hayvan sağlığına negatif yönde etki edebileceğine dair çalışmalar mevcuttur. Diyetlerde yer alan bentonit ile köpeklerdeki bazı ürolitiazis türleri ilişkilendirilmiştir ve diyetlerde bentonit kullanımından kaçınılması tavsiye edilmektedir (Minnesota Urolith Centre, 2020). Hornfeldt ve diğ. (1996) tarafından yayınlanan bir çalışmada ise uyuşukluk ve kas güçsüzlüğü olan bir kedide bentonit kum yemeye bağlı olarak şüpheli bentonit toksikasyonu bildirilmiştir.

P-hidroksibenzoik asidin sentetik esteri olan parabenler de insan gıdalarında ve evcil hayvan mamalarında antimikrobiyal koruyucu olarak kullanılan katkı maddeleridir (Liao ve diğ., 2013). ABD’de 35 kedi ve 23 köpek maması ile yapılan bir çalışmada etikette listelenen içeriklere göre 20 kuru mamanın 18’inde sorbik asit, sitrik asit gibi koruyucular bulunurken etikette paraben içeriğine yer verilmemiştir. Fakat analiz sonuçlarında yüksek

konsantrasyonlarda parabenler ve metabolitler bulunmuştur. Kuru mamalarda yaş mamalara göre daha yüksek seviyelerde parabene rastlanmıştır. Yine aynı çalışmada kedi ve köpeklerin idrar paraben konsantrasyonları da diyetlerinde yer alan paraben ile bağlantılı olarak yüksek bulunmuştur (Karthikraj ve diğ., 2018). Parabenler ve metabolitlerinin endokrin sistem üzerinde negatif etkilerinin olabileceği düşünülmektedir (Boberg ve diğ., 2010). Bu yönde sıçanlarda yapılan bir çalışmada paraben metabolitlerinin testosteron seviyelerinde düşmeye yol açtığı gösterilmiştir (Oishi, 2001). Sülfidler ise yaygın olarak bakteriyel üremeleri ve sonucunda oluşan kötü kokuları engellemek için kullanılan koruyuculardır. Fakat sülfidler ile ilgili de ciddi endişeler mevcuttur. Potasyum bisülfid, potasyum metasülfid, sodyum bisülfid, sodyum metabisülfid ve sodyum sülfid formları hızla kükürt dioksite dönüşebilmektedir. Kükürt dioksit ise tiaminin hızla inaktive olmasına yol açıp tiamin eksikliğine sebep olmaktadır (Malik ve diğ., 2005). Steel (1997) tarafından yapılan çalışmada evcil hayvan tüketimi için üretilen 63 mamanın 54'nde koruyucu olarak sülfidler olduğu gösterilmiştir. Tiamin üzerine negatif etkilere ek olarak sülfidler insanlarda baş ağrısı, irritabl bağırsak sendromu, deri döküntüleri dahil gıda intoleransı bulguları ile ilişkilendirilmektedir (Steinman, 1986). Özellikle ödül mamalarında arzu edilen rengin ve lezzetin elde edilmesi için formülasyonlara dahil edilen, bir diğer katkı maddesi de sodyum nitrittir. Aynı zamanda lipid oksidasyonuna karşı stabilizasyon sağlarken *Clostridium botulinum* büyüme ve toksin oluşumunu engellemekte faydalı sonuçlar sağlamaktadır (Kobayashi ve diğ., 2017). Fakat diğer katkı maddeleri gibi sodyum nitrit için de güvenlik endişeleri mevcuttur. Sodyum nitritin de içinde bulunduğu nitrozaminler insan ve hayvanlarda şekillenen kanser vakaları ile ilişkilendirilmiştir (Sebranek ve diğ., 1973). Worth ve diğ. (1997) tarafından yayınlanan bir vaka çalışmasında evinde ölü olarak bulunan üç kedinin nekropsileri sonucunda yedikleri mamalarda yer alan yüksek seviyelerdeki sodyum nitritin ölüme neden olduğu gösterilmiştir. Kısa bir süre sonra ise aynı markanın köpekler için ürettiği mama ile beslenen dört köpekten üçünde ataksi, kusma ve zayıflık gibi sodyum nitrite bağlı olduğu düşünülen toksikasyon belirtileri tespit edilmiştir.

Tüm bu koruyucu maddelere günümüzde daha sağlıklı alternatifler aranmaktadır. Yakın tarihli bir çalışmada kuru mamalarda şekillenen *Aspergillus flavus* kontaminasyonunda laktik asit bakterilerinin etkinliği araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında probiyotik eklenmiş mamalarda fungal büyümenin inhibe olup depolama süresi boyunca *A. flavus*'un DNA konsantrasyonunun düşük ve sabit kaldığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda laktik asit bakterilerinin kuru mama güvenliği için iyi bir biyokoruyucu seçenek olduğu vurgulanmıştır (Moretti ve diğ., 2024). Deliephan ve diğ. (2023) tarafından yapılan yine yakın

tarıhlı bir çalışmada da bütanoik asit içeren organik asit karışımlarının ekstrüde kuru mamalarda dış kaplamada kullanılmasınn *Salmonella* spp., *A. flavus* ve *Escherichia coli* gibi enterik patojen ve küf kontaminasyonlarının azaltabileceği gösterilmiştir.

2.4. KURU MAMALARDA YEM GÜVENLİğİ VE MİKROBİYOLOJİK KALİTE

Güvenli ve sağlıklı evcil hayvan maması arayışında gıdanın besin değeri kadar mikrobiyolojik güvenlik de ciddi bir öneme sahiptir (Chlebicz ve diė., 2018). Hayvan sahiplerinin büyük bir çoğunluğu hala ticari mamaları tercih ediyor olsa da son yıllarda artan bilinç ve bilgi birikimi sonucunda ev yapımı diyetler gibi alternatif seçeneklerin tercih edilmesinde artış olduğu görölmektedir (Dodd ve diė., 2020). Bu değişimin sebepleri arasında maliyet karşılaştırması, doğal içerik tercihi gibi sebeplere ek olarak eklenen sentetik katkı maddelerinden ve mikrobiyolojik risklerden kaçınma isteği de büyük yer kaplamaktadır (Laflamme ve diė., 2008). Dünya Sağlık Örgütü'nün yayımladığı rapor söz konusu endişeleri haklı çıkarmaktadır. 2010 yılında tespit edilen beslenme kaynaklı 600 milyon hastalık vakası içerisinde yaklaşık 350 milyon vakanın gıdalarla bulaşan patojenik bakterilerden kaynaklandığı gösterilmiştir (WHO, 2015). Bu hastalıklar içerisinde önem arz eden kısımlardan birisi de zoonoz hastalıklardır. Avrupa Birliėi'nde her yıl 200 binden fazla zoonoz hastalık vakası bildirilmektedir. Bu kapsamda Avrupa Gıda Güvenliėi Otoritesi (EFSA) ve Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi'nin yayınladığı raporunda gıda kaynaklı zoonoz hastalıkların en yaygın iki nedenin *Campylobacter* ve *Salmonella* spp. bakterileri olduğu bildirilmiştir (EFSA, 2018). Hayvan sahiplerinin beklentilerini karşılayacak sağlıklı ve güvenli mama üretimi için gıda güvenliği ile ilgili endişelerin giderilmesi gerekmektedir. Mamalarda gıda güvenliği, üretim zincirinde yer alan tüm proseslerde sağlanması gerekli olan en kritik başlıklardan birisidir ve mikrobiyolojik riskler açısından değerlendirildiğinde istenen kalite standartlarını karşılamannın yolu iyi bir ham madde seğimi ile başlamaktadır (Keėińska-Pacelik ve diė., 2021).

Üretim prosesleri içerisinde en önemli kontaminasyon kaynaklarının başında ham maddeler yer almaktadır (Carrión ve diğ., 2014). İyi izlenen ve güvenilir tedarikçilerden temin edilen ham maddeler güvenli mama üretimi için temel adımdır çünkü özellikle hayvansal kökenli olan ham maddelerin mikrobiyal yük taşıma olasılıkları yüksektir. EFSA bu durumun önemini Biyolojik Tehlikeler Panelinin Bilimsel Görüş raporunda belirtilmiştir ve hayvansal kaynaklı ham maddelerin *Salmonella* spp. açısından riskli olduğu ifade edilmiştir (EFSA, 2008). Leiva ve diğ. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada üretimde kullanılacak olan hayvansal kaynaklı ham maddelerde *Salmonella* spp., *Clostridium* spp. *Bacillus* spp., ve *E. coli*

varlığı gösterilmiştir. Kuru mama üretim sürecinde yer alan ekstrüzyon işlemi *Salmonella* spp. riskini ortadan kaldırmak için etkili bir prosestir. Söz konusu patojen için 480 adet kuru ve yarı nemli kedi ve köpek maması ile yapılan bir çalışmada örneklerin tamamından sadece bir tanesinde *Salmonella* spp. tespit edilmiştir (Nemser ve diğ., 2014). Bu sonuçlar ekstrüzyon işleminin kuru mamalarda *Salmonella* spp. yaygınlığını azalttığı sonucunu desteklemektedir. Verma (2017) tarafından yapılan bir çalışmada da ekstrüzyon sırasında ulaşılan yüksek sıcaklıkların *Salmonella* seviyelerinde azalmalara yol açtığı gösterilmiştir.

Ekstrüzyon işlemi her ne kadar mikrobiyolojik açıdan bir iyileştirme sağlasa da mama güvenliğinde en büyük problemlerden birisi ekstrüzyon sonrası kontaminasyonlardır. Paketlemeden önceki kontrolsüz işlemler ve paketleme sırasında ham maddeler ile temas çapraz kontaminasyona sebep olmaktadır (Leiva ve diğ., 2019). İşleme öncesi hayvansal ham maddeler ile işleme sonrası son ürünün mikrobiyolojik kalitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmanın sonuçları bu durumu desteklemektedir. Bu çalışmada *Salmonella* miktarı ham maddelerde %84,5 ve pişirme işleminin hemen sonrasında %0 iken işlenmesi bitmiş son üründe bu oran %26,1 olarak tespit edilmiştir (Trouitt ve diğ., 2001). Üretim süreci bitmiş ve paketlenmiş 30 farklı kuru köpek mamasında mikrobiyolojik yükün araştırıldığı bir çalışmanın sonucunda ise dikkate değer seviyelerde mezofilik aerobik bakteri, mantar ve maya tespit edilmiştir (Echandi ve diğ., 2009). Bu sonuçlar paketleme ve depolama süreçlerinde kalite standartlarının ve gıda güvenliğinin korunmasının önemini göstermektedir. Lübnan pazarında yer alan 165 adet kuru ve konserve mamalarda yapılan bir başka çalışmada maya ve küf varlığı ile *Salmonella* ve *Listeria* türleri analiz edilmiştir. Sonuçlara göre kuru mamalarda tespit edilen kontaminasyon miktarının konservelerden daha fazla olduğu gösterilmiştir. Kuru mamaların %12'sinde 10^4 cfu/g'ın üzerinde maya ve küf kontaminasyonu bulunurken %41'nde *Salmonella* spp. ve %64'nde *Listeria* spp.'ye rastlanmıştır (Serhan ve diğ., 2022).

2.4.1. Küf ve Mayalar

Kedi ve köpek mamalarında mikrobiyolojik kaliteyi tehdit eden en yaygın unsurlardan birisi küflerdir. Küf gelişimi mamalarda organoleptik özelliklerin bozulmasına yol açarken salgılanan mikotoksinler ile de ciddi sağlık riskleri meydana getirmektedir. Hayvan veya insan sağlığında yer alan gıda küfleri ile bu kontaminasyonlar sonuç olarak üreticiler için maddi kayıplar, tüketiciler için ise sağlık problemleri yaratmaktadır (Visconti ve diğ., 2021). FDA (2024e) tarafından 1998, 2005, 2011 ve 2013 yıllarında içeriğindeki yüksek aflatoksin seviyeleri sebebiyle evcil hayvan mamalarından geri çağırılmalar olmuştur. Yakın bir geçmişte ise FDA (2021) tarafından, bir markaya ait aflatoksin içeren mamaları tüketen 110 köpeğin

öldüğü ve 210 köpeğin de hastalandığını duyurduktan sonra geniş bir geri çağırma daha başlatılmıştır.

Hayvan sağlığı üzerinden kronik etkilere sahip olabilen küf ve mayaların mamaların üretim prosesine kontamine ham maddeler ile giriş yaptığı düşünülmektedir (Leung ve diğ., 2006). Özellikle düşük kaliteli tahıllar ve türevlerinin ham madde olarak kuru mama üretim süreçlerine eklenmesi küf kontaminasyonu ihtimalini arttırmaktadır (Richard, 2007). Küfler gıdalarda yer alan proteinler, lipitler ve karbonhidratlar gibi temel besin maddelerini substrat olarak kullandıkları ve geniş bir su aktivitesi (a_w), pH değeri ve sıcaklık aralığında üreyebildiklerinden dolayı yayılımları çok fazla olabilmektedir (Huis in't Veld, 1996). Mantarlar pH 2 ve pH 9 arasındaki ortamlarda ve 10°C ila 35°C arasındaki sıcaklık değerlerinde büyüme gösterebilmektedir. Rutubet gereksinimi ise görece düşük olup çoğu tür 0,85 ve altı a_w değerinde büyüebilir (FDA, 2022). Ekstrüde ticari hayvan mamalarında fiziksel şekli ve yenilebilirliği arttırmak için gözetilen rutubet seviyeleri de depolama sürecinde küf oluşumunu teşvik edebilmektedir (de Brito ve diğ., 2010). Kedi ve köpekler için üretilmiş 21 kuru mamadaki mikofloranın tanımlanması için yapılan bir çalışmanın sonuçları mantarlarla kontaminasyonun yoğunluğunu ortaya koymaktadır. On farklı cinsin tanımlandığı çalışmada baskın cinslerin %62 oranında *Aspergillus*, %48 oranında *Rhizopus* ve %38 oranında *Mucor* olduğu gösterilmiştir. Daha düşük miktarlarda ise *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. ve *Alternaria* spp. gibi mantar cinsleri izole edilmiştir (Bueno ve diğ., 2001). Gıdaların küfler ile kontaminasyonlarında sağlık açısından en büyük tehdit mikotoksinler olup 100'den fazla mantar türü tarafından üretilen ve potansiyel toksisite riski çok yüksek olan 400 mikotoksin tanımlanmıştır. *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* gibi mantar cinsleri tarafından üretilen ve toksik ikincil metabolitler olan bu mikotoksinler arasında en sık karşılaşılan ve en önemlileri aflatoksinler, zearalenon, okratoksinler, trikotesenlerdir (Deliephan ve diğ., 2022).

Mikotoksin üretiminde pek çok faktör yer almaktadır. Sıcaklık, a_w , rutubet içeriği, asidite en önemli çevresel faktörlerdir (Magan ve diğ., 2003). Mikotoksin üretebilen mantarlarda üreme sıcaklığı cinse göre değişiklik göstermektedir. Bu sıcaklık değerleri *Alternaria* ve *Fusarium* türleri için 20 °C iken bazı *Aspergillus* türleri için 37°C'dir. Fakat toksin üretimi için gereken optimal sıcaklık 25,5±5,5 °C aralığında bulunmasına rağmen 10°C altında da mikotoksin salgılanması yavaş ve düşük konsantrasyonlarda şekillenebilmektedir (Piotrowska ve diğ., 2013). Mikotoksinlerin tüketilmesi ile insan ve hayvanlarda şekillenen ve

mikotoksikozis olarak adlandırılan bu klinik tabloda kanserin uyarılması, karaciğer harabiyeti, üreme sisteminde problemler gibi pek çok farklı patolojiler bulunmaktadır (Janik ve diğ., 2020). Kedi ve köpeklerde mikotoksikozis kaynaklı hastalıkların ve bu hastaların tükettiği kuru mamaların araştırıldığı bir çalışmada klinik bulguların başında %33 oranında hepatik portal sistem hastalıklarına rastlanmıştır. İkinci sırada %30 ile böbrek yetmezliği ve üçüncü sırada ise %27 oran ile sinir sistemi hastalıkları listelenmiştir. Hastaların beslenmelerinde yer alan mamaların ana bitkisel bileşenlerini ise aflatoksin ve okratoksin A gibi mikotoksinlere çok duyarlı olan pirinç ve mısırın oluşturduğu gösterilmiştir (de Souza ve diğ., 2012).

Aflatoksinler bazı *Aspergillus* küflerince üretilen ve B1, B2, G1, G2 ve M1 gibi farklı türleri içeren mikotoksinlerdir (FDA, 2024g). Mamalarda üreyebilen aflatoksinlerden en patojen olanı B1 toksinidir ve onu sırasıyla G1, B2 ve G2 toksinleri takip etmektedir (Puschner, 2002). Aflatoksikozis kedi ve köpeklerde genellikle küflü mısır ve tahılların mamalara eklenmesi ile ya da direkt olarak tüketilmesi ile ortaya çıkmaktadır (FDA, 2024e). Tüm hayvan türlerinde hepatotoksik ve kanserojen etkileri olan aflatoksinler maruz kalma seviyesine göre hem akut hem de kronik hastalıklara yol açabilmektedir. Bu sebeple aflatoksinde etkilenen evcil hayvan sayısının akut toksikasyon olarak bildirilen vaka sayılarından çok daha fazla olduğu düşünülmektedir (Boermans ve diğ., 2007). Köpek türleri aflatoksin etkilerine karşı daha hassastır ve bu sebeple bu mikotoksinler köpeklerde yüksek toksisite yaratmaktadır (Leung ve diğ., 2006). Wouters ve diğ. (2013) tarafından yayınlanan bir vaka raporunda farklı çiftliklerde şekillenen toplu köpek ölümleri ile aflatoksin arasında bağlantı gösterilmiştir. Dışkıda kan, ikterus, ağız ve göz mukozalarında kanamalar şekillenerek ölen köpeklerin nekropsilerinde ciddi karaciğer hasarları şekillendiği bulunmuştur. Aynı üreticiden temin edilen Aflatoksin ile kontamine olmuş mısır ununun çiftliklerde köpeklerin beslenmesinde kullanılması sonucu ölüm sebebinin aflatoksikozis olduğu bildirilmiştir. Yakın zamanda ülkemizde yapılan bir çalışmada ise Türkiye’de satılan kuru mamalar mikotoksin açısından değerlendirilmiştir. Farklı ırklar için farklı boyutlarda kilolar ile ambalajlanan mamalar ve açık olarak satılan mamalarda elde edilen aflatoksin konsantrasyonlarının yasal sınırların üzerinde olduğu görülmüştür (Ekici ve diğ., 2022).

Fusarium cinsi dünya genelinde ciddi verim kayıplarına neden olan mantarlardan meydana gelmektedir ve evcil hayvan mamalarından sıklıkla kullanılan mısırın en yaygın patojenleri *Fusarium verticillioide*s ve *Fusarium proliferatum*’dur (Witaszak ve diğ., 2020). Deoksinivalenolün dahil olduğu trikotesenler, zearalenonlar ve fumosinler olmak üzere üç ana

mikotoksin grubuna sahip olan bu mantarlar pek çok klinik tabloya sebep olmaktadır (Desjardins ve diğ., 2007). Witaszak ve diğ. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada 42 adet hastalık durumlarında kullanılan reçete mamalar *Fusarium* cinsi patojenler ve mikotoksinleri açısından analiz edilmiştir. *Fusarium* mikotoksinleri olan fumonisin B1, deoksinivalenol, nivalenol ve zearalenon %90,5 gibi yüksek bir oranda bulunmuştur. Çalışmada bulunan miktarlar Avrupa Birliği yönetmeliklerince belirtilen mikotoksin sınırlarını aşmamış olsa da kronik mikotoksikozis açısından risk teşkil etmektedir. Hughes ve diğ. (1999) tarafından deoksinivalenol ile deneysel olarak kontamine edilen mamalar ile beslenen köpeklerde 4,5 mg/kg dozunda mama ile alımda kusma belirtilerinin başladığı ve aynı zamanda mama tüketiminde azalma olduğu gösterilmiştir. Ek olarak üretim öncesinde eklenen deoksinivalenol miktarının son üründe değişmeden kalmış olması bu mikotoksinin ekstrüzyon şartlarında stabil bir şekilde kaldığını göstermiştir. Yetişkin dişi köpeklerde üreme sistemi üstüne zearalenonun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da 50 ve 100 µg/kg dozlarda oral alımda uterus üstünde atrofi ve ödem gibi patolojilere rastlandığı gösterilmiştir (Gajęcka ve diğ., 2007). Zearalenon mikotoksini ile yapılan bir başka çalışmada 57 farklı marka köpek mamasından 48 tanesinin kontamine olduğu bulunmuştur (Baranowski, 2004).

Okratoksinler ise *Aspergillus ochraceous* ve *Penicillium verrocusum* tarafından üretilen mikotoksinlerdir. A, B, C ve D olmak üzere 4 çeşidi vardır ki en yaygın ve patojen olanı okratoksin A'dır. Bu mikotoksin pek çok tür için nefrotoksik etki gösterir (Haschek ve diğ., 2002). Yoğunluklu olarak tahıl tanelerinde yer alan okratoksinler plazma proteinlerine yüksek bağlanma yeteneği ve hayvansal dokularda uzun yarı ömürlerinden dolayı hayvansal yan ürünlerde de bulunur (Leung ve diğ., 2006). Pühringer ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışma kedi mamalarındaki okratoksin A içeriğini ve kedilerdeki potansiyel nefrotoksitesini araştırmıştır. Mamaların %25,5 inde düşük seviyelerde okratoksin A bulunmuştur. 101 kedi böbreğinde yapılan inceleme sonucunda 39 böbrek örneğinde bu mikotoksine rastlanmıştır. Ancak patolojik değişimler için anlamlı bir korelasyon oluşturulamamıştır. Okratoksin A ile yapılan bir başka çalışmada bu mikotoksinin sorumlu *Aspergillus ochraceus* ile aşılınmış pirinç kültürü deneysel olarak beagle köpeklere verilmiştir. 3 mg/kg dozda 14 gün içinde ölüm şekillendiği görülürken daha düşük dozlara maruziyette kusma, hipertermi, dehidratasyon, kilo kaybı, kanlı dışkı gibi klinik belirtilerin meydana geldiği gösterilmiştir (Szczech ve diğ., 1973). Skrotal dermatit şikâyeti olan bir Alman çoban köpeğinde hepatoselüler hasar ve kolestasis görülmüştür. Yapılan incelemelerde ise sebebin *Penicillium vindication* ile kontamine bir ödül bisküvisi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda sitriknin, okratoksin A ve sterigmatosistin

mikotoksinleri izole edilmiştir (Little ve diğ., 1991). Bu sonuçlar mikotoksinlerin yol açabileceği hasarları göstermektedir. İtalya’da 24 ekonomik sınıf 24 premium sınıf olarak ayrılan köpek maması ile yapılan bir çalışmada ise mikotoksin kontaminasyonu araştırılmıştır. Örneklerin tamamında deoksinivalenol, %88’nde fumonisin ve %81’nde okratoksin A önemli miktarlarda bulunmuştur. Gruplar arası karşılaştırma yapıldığında ise fumonisin ve okratoksin A konsantrasyonlarının ekonomik grupta çok daha yüksek olduğu görülmüştür (Gazzotti ve diğ., 2015).

2.4.2. Bakteriler

Kedi ve köpekler için üretilen mamalarda mikrobiyolojik kalite açısından hem hayvan sağlığı hem de insan sağlığı için ciddi risk yaratan bir unsur da bakteriyel kontaminasyonlardır. Özellikle çiğ ya da yeterli ısı işlem görmemiş mamalar ile hijyen kurallarına uyulmayan tesislerde üretilen kuru mamalarda *E. coli*, *Salmonella* türleri, *Clostridium* türleri, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia* türleri ve *Campylobacter* gibi zoonoz özellik taşıyabilen patojenler bulunabilmektedir (Nemser ve diğ., 2014). FEDIAF ise yayınladığı Güvenli Evcil Hayvan Mamalarının Üretimi İçin İyi Uygulama Kılavuzu ile evcil hayvan mamalarında bulunma ihtimali olan biyolojik tehlikeleri belirtmiştir. Bu kılavuza göre izleme ve denetim yapılmadığı takdirde evcil hayvanlarda mama kaynaklı hastalığa sebep olabilecek biyolojik tehlikeleri *Salmonella*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *C. botulinum*, Enterobacteriaceae, olarak sıralanmıştır (FEDIAF, 2018a). Kedi ve köpekler için üretilmiş sığır eti, kuzu eti, bıldırcın, tavuk ve devekuşu içerikli 25 ticari çiğ mama ile yapılan bir çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir. Örneklerin tamamında koliform bakterilere rastlanan çalışmada %20 oranında *Salmonella* spp, %20 oranında *C. perfringens* ve %4 oranında *Staphylococcus aureus* tespit edilmiştir (Weese ve diğ., 2005). Özellikle çiğ hazırlanmış son ürünlerde ya da kuru mama yapımında çapraz kontaminasyona yol açabilecek kontamine ham maddelerde bulunan *E.coli* gibi koliform bakterilerin varlığı fekal kontaminasyona işarettir. Ek olarak kontamine ekipman kullanımı, üretim yapılan yüzeylerde hijyen eksikliği gibi tesis ve personel problemleri de buna sebep olabilmektedir (Castillo ve diğ., 1998).

Campylobacter spp. insanlarda enterite sebep olan gıda kaynaklı bir enfeksiyona yol açmaktadır. İnsanlarda bildirilen vakalar incelendiğinde köpekler ile yaşamının risk miktarını 2 kat daha fazla arttırdığı bildirilmiştir (Brieseman, 1990). Kedi ve köpeklerde yapılan bir çalışmada 72 sağlıklı köpek ve 42 kediye ait dışkı kültürleri tarandığında köpeklerin %29’nda, kedilerin ise %5’nde *Campylobacter* spp. izole edildiği görülmüştür (Hald ve diğ., 1997).

Köpeklerin enfeksiyonu kapmasında temel rolün kontamine tavuk eti içeren mamaların tüketilmesi ile olduğu düşünülmektedir. Bu yönde yapılan bir başka çalışma bu düşüncayı desteklemektedir. Çalışma kapsamında ishalleri köpeklerden izole edilen *Campylobacter* spp. suşlarının köpekleri beslemek için kullanılan tavuk karkaslarında da mevcut olduğu gösterilmiştir (Varga ve diğ., 1990).

Enterobacteriaceae sınıfında yer alan bir başka bakteri olan *Yersinia* spp. türleri de evcil hayvan mamalarında sorun yaratabilen biyolojik tehlikelerden birisidir. Özellikle çiğ domuz eti rezervuar görevi görür ve kontamine olmuş bu etler ile hazırlanan mamaların yenmesi ile kedi ve köpeklere bulaşmalar görülmüştür. Domuz kalbi ve böbreklerini içeren bir diyet ile beslenen 16 kedi ve köpeğin dışkıсында izole edilen *Yersinia* spp. izolatlarının aynısı domuz eti örneklerinde de tespit edilmiştir (Fredriksson-Ahomaa ve diğ., 2001). Kesim, paketlenme, işleme ve depolama gibi operasyonel süreçlerde yapılan hatalar diğer biyolojik tehlikelerde olduğu gibi *Yersinia* spp. ile son ürünün kontaminasyonu açısından risk taşımaktadır. Ham madde olarak kullanılan domuz etlerinde yapılan bir araştırmada kontaminasyon oranı %89 olarak gösterilirken pişmiş ürünlerde %49 gibi bir oran gösterilmiştir (Logue ve diğ., 1996).

Fakültatif anaerob ve gram pozitif bir bakteri olan *L.monocytogenes* de evcil hayvanları asemptomatik olarak enfekte ederek kontaminasyon kaynağı haline getiren mama kaynaklı biyolojik tehlikelerdendir (Bilung ve diğ., 2018). *L.monocytogenes* ile kontamine mamalarda en güncel geri çağırma işlemi FDA (2024f) tarafından Eylül 2024 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Sığır eti ve tavuk eti içeren 3 farklı köpek maması bu sebeple geri çağırılmıştır.

Ek olarak *S. aureus*, *Francisella tularensis*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium tuberculosis* bakterileri de yine mama kaynaklı olarak kedi ve köpeklere bulaşabildiği bildirilen diğer bakteriyolojik risk unsurlarıdır (LeJeune ve diğ., 2001).

2.4.2.1. *Salmonella* spp.

Salmonella spp. Enterobacteriaceae ailesine ait, fakültatif anaerob, zoonoz, sporsuz, hareketli, çubuk şeklinde ve gram negatif bir bakteridir (FDA, 2024a). Değişken koşullara uyum sağlamış olan *Salmonella* spp. optimum sıcaklık 37°C olmak üzere 8°C ile 45°C arasında yaşayabilmektedir. Ortam asiditesi için pH 4,0 ile pH 9,5 gibi geniş bir aralıkta büyüyebilme kabiliyetine sahiptir. Mevcut suş çeşitliliğinden kaynaklı adaptasyon yeteneklerinde de değişimler bulunmaktadır. Bazı *Salmonella* spp. suşları 54°C'de büyüyebilirken 2-4°C gibi düşük sıcaklıklara dayanıklı suşlar da mevcuttur (Doyle ve diğ., 2020).

Dünyada gıda kaynaklı enfeksiyon sebeplerinin başında gelen *Salmonella* spp. Amerika Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi verilerine göre ABD’de her yıl yaklaşık 1,35 milyon enfeksiyona ve 420 ölümlle sonuçlanan vakaya neden olmaktadır (CDC, 2024b). Serovar olarak adlandırılan 2600’den fazla serotipi bulunmaktadır ve *Salmonella enterica* ile *Salmonella bongori* serotipleri ana iki türü oluşturmaktadır (FDA, 2023).

Salmonella bongori serovarı daha ilkel bir tür olarak yer almaktadır ve tahmini 160 milyon yıl önce ortak bir *E. coli* atasından ayrılarak evrimleştiği düşünülmektedir (Ochman ve diğ., 1987). *Salmonella enterica* ise insan ve hayvanlarda klinik ve subklinik olarak bulunan tür olmakla birlikte temelde altı adet alt türü vardır (WOAH, 2021). *S. enterica subsp. enterica* serovarı ise 1586 adet serovarı kapsayan en geniş serovar grubunu oluşturmaktadır (Issenhuth-Jeanjean ve diğ., 2014).

S. enterica serovarıları bulunduğu konakçıdaki adaptasyonuna göre ise 3 grup şeklinde sınıflandırılmaktadır. *S. enteritidis* ve *S. typhimurium* serovarlarının yer aldığı ilk grup genel bir konakçı yelpazesine sahip olup pek çok türde hastalık yaratabilmektedir. Sığıra uyum sağlayan *S. dublin*, koyunlara uyum sağlayan *S. abortusovis* gibi serovarlar ikinci grupta yer almaktadır. Uyum sağladıkları konaklar bulunmakla birlikte insan gibi başka türlerde de aktivite gösterebilmektedir (Kingsley ve diğ., 2000). *S. typhi* ve *S. paratyphi*’nin yer aldığı üçüncü grup ise tamamen konakçı adaptedir ve başka türlerde enfeksiyon yaratmayan serovarlardan oluşmaktadır (Uzzau ve diğ., 2000). Yakın zamanda ülkemizde yapılan retrospektif bir çalışmada Türkiye’de görülen *Salmonella* spp.’nin serotiplendirmesi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, izole edilen 1047 *Salmonella* spp. örneğinin toplam 75 serovardan oluştuğu görülmüştür. %40,5 oranla *Salmonella infantis* en çok görülen serovarken *S. enteritidis*’in %12,9 oranında, *S. typhimurium*’un %4 oranında bulunduğu bildirilmiştir (Şık ve diğ., 2022). *Salmonella* spp. serovarıları ile şekillenen hastalık tablosu Salmonellozis olarak isimlendirilir. Tifo olarak isimlendirilen sistemik septisemi ve enteritis temelde oluşan iki klinik semptomdur. Daha az görülen bulgular ise artrit, menenjit, mide bulantısı, kusma ve ateştir (Grünberg, 2020).

Kedi ve köpekler ise *Salmonella* enfeksiyonlarına karşı diğer türlere nazaran daha dirençli kabul edilmektedir. Mide içeriğinin asiditesi, mukozal kalite, mikrobiyota lizozim salgısı gibi spesifik olmayan bağışıklık faktörleri bu dirence katkıda bulunmaktadır (Milanov ve diğ., 2019). Farklı problemlerden kaynaklanan immunsupresyon gibi durumlarda nadiren klinik semptomlar şekillenmektedir. Fakat kedi ve köpeklerin *Salmonella* spp. ile

enfeksiyonundaki en büyük problem asemptomatik olarak dışkıda saçılıma neden olmalarıdır (Carter ve diğ., 2000). Bataller ve diğ. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada herhangi bir semptom göstermeyen 325 köpeğin 6'sının *Salmonella* açısından pozitif olduğu ve 3 farklı serotipte *Salmonella* saçılımına yol açtığı gösterilmiştir. Başka bir çalışmada 144 hastalık belirtisi göstermeyen köpek dışkısında %5,6 oranında pozitiflik olduğu ve 35 farklı *Salmonella* serovarının saçılım yaptığı gösterilmiştir (Amadi ve diğ., 2018). Ülkemizde yakın zamanda yayınlanan bir çalışmanın sonuçları da diğer çalışmalar ile uyumludur. Asemptomatik 191 kedi dışkısında *Salmonella*'ya rastlanmazken 157 köpek dışkısının 9 tanesinin *Salmonella* açısından pozitif olduğu gösterilmiştir (Yildiz ve diğ., 2024). *Salmonella* spp.'nin zoonotik bir etken olduğu göz önünde bulundurulduğunda asemptomatik yayılım gösteren evcil hayvanlar ile doğrudan temas insanlara hastalığın bulaşmasında direkt yollardan bir tanesidir (Milanov ve diğ., 2019).

Salmonella spp. 'nin serovar sayısının çokluğu göz önüne alındığında çevresel kaynakları çok çeşitlilik göstermektedir. Kirli su birikintileri, toprak, böcekler, gıda üretim yüzeyleri, hayvan dışkısı, çiğ etler, çiğ kümes hayvanları gibi pek çok kaynak sayılabilmektedir (FDA, 2023). Bu kaynaklara ek olarak en önemli kaynaklardan bir tanesi de evcil hayvan mamalarıdır. Hem insanlar hem de hayvanlar için ciddi riskler barındıran bir enfeksiyon kaynağıdır (Giacometti ve diğ., 2017). Evcil hayvanların tüketimi için üretilen kuru mama, yaş mama ve ödül mamaları *Salmonella* spp. için vektör görevi görerek hem insanlara hem de hayvanlara karşı risk oluşturmaktadır (Kępińska-Pacelik ve diğ., 2021). *Salmonella* kontaminasyonun yoğunluğu mamanın türüne göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Ticari kuru mamalara alternatif olarak sunulan ya da evde üretilen çiğ diyetler en yüksek riski içermektedir. Çiğ diyetlerde izole edilen *Salmonella* spp.'ye dair pek çok çalışma yayınlanmıştır (Finley ve diğ., 2008; Lefebvre ve diğ. 2008; van Bree ve diğ., 2018; Stiver ve diğ., 2003). Kedi ve köpekler için üretilen ödül mamaları da çiğ diyetlerden sonra yüksek risk barındıran ürünlerdir. Köpekler için üretilmiş 158 ödül maması ile yapılan çalışmada 65 adet örnekte *Salmonella* spp.'ye rastlanmıştır. Pozitif örneklerde serotiplendirme sonucunda ise *S. typhimurium* dahil 78 farklı izolat olduğu gösterilmiştir. 14 örneğin en az iki farklı izolat ile kontamine olması ise ödül mamalarındaki riskin ne kadar yüksek olduğuna işaretir (White, 2003).

Çiğ içerik ile hazırlanmış mamalar ve kurutulmuş evcil hayvan ödülleri göre daha az miktarlarda kontaminasyon olduğu düşünülse de kuru mamalarda da *Salmonella* spp. riski

mevcuttur. Kuru mamalarda *Salmonella* ile kontaminasyon ve insana bulaşması noktasındaki ilk çalışma Behravesht ve diğ. (2010) tarafından bir vaka kontrol çalışması ile gösterilmiştir. *Salmonella enterica* serotip *Schwarzengrund* tespit edilen 79 insan hasta ile evcil hayvanlarına verdikleri kuru mamalarda yer alan etkeninin ortak oluşu bu çalışmada gösterilmiştir. Bu bağlantının gösterilmesi sonrasında 23 bin ton kuru mama geri çağırılırken üretim yapan tesis kalıcı olarak kapatılmıştır. Kuru mamaları üretim sürecinde kullanılan et ve kümes hayvanları ile bunların yan ürünleri, çiğ etler, tahıllar, yağlar gibi içeriklerin çoğu *Salmonella* ile kontaminasyon açısından risk taşımaktadır (Kiel ve diğ., 2016). Ham maddelerde yer alan bu potansiyel bakteriyel yük bitmiş ürün açısından direkt olarak bir risk taşımamaktadır. Çünkü kuru mama üretiminde kullanılan ekstrüzyon yöntemi termal öldürme adımı olarak işlev görmektedir (Dhakal ve diğ., 2020). Klasik mama üretim süreçlerinin tamamı göz önünde bulundurulduğunda Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) çalışmalarına göre ekstrüzyon pişirme basamağı özellikle *Salmonella* spp. açısından kontaminasyonu önlemede tek etkili Kritik Kontrol Noktası (CCP) olarak gösterilmektedir. Ekstrüzyon sonrasında yer alan kurutma, depolama, kaplama ve paketleme gibi basamakların mevcut sıcaklık seviyeleri göz önünde bulundurulduğunda *Salmonella* spp. açısından önleyici bir etkiye sahip olması mümkün değildir (Carrión, 2023). Ekstrüzyon ile pişirme işleminde ortaya çıkan koşullar bakterileri öldürmekte yeterlidir fakat bitmiş üründe *Salmonella* spp. var olmasını engellememektedir. Bu duruma yol açan en büyük problem ise çapraz kontaminasyondur. Üretim hattındaki yetersiz hijyen uygulamaları, ham madde ile temas, yetersiz ekipman temizliği, üretim yüzeylerinde yoğunlaşan rutubet gibi pek çok faktör ekstrüzyon sonrası mamanın tekrar kontamine olmasına yol açmaktadır (Lambertini ve diğ., 2016a). Kuru mamalarda varlığını sürdüren *Salmonella* spp. hayvan ve insan sağlığını da tehdit etmektedir. 2012 yılında yapılan bir salgın araştırması bunu doğrular niteliktedir. Kanada’da 53 insanda tespit edilen *Salmonella enterica* serotip *Infantis*’in kaynağı araştırılmıştır. Sonuç olarak aynı genetik koda sahip bakteri hasta insanların beslediği köpeklerinin dışkılarında ve yedikleri kuru mamalarda da izole edilmiştir (Imanishi ve diğ., 2014). Süper premium etiketiyle ABD’de satılan köpek mamalarında da tespit edilen *Salmonella* spp. sebebiyle 2020 yılında FDA (2020b) tarafından gönüllü bir geri çağırma programı gerçekleştirilmiştir.

Evcil hayvan mamalarının güvenliği ve kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri a_w değeridir. Mamadaki mikroorganizmaların üremesi ve enzimatik reaksiyonların oluşması için kullanılabilir su miktarını ifade eden a_w değerinin yüksek oluşu özellikle bakteriler, küfler ve mayalar gibi etkenlerin hızla çoğalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, evcil hayvan

mamalarının üretiminde a_w düzeyinin kontrol edilmesi, mikrobiyal güvenlik ve ürün stabilitesi açısından kritik öneme sahiptir. Üretimi bitmiş kuru mamalardaki düşük rutubet ve a_w 'ye rağmen *Salmonella* spp.'nin varlığını sürdürebildiği gösterilmiştir (Finn ve diğ., 2013). Lambertini ve diğ. (2016b) tarafından yapılan bir çalışmada *Salmonella* spp. ile aşılınmış kuru mamalarda düşük a_w 'de depolama sonunda bakteri varlığı araştırılmıştır. Çalışmanın başlangıcından itibaren 19 ay boyunca 0,48-0,50 a_w değerinde ve oda sıcaklığında *Salmonella* spp. bakterilerinin azaldığı ancak tamamen yok olmadığı ve sayılabilir seviyelerde mevcut olduğu gösterilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise düşük a_w değerlerinde tutulan *S. Typhimurium* serovarlarının ısı ve ultraviyole (UV) ışını gibi farklı stres faktörlerine karşı direncinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Gruzdev ve diğ., 2011).

Patojen bakterilerin pek çoğu için gereken optimum a_w değeri 0,90 gibi bir değerkken küf ve mayalar açısından durum farklıdır. 0,70 düzeyinde bozulma ve küflenmelerin olabileceği, tüm mikroorganizmalar için gösterilen sınır değerin ise 0,60 olduğu bildirilmektedir (Beuchat, 1983). *Aspergillus ochraceus*'un 0,77 a_w değerinde okratoksin A, *A. flavus*'un 0,78 a_w değerinde aflatoksin ve *Aspergillus amstelodami*'nin 0,70 a_w değerinde sterigmatocystin mikotoksinlerini üretebildiği gösterilmiştir (Mannaa ve diğ., 2017). Mikroorganizmaların 0,6 a_w değerinin altında üreyemediği gösterilse de düşük değerlerde de hayatta kalabilmektedirler. Uygun ortam koşulları meydana geldiğinde ise tekrar büyüme ve üreme gösterebilmektedir (Labuza ve diğ., 2020).

2.5. KURU MAMALARDAKİ KİMYASAL KALİTE PROBLEMLERİ

Kedi ve köpekler için üretilen mamalarda istenilen kaliteyi sağlamak ve korumak üretim anından depolamayı da kapsayacak şekilde tüketim anına kadar süren hassas bir konudur. Evcil hayvan mamaları hayvansal ve bitkisel kaynaklardan gelen proteinler, lifler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler, mineraller ve katkı maddelerini içeren karmaşık bir içeriğe sahiptir. Üretimde kullanılan bu karmaşık bileşenler mamanın kalite standartları ve stabilitesi üstünde önemli bir etkisi bulunmaktadır (Hussein, 2003). Ekstrüde edilmiş kuru mamaların üretim süreçlerinin ardından paketlenip depolanması sonrasında uzun bir raf ömrü hedeflenmektedir. Depolama sürecinde mevcut kaliteyi korumaya çalışmak esastır. Ancak üretim sırasında kullanılan yöntemler mamanın depolama stabilitesini de etkilemektedir. Günlük kullanım için mama paketleri açıldıktan sonra çevresel etkenler zaman içerisinde mamanın besin değerine,

güvenlik kriterlerine ve duyuşal özelliklerine dönüşümsüz zararlar verebilmektedir (Hoşda ve diğ., 2016).

Üretim sonrası süreçlerde mamalardaki bozulmalar mikrobiyal, enzimatik ve yapısal şekilde meydana gelebilmektedir. Bu bozulmalar ile ortaya çıkan sonuçlar mamanın tercih edilebilirliğini etkilemekle birlikte hayvan ve insan sağlığı için riskler ortaya çıkarabilmektedir. Üretim proseslerinde yapılan işlemler ve mevcut mama formülasyonları ile ortaya çıkan içşel faktörler mamanın depolama stabilitesini ve kalite unsurlarını etkilemektedir (Lowe ve diğ., 1995). Yanlış formülasyonlar sonucu ise besin maddesi eksiklikleri şekillenebilmektedir (Buchanan ve diğ., 2011). Özellikle vitaminler üretim süreçlerine ve sonrasına karşı çok hassas olabilmektedir. Üretimde kullanılan ekstrüzyon sıcaklıkları ve depolamada yer alan mevcut ışık, oksijen ve sıcaklık gibi çevresel faktörler vitaminlerde ciddi kayıplara yol açabilmektedir (Morin ve diğ., 2021).

Kedi ve köpek mamaları genellikle hayvan yaşına da bağılı olarak yüksek protein değerleri içermektedir (AAFCO, 2015). Bu protein değerlerinin ve aminoasit profillerinin işleme ve depolama süresince korunması mama kalitesi açısından önem taşımaktadır. Proteinler özellikle ekstrüzyon işlemine ve sonrasındaki depolama koşullarına bağılı olarak büyük ölçüde değişime uğrayabilmektedir. Bu değişimlerin başında da protein oksidasyonu ve Maillard reaksiyonu gelmektedir. Proteinlerin uğradığı oksidasyona yol açan sebepler arasında ışık, enzim varlığı, metal iyonları gibi faktörler bulunurken Maillard reaksiyonunda ise temel etken termal işlemlerdir. Her iki reaksiyon da mamalarda kalite özellikleri olarak sayılabilecek lezzet, renk, koku, protein yapısı ve besin kalitesinde bozulmalara yol açmaktadır (Poojary ve diğ., 2022). Antioksidan eksikliği durumunda ortaya çıkan okside edici faktörlerin hedefi haline gelen lipitler ve proteinler arasında da bir ilişki mevcuttur. Lipid peroksidasyonu yüksek olan diyetlerde protein oksidasyonunda da artış olduğu gösterilmiştir (Hellwig, 2020). Artan serbest radikal konsantrasyonu kaynaklı olan bu durum sığır eti ile hazırlanan insan gıdalarında gösterilmiştir (Utrera ve diğ., 2014). Okside olmuş proteinlerin tüketilmesi sonucu dokulardaki oksidatif strese bağılı olarak çeşitli sorunlara yol açabilmektedir. İnsanlarda diyabet, inflamatuvar bağırsak hastalığı, alzheimer gibi hastalıklar ile ilişkilendirilmektedir (Estévez ve diğ., 2017). Evcil hayvan maması üretiminde kullanılan protein kaynakları ile yapılan bir çalışma protein oksidasyonu ile depolama koşulları ve hayvansal kaynak arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Çalışma sonucunda tavuk kanı unu, sığır et ve kemik unu, balık unu ürünlerinde 45 °C'de 7 gün depolamada oksidasyon ürünü olan karbonil seviyelerinin yükseldiğı bulunmuştur. Aynı

şekilde 20 °C'de 6 ay depolama grubunda da kontrol grubuna kıyasla daha yüksek karbonil seviyeleri gösterilmiştir (Frame ve diğ., 2020).

Sadece bir önceki bölümde belirtildiği şekliyle yalnızca mikrobiyolojik kalite açısından değil mamaların kimyasal yapı stabilitesi için de a_w değeri önem taşımaktadır. Bu sebeple su buhar basıncının belirli bir sıcaklıkta saf suyun buhar basıncına oranı olarak hesaplanan a_w değeri kalite standartlarının korunmasında önem arz eden bir konu olmaktadır (Başer ve diğ., 2017). Kuru mamaların depolama süreçleri içerisinde yağ ve protein oksitlenmesi, Maillard ürünlerinin açığa çıkması gibi kimyasal reaksiyonlar ve enzimatik yollar aracılığı ile ortaya çıkan yapısal bozulmalar göz önüne alındığında a_w değeri mama güvenliği ve stabilitesi için önemli bir unsurdur (Beuchat, 1983). Mama üretiminde formülasyonların doğru yapılması, kaliteli son ürün elde edilmesi, paketlemenin ve depolamanın düzgün bir şekilde yapılması gibi pek çok basamakta a_w kalite ve güvence mekanizması olarak kullanılabilir (Timmons, 2006). a_w 'nin değişimi ile Maillard reaksiyonlarının oluşumu, enzimatik reaksiyonlar, besin maddesi yıkımlanmaları, lipid oksidasyonu da etkilenmektedir. Enzim aktivitesinin 0,8 a_w değeri ve üzerinde daha yüksek olduğu bildirilirken, enzimatik olmayan değişimler için ise 0,3-0,8 a_w değerleri arasında Maillard reaksiyonlarının şekillenebildiği ve 0,6 ile 0,7 a_w değeri arasında en yüksek olduğu gösterilmektedir (Fontana ve diğ., 2004). Kuru mamalar istenilen a_w değerlerinde üretilseler bile sonrasındaki depolama koşulları fiziksel stabilite açısından önem arz etmektedir. Bağlı nemi yüksek bir ortamda depolamada havadan su alan kuru mamalarda denge sağlanana kadar a_w değeri yükselebilmektedir. Yeniden dengeye gelen a_w değeri ise istenmeyen özelliklere ve değişimlere yol açabilmektedir. Mamanın fiziksel ve kimyasal yapısı ile de alakalı olan bu durumdan dolayı a_w sınır değerinin özenle belirlenmesi gerekmektedir (Başer ve diğ., 2015).

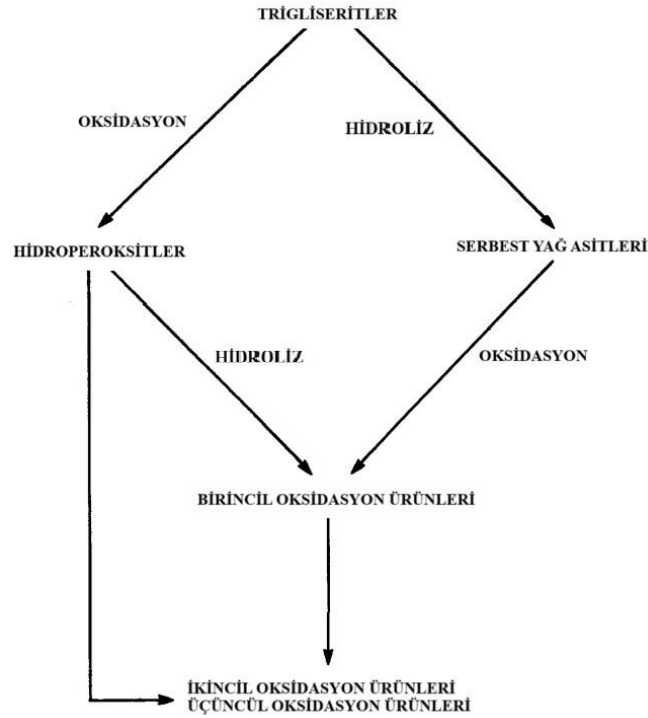
Mamalar için a_w değerleri değişkenlik göstermektedir. Bu değer konserve mamalar için 0,80-0,99 iken kuru kedi ve köpek mamaları için 0,25-0,50 arasında yer alabilmektedir (Novasina, 2011). Başer ve Yalçın (2017) tarafından yapılan bir çalışmada köpekler için kuru mamalarda a_w değerinin 0,44, kediler için kuru mamalarda a_w değerinin 0,41 olduğu bulunmuştur. Aradaki farkı yaratan unsurun ise hammadde farklılığı olabileceği düşünülmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada a_w açısından incelenen 100 adet yavru köpek mamasında değerlerin 0,43 ile 0,71 arasında olduğu gösterilmiştir. Kuru mamalar için standart olarak belirtilen 0,6 a_w değerini aşan mama oranı ise %5 olarak belirtilmiştir (Abdelrahman ve diğ., 2021).

Mamaların kalite standartlarını ve depolama stabilitesini etkileyen bir diğer faktör de yağ içeriğidir. Kuru mamalarda formülasyon ve ambalajlama açısından fark olsa da etiket bilgilerinde raf ömrü 4 ay ile 3 yıl arasında gösterilmektedir (Kara, 2021). Fakat raf ömrü süresince ve mamalar açıldıktan sonraki depolama süreçlerinde ortaya çıkabilecek istenmeyen duyuşal değışikliklerin arkasında yatan temel sebeplerden birisi içerikte yer alan yağların oksidasyonudur.

Chanadan ve diğ. (2016) antioksidan eklenerek lipid oksidasyonu engellenen kuru mamaların 12 ay süreyle duyuşal özellikleri bozulmadan saklanabileceğini belirtmiştir. Aynı çalışmada antioksidan eklenmeyen kontrol grubu kuru mamalarda zaman içerisinde yağ tadında acılaşma ve bayatlama işaretleri gösterilmiştir. Bahsedilen çalışmada da gösterildiğı gibi özellikle yüksek seviyelerde çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içeren mamalar için lipid oksidasyonu gibi faktörler duyuşal özellikleri etkileyerek raf ömrünü ciddi oranlarda kısaltabilmektedir. Kokusuz ve tatsız hidroperoksitlere oksitlenebilen doymamış yağ asitleri mamaların lezzetini ve içeriğini değıştirmektedir (Stadtman ve diğ., 2003). Vitamin kayıpları, yağ asidi profilinde bozulmalar ile besin kalitesini olumsuz etkilemektedir (Osawa ve diğ., 2008). Aynı zamanda diyetle tüketilen okside lipidlerin metabolize edilebilir enerji değerlerinin daha düşük olduğı bildirilmektedir (Pesti ve diğ., 2002). Ek olarak oksidasyon ürünlerinin fazla bulunduğı diyetlerle beslenen kedi ve köpeklerde metabolik oksidatif stres artarak sağık problemlerine yol açmaktadır. Turek ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada okside lipidlerin diyetle alınmasının büyüyen yavru köpeklerdeki etkileri gösterilmiştir. Çalışmanın sonucunda, yüksek lipid oksidasyonu ürünü içeren diyetle beslenen yavru köpeklerde diğ er gruplara kıyasla daha az canlı ağırlık kazanımı, düşük serum tokoferol seviyeleri ve düşük kemik büyüme hızı tespit edilmiştir. Walters ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise uzun zincirli yağ asitleri seviyesi yüksek diyetle kontrolsüz bir şekilde beslenmenin ardından serbest radikaller ve oksidatif hasarda paradoksal bir artış olduğı bulunmuştur. Diyetlerine artan miktarlarda konjuge LA, ALA, EPA ve DHA eklenen 54 köpeğin 21 gün süreyle katıldığı çalışmada metabolizmadaki oksidatif stresin ve lipid peroksidasyonunun arttığı gösterilmiştir. Isı, ışıık ve oksijen varlığı gibi oksidasyon başlatıcı faktörler depolama sırasında özellikle PUFA'lardan genişleyen bir zincir reaksiyonu başlatmaktadır (Martinez ve diğ., 2020). Yapısındaki çoklu çiftli bağlar sebebiyle oksidasyona karşı yatkınlığı yüksek olan PUFA'ların oksitlenmesiyle lipid peroksitleri ve ardından da aldehit ve ketonlar gibi ikincil oksidasyon ürünleri ortaya çıkmaktadır (Shahidi ve diğ., 2010). Yeni Zelanda'da mamalara eklenebilen ve yem katkı olarak kullanılabilen balık yağları ile yapılan bir çalışmada 32 örneğin %83'nün

önerilen peroksit değeri (PV) sayısı miktarını aştığı gösterilmiştir. Aynı zamanda örneklerin %50'sinin de toplam oksidasyon değerlerini aştığı bildirilmiştir (Albert ve diğ., 2015). Kara (2021) tarafından ülkemizde yapılan bir çalışmada Türkiye evcil hayvan pazarında satılan ticari kuru mamalarda yağ asidi kompozisyonları ve depolama koşullarının değişen etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre aynı sıcaklıkta 3 aya kadarki depolamada oksidasyon ürünlerinin miktarı değişmezken 12 aylık daha uzun bir süre depolamada konsantrasyonun arttığı gösterilmiştir. Sıcaklık değerlerinin arttırılmasıyla yapılan depolamada ise yine 3 aydan sonraki süreçlerde oksidatif ürünlerin arttığı bulunmuştur. Yağ asidi kompozisyonlarına bakıldığında ise EPA ve DHA seviyelerinin 12 aylık depolama sonrasında premium olarak sınıflandırılan kuru mamalarda %13, ekonomik olarak sınıflandırılan kuru mamalarda ise %50 oranında kayba uğradığı bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları zaman ve çevresel faktörler gibi depolama koşullarının yağ asitleri üstünden kuru mamalardaki kalite standartlarına etkisini göstermektedir. Martinez ve diğ. (2020) tarafından yapılan bir anket çalışmasında 309 veteriner hekiminin esansiyel yağ asitlerini kullanımı sorgulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre esansiyel yağ asidi katkısı için katılımcıların %14,4'nün reçete serisi diyetleri hastalarına önerirken sadece %0,3'nün normal ticari kuru mamaları önerdiği gösterilmiştir. Bu sonuçlar veteriner hekimliğinde kuru mamalardaki yağ asidi miktarlarının ihtiyacı karşılama noktasında güven sorunları yarattığını göstermektedir. Aynı çalışmada katılımcıların esansiyel yağ asitlerinin oksidasyona uğraması ile ilgili sadece %46,3'nün bilgisi olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç ise lipid oksidasyonu gibi önemli bir konunun daha fazla araştırılması gerektiğine bir işarettir (Martinez ve diğ., 2020).

2.5.1. Lipit Oksidasyonu



Şekil 2.1: Lipid Oksidasyonu Şeması (Robards ve diğ., 1988).

Lipid oksidasyonu zamana bağlı dejeneratif kimyasal bir olgu olup mamalarda duysal değişikliklere ve kalitede bozulmalara yol açmaktadır. Bu olgu sonucunda ise mutajenik ve genotoksik etkilere sahip olabilen bileşikler ortaya çıkmaktadır (Esterbauer, 1993). Lipid oksidasyonu karmaşık süreçlerden oluşmaktadır fakat temelde başlatma, yayılma ve sonrasında sonlandırma olarak üç evreden oluştuğu kabul edilmektedir (**Şekil 2.1**). Lipitlerin başlatıcı iç veya dış faktörler eşliğinde hidrojen kaybına uğramasıyla birlikte serbest radikal oluşumu meydana gelmektedir ve bu adım başlangıç evresini oluşturmaktadır. Ardından bu radikallerin oksijen ile reaksiyona girmesi sonucu çok hızlı bir zincir reaksiyonu başlamaktadır. Antioksidan varlığına veya hidrojen molekülü konsantrasyonuna bağlı olarak binlerce kez tekrar eden bu reaksiyon ise yayılma evresini meydana getirmektedir. Bu evrede hidroperoksitler oluşarak birincil oksidasyon ürünleri meydana gelmektedir. İkincil reaksiyon ürünleri ise hidroperoksitlerden üreyen düşük molekül ağırlıklı olan aldehitler, hidrokarbonlar, uçucu organik asitler ve ketonlar gibi bileşiklerden oluşmaktadır. İkincil reaksiyon ürünlerinin mamalardaki önemi ise oksitlenme sonucu meydana gelmekte olan kötü kokular ve lezzetten sorumlu olmalarıdır. Reaksiyon devam ettikçe ise polimerizasyon sonucu yağda çözünmeyen viskoz sonlanma ürünleri meydana gelmektedir (Shahidi ve diğ., 2010; Saldana ve diğ., 2013).

Metaller, ışık, ısı, bağıl nem, oksijen, depolama koşullarının stabilitesi otoksidasyonu başlatabilen dış faktörler olarak yer almaktadır. Demir ile bakır gibi metaller elektron transferini kolaylaştırarak serbest radikal oluşumunun artmasına yol açar ve oksidasyon sürecini hızlandırır (Tatum ve diğ., 2007). Bu sebeple ekstrüzyon ile kuru mama üretiminde ekstrüder vidasındaki aşınmalar yoluyla mamaya temas eden metal iyonları oksidasyon reaksiyonu açısından endişe yaratabilmektedir (Singh ve diğ., 2007). Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada ekstrüde pirinç ve mercimekteki demir içeriğinin ve PV sayısının kurutma yöntemi ile elde edilen diğer gruba göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Semwal ve diğ., 1994). Sıcaklık faktörü ise oksidasyon hızı ve oluşumu ile doğru orantılı ilerlemektedir. Depolama sıcaklıkları arttıkça oksidasyon süreci hızlanır ve aldehit, hidroperoksit gibi yan ürünler ortaya çıkar. Balık yağı ile yapılan bir çalışmada 50 °C sıcaklıkta depolama yapılan örneklerde 0°C ve 20°C sıcaklıklarda depolanan örneklerle nazaran daha fazla miktarda ve daha hızlı bir şekilde oksidasyon ürünü geliştiği gösterilmiştir (Aidos ve diğ., 2002). Ortam sıcaklığına ek olarak mamalarda oksidatif hasara neden olabilecek önemli dış faktörlerden birisi de ışıktır. Işık varlığında oksidasyon hızı artarken karanlıkta ise düşüş göstermektedir. Farklı yağ kaynakları ile yapılan bir çalışmada yüksek ışık varlığında oksidasyon hızı yükselirken karanlık ortamda hızın düştüğü görülmüştür. Mevcut oksijen konsantrasyonu da önem arz eden dış faktörlerdendir. Yağ molekülleri üstünde artan kısmi oksijen basıncı ile yağ içerisinde daha fazla oksijen çözünmektedir. Yağ oksidasyonu ise çözünen oksijen miktarıyla birlikte artış göstermektedir (Choe ve diğ., 2006).

Mamalardaki lipit oksidasyonu ile ilgili iç faktörler arasında ise mama üzerindeki lipit dağılımı ve yüzey alanı, lipidin türü, doymuşluk derecesi, mamanın işlenme şekli, rutubet içeriği, a_w , pH, ham madde kalitesi, enzim varlığı gibi pek çok etken bulunmaktadır. Ekstrüzyon ile üretilen kuru mamalar gözenekli ve genişlemiş fiziksel bir yapıya sahip olup lipit oksidasyonu açısından değerlendirildiğinde mama çekirdeği ve mama yüzeyi olarak iki kısımda incelenmesi gerekmektedir. Tatlandırıcı ve farklı fonksiyonlar amacı ile yüzeye sıkılan lipitler sürekli bir faz oluşturmaktadır. Çekirdekte yer alan lipitler ise aralıklı bir lipit fazı oluştururken serbest lipit ve bağlı lipit olarak iki bölüme ayrılmaktadır (Hu, 2016). Oksidasyonun oluşumu incelendiğinde çekirdekte yer alan serbest lipitlerin bağlı lipitlere nazaran oksidasyona daha yatkın olduğu bildirilmektedir (Artz ve diğ., 1993). Ek olarak gözenekli bir yapıda olan mama çekirdeğindeki lipitlerin sürekli değil de aralıklı yapıda olması sebebiyle yüzey kaplamasında yer alan lipitlere nazaran daha yüksek seviyelerde oksidasyon gözlenmektedir (Hu ve diğ., 2016). Mama tanelerinde gözenekliliğin artmasına yol açarak oksidatif hasara karşı hassasiyeti de arttıran ekstrüzyon işlemi Maillard reaksiyonlarıyla ise tam

tersi etkilere yol açabilmektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan Maillard ürünleri antioksidan etkinlik göstererek oksidatif stabiliteye katkı sağlayabilmektedir (van Rooijen ve diğ., 2013). Lipid oksidasyonu sürecini etkileyen faktörlerden birisi de mevcut yağın türüdür. PUFA oksidasyona daha yatkın olup kimyasal formülde yer alan her ek çiftli bağ için oksidasyon oranı iki katına çıkabilmektedir (Frankel, 1999). Sığır yağı ve kanatlı yağı eklenmiş mamalar ile yapılan bir çalışmada kanatlı yağı eklenmiş grupta oksidasyon ürünlerinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (Lin ve diğ., 1998). Bu sonuçlar sığır yağına göre yüksek doymamış yağ seviyesi sebebiyle kanatlı hayvan kaynaklı yağların mamalarda oksidasyona yatkınlığı arttırdığının göstergesidir. Tekli doymamış yağ asitlerine (MUFA) nazaran PUFA'larda daha hızlı oksitlenme görülürken yağ asidi kompozisyonları da bu olguyu etkilemektedir. Örneğin LA oksidasyonu oleik aside göre on kat daha hızlı gerçekleşirken linolenik asit oksidasyonundan otuz kat daha yavaş bir hızda meydana gelmektedir (Amaral ve diğ., 2018). Mama üretiminde kullanılan ham madde kalitesi de önemli bir iç faktördür. Başlangıçta eklenen ham maddenin düşük oksidatif kararlılıkta olması son ürünün daha hızlı oksidasyona uğramasına ve dolayısıyla kalitede düşüş olmasına yol açmaktadır (Zglińska ve diğ., 2020).

Oksidasyon reaksiyonlarını ciddi oranda etkileyen faktörlerden birisi de a_w değeridir ve 0,1'in altına indiğinde oksijen ve diğer prooksidanlara karşı korunmasız kalan lipidlerde oksidasyon hızı artmaktadır. Değer 0,3 seviyesine çıkartıldığında ise içerikteki suyun lipidler etrafında koruyucu etki yaratması sebebiyle oksidasyon hızı düşüş gösterir. Bahsedilen koruyucu etki lipidlerin oksijenle temasının ve mevcut metal reaksiyon etkilerinin azalması sebebiyle meydana gelmektedir. a_w değeri 0,55 ve üzerine çıktığında ise reaksiyon katalizörleri ve oksijenin hareketliliğindeki artıştan dolayı oksidasyon hızı tekrar artış göstermektedir (Rodriguez-Amaya ve diğ., 2021). Fakat bahsedilen mekanizma ürünün yapısına göre değişkenlik gösterdiğinden dolayı standart bir mekanizma olarak kabul edilmemektedir. Yapılan çalışmalarda ekstrüde edilmiş bazı ürünlerde sıfıra yakın a_w değerinde orta düzeyde olan oksidasyon hızının 0,2-0,3 a_w değerine gelindiğinde düştüğü, 0,3-0,9 aralığında ise oksidasyon hızının arttığı ancak değer 1'e yaklaştığında ise yine düşüş gösterdiği bildirilmektedir (Vu ve diğ., 2020). Kurutulmuş tam yağlı süt tozu ile yapılan çalışmada ise a_w değeri 0,2 altındayken oksidasyon hızının en düşük seviyede olduğu, değer 0,3 üzerine çıktığında ise oksidasyonun belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür (Stapelfeldt ve diğ., 1997).

Mama içeriğinde yer alan yağ miktarı ve rutubet oranları da iç faktörler olarak oksidasyonu etkileyen unsurlardır. Lin ve diğ. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada dış

kaplama yapılmayan köpek mamalarında oksidasyon araştırılmıştır. 14 aylık depolama sonucunda ekstra yağ eklenmemiş mamalarda oksidasyon hızının yüksek olduğu gösterilirken sırasıyla ekstra kanatlı yağı ve sığır yağı eklenmiş mamalarda daha düşük seviyelerde olduğu gösterilmiştir.

Evcil hayvan mamalarında lipid oksidasyonunun ölçülmesi hammadde kalitesi, formülasyona dahil edilen antioksidan etkinliği, raf ömrünün ve depolama koşullarının belirlenmesi açısından önem arz etmektedir. Lipid oksidasyonun belirlenmesi ve izlenmesi için sıklıkla kullanılan analitik yöntemler ise FFA, PV, p-anisidin değerleri (AV) ve tiyobarbitürik asit (TBA)'tir (Osawa ve diğ., 2008). FFA ve PV sayıları birincil oksidasyon ürünlerini izlemede kullanılırken, TBA ve AV değerleri ise ikincil oksidasyon ürünlerin takibi için kullanılmaktadır (Kerrihard ve diğ., 2015). AV değeri FFA'nın bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır ve mamalardaki duyuusal bozukluklardan sorumlu aldehitler gibi ürünlerin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Steele, 2004). Mamalarda kullanılan yağların kalitesinin de bir ölçümü olarak kullanılabilir. Yüksek AV değerleri mamalarda kullanılan ham maddedeki yağ içeriğinin düşük kaliteli olduğunu ve depolama koşullarında daha da kötüleşebileceğinin göstergesi iken düşük AV değerleri ise yağların tazeliğine atfedilmektedir (Zhang ve diğ., 2015). Kuru mamalarda lezzetlendirme amacıyla kaplamada kullanılan tavuk yağı ile yapılan bir çalışmada 40 °C depolama sıcaklığında AV değerlerinde başlangıçtan itibaren ikinci haftada ciddi yükselişler gösterilmiştir (Dhakal ve diğ., 2022). Mamalarda yem katkı maddesi ve yağ kaynağı olarak kullanılan balık kökenli yağların da uzun süreli depolamalar sonrasında AV değerlerinin yükseldiği bildirilmiştir (Boran ve diğ., 2006). Dört farklı kuru köpek maması ile yapılan bir depolama koşulları çalışmasında ise beklenenden daha yüksek başlangıç AV değerleri elde edildiği belirtilmektedir. Ana yağ kaynağı olarak bitkisel içerik kullanılan bir mamada ise AV değerinin çok daha yüksek olduğu gösterilirken bu yüksekliğin mamada doğallık amacıyla antioksidan kullanılmamasının sonucu olduğu ifade edilmektedir (Hoşda ve diğ., 2016). Oksidasyon reaksiyonlarında yer alan ikincil ürünlerden bir diğeri ise aldehitlerdir. Hem biyolojik sistemlerde hem de lipid içeren ürünlerde oksidatif hasarın belirteci olarak ise sıklıkla takip edilen aldehit çeşidi malondialdehit (MDA)'tir (Ghani ve diğ., 2017). Hidroperoksitlerden meydana gelen MDA mamalarda kötü tat ve aromanın sebeplerinden birisidir (Papastergiadis ve diğ., 2012). Mama ve gıdalarda MDA ve dolayısıyla oksidasyon takibi için ise TBARS ölçümleri kullanılmaktadır. Tiyobarbitürik asit ile reaksiyona giren MDA 'Tiyobarbitürik Asit ile Reaksiyona Giren Maddeler' yani TBARS denilen bileşikler oluşturmaktadır (Del Rio ve diğ., 2005). Ekstrüde edilmiş kuru köpek maması ile

ilgili yapılan bir raf ömrü çalışmasında depolama süresinin artışı ile TBARS değerlerinin arttığı gösterilmiştir (Abinaya ve diğ., 2020). Farklı yaş grupları için üretilmiş köpek mamaları ile yapılan bir başka çalışmada ise 90 gün gibi bir depolama sonrasında da TBA değerlerinin kayda değer oranlarda yükseldiği gösterilmiştir (Kumar, 2009).

2.5.1.1. Peroksit Değeri (PV)

Hidroperoksitler lipid oksidasyon sürecinin yayılma denilen ikinci aşamasında meydana gelen birincil bozulma ürünleridir. Yapılarında konjuge dien ve trien çift bağlar göstermektedir (Guillén ve diğ., 2002). PV ise yağlardaki hidroperoksitlerin miktarının ölçümü olarak ifade edilmektedir. Mamalarda ve gıdalarda kullanılan yağların üretim ve depolanması ile ilgili en sık kullanılan kalite kriterlerinden birisi olan PV sayısı mevcut tat, koku, görünüm ve renk üzerindeki bozulmaların da bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır (Frankel, 1988). Tat bozulması sırasında ilk değişim ekşime olarak meydana gelmektedir. Taze yağların PV sayısı 1-2 iken ekşimiş yağlarda ise bu değer 15-20 ve üzerine çıkmaktadır (Giriprasad ve diğ., 2013). Aynı zamanda formülasyona eklenen antioksidan maddelerin etkinliğinin ölçülmesi ve raf ömrünün belirlenmesi gibi konular için de sıklıkla başvurulanan bir veri olarak kabul edilmektedir (Ruíz ve diğ., 2001). Bu verilerden yola çıkarak PV sayısı ile mamalarda genel kaliteyle ilgili yorumlar da yapılabilmektedir. Ekonomik sınıf olarak satılan kuru mamalardan elde edilen yağların premium sınıf olarak belirtilen kuru mamalara kıyasla daha yüksek PV sayısının sonuç olarak elde edildiği bir çalışma bu savı desteklemektedir (Zglińska ve diğ., 2020).

Mamalar ve gıdalar için referans alınması gereken sabit bir PV sayısı bulunmamaktadır ve analiz edilen son ürüne göre maksimum değerler değişkenlik göstermektedir. Balıklarda yapılan duyuşal çalışmalar ile genel bayatlama aromasının önüne geçilebilmesi için ise PV sayısının önerilen maksimum limitinin 10-20 mEq/kg belirtilmiştir (Connell, 1975). İnsan tüketimine uygun olan tereyağlarında ise 2 mEq/kg gibi düşük bir değerle bile tat bozukluğu olduğu bildirilmiştir (Atamer ve diğ., 1984). Türk Gıda Kodeksi'ne göre ise natürel zeytinyağlarda PV sayısı 20 mEq/kg iken rafine olanlarda 5 mEq/kg olarak maksimum değerler tebliğ edilmiştir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004). AAFCO, FEDIAF ve NRC gibi kedi ve köpek mamalarıyla ilgili araştırmalar yürüten kurumlar tarafından ise mamalardaki PV sayısı ile ilgili herhangi bir referans aralık önerilmemiştir. 208 kuru köpek maması ile yapılan bir çalışmada ise çok geniş aralıklarda PV sayıları elde edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen minimum değer 2,2 mEq/kg iken maksimum değer 94,10 mEq/kg olarak bulunmuştur (De Marchi ve diğ., 2018). Corbin (1996) tarafından yapılan bir çalışmada da 37 ticari kuru mamanın %43 gibi yüksek bir oranında ölçülen PV sayıları 20 mEq /kg üzerinde çıkmıştır. Ülkemizde yapılan bir

çalışmada ise Türkiye’de satılan yarısı ekonomik sınıf olmak üzere 40 kuru köpek mamasında PV sayısında depolamaya bağlı değişimi ölçülmüştür. Çalışmaya dahil edilen mamaların başlangıç ortalama PV sayısı 7,22 mEq/kg bulunmuştur. 12 aylık depolama süreci sonunda ise ekonomik mama sınıfının PV sayısının premium gruba göre %50 artış gösterdiği belirtilmiştir (Kara, 2021). Ekonomik sınıf mamalar ve premium mamalar arasında yer alan bu fark üretimde kullanılan hammadde kalitesi ya da formülasyona eklenen düşük antioksidan seviyeleri ile ilgili olabilmektedir (Chow, 2007).

PV tayini için sıklıkla kullanılan yöntem ise iyodometrik titrasyon yöntemidir ve hidroperoksitler ile reaksiyonda meydana gelen iyodun titrasyonu prensibine dayanmaktadır. Fakat oksidasyon sürecinde reaksiyonlar çok hızlı ilerlediğinden dolayı hidroperoksit oluşumu ve sonrasında diğer radikallere ayrışması da çok hızlı şekillenmektedir. Bu sebeple PV sayısının reaksiyonun hangi aşamasında olduğunun göstergesi olarak kullanılması yanıltıcı sonuçlar yaratabilmektedir. Düşük bir PV sayısı reaksiyonun başlangıç evresinin ifadesi de olabilir ileri oksidasyonun temsili de olabilmektedir. Bu durum PV sayısının tek başına oksidasyonun derecesinin ifade edilmesinde yetersiz kalışının bir göstergesidir (Domínguez ve diğ., 2019). Kuru evcil hayvan mamalarında kullanılan tavuk yağında yapılan bir çalışmada herhangi bir koruyucu eklenmeyen kontrol örneklerinde PV sayısının en yüksek değeri 5,6-6,7 mEq/kg seviyesinde ölçülmüştür. Ardından depolama sürecinde sürekli takip edilen PV sayısının ilk üç gün ardından düşüş eğilimine geçtiği ve bir daha bu değerlere yükselmediği gösterilmiştir (Dhakal ve diğ., 2022). Brezilya’da yapılan bir çalışma 84 adet ekstrüde kedi ve köpek mamasının antioksidan içeriği ve PV sayıları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda doğal etiketi ile pazarlanan bir mamada antioksidan bulunmamıştır ve en yüksek PV sayısının bu mamada olduğu gösterilmiştir. Diğer tüm örnekler değerlendirildiğinde kedi mamalarının %36,3’ü ve köpek mamalarının %54,8’inin hidroperoksitler barındırdığı tespit edilmiştir. Bu mamalardan 8 adetinin PV sayısının ise 10 mEq/kg üzerinde olduğu bildirilmiştir. Fakat çalışma kapsamında ileri oksidasyon süreçleri için farklı analizler yapılmadığı için düşük PV sayısı olan mamalarda da lipid oksidasyonunun düşük olduğu yorumu yapılamamaktadır (Costa ve diğ., 2022).

2.5.1.2. Serbest Yağ Asitleri (FFA)

FFA değeri trigliseritte yer alan bağların hidrolitik olarak kırılmasıyla gliserole ek olarak meydana gelen serbestleşmiş yağ asitlerinin bir ölçüsüdür. Başka bir deyişle ana molekülden çeşitli sebeplere bağlı olarak kaç adet yağ asidi serbestleştiğinin ifadesidir (Miller, 2010). FFA oluşumu asit/baz varlığı, su mevcudiyeti, ısı ve lipaz etkisi kaynaklı şekillenen hidroliz işlemi sonucu meydana gelmektedir (Schaich ve diğ., 2013). Enzimatik etkiler sonucu

FFA oluşumu ile sonuçlanan hidroliz işlemine lipoliz adı verilmektedir (Frega ve diğ., 1999). Lipoliz reaksiyonu mamalardaki kötü aroma oluşumunun ilk adımıdır ve lipaz enzimleri tarafından katalize edilmektedir. İki ayrı pirinç kepeği ile yapılan bir çalışmada %26 daha yüksek lipaz aktivasyonu gösteren grupta lipid oksidasyonunun çok daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Goffman ve diğ., 2003). Hoşda ve diğ. (2016) tarafından da 7 ay boyunca kendi ambalajlarında depolanan kuru köpek mamalarında çalışma sonucunda oleik asit miktarları ile MUFA seviyelerinin arttığı gösterilmiştir. Bu durumun depolama süresi boyunca ambalaj içerisinde artan rutubet seviyesi sebebiyle bitkisel kaynaklı lipaz aktivasyonu sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Lipazlar FFA oluşumuna yol açarak, lipoksijenazlar ise direkt olarak lipidlerle reaksiyon yaratarak hidroperoksit oluşumuna sebep olmaktadır (Schaich ve diğ., 2013). Ortaya çıkan FFA'ların da oksidasyonu ile hidroperoksitler oluşmakta ve oksidasyon reaksiyonu hızla devam ederek diğer bileşenlerin meydana gelmesine yol açmaktadır (Ke ve diğ., 2022). Trigliseritler de içeriğinde yer alan yağ asidi zincirlerinin düzensiz oluşu nedeniyle yüksek hızlarda oksitlenmektedir (Carless ve diğ., 2011). Fakat FFA gliserol ile birlikte olduğu formlarına göre daha hızlı bir şekilde oksitlenme yeteneğine sahiptir (Rodriguez-Amaya ve diğ., 2021). Fakat lipoksijenaz enzimi ortamda ışık veya ısı gibi başlatıcı faktörler yokluğunda tek başına oksidasyon reaksiyonlarının başlamasına yol açamamaktadır (Aoshima ve diğ., 1981). Hidroliz reaksiyonunun başlamasıyla birlikte trigliseritlerde mevcut olan ester bağları parçalanmaktadır ve sonucunda sadece FFA değil digliseritler ve monogliseritler de meydana gelmektedir. Aynı zamanda hidroliz ile yağ moleküllerindeki yüzey gerilimi azalma göstererek oksidasyona yatkınlık artmaktadır (Choe ve diğ., 2007). Hidroliz reaksiyonları ile istenmeyen tatların oluşumu da hızlanmaktadır. Mamalarda hammadde olarak kullanılan hayvansal yağların tatlarının ve yapılarının bozulma derecesinin bir göstergesi olarak da kullanılan FFA için donyağı örneğinde önerilen maksimum miktar %2 olarak bildirilmekte ve üstü değerler gösteren donyağların kullanımı önerilmemektedir (Giriprasad ve diğ., 2013).

Oksidasyon reaksiyonlarını etkileyen iç ve dış faktörler aynı şekilde FFA oluşumunu da etkilemektedir. Örneğin oluşan FFA'nın çeşidi oksidasyon hızının ciddi seviyelerde farklı şekillenmesine yol açmaktadır. Stearik asit oksidasyon hızı 1 birim kabul edildiğinde oleik asitin oksidasyon hızı 100 katı, LA'in 1200 katı ve linolenik asidin 2500 katı daha yüksek hızda şekillenmektedir (Liu ve diğ., 2018). Farklı seviyelerde okside olmuş kolza tohumu yağı ile yapılan bir çalışmada yüksek seviyede okside olmuş grupta oleik asidin miktarının orta seviye okside olmuş gruba göre %74 daha fazla olduğu gösterilmiştir. Tüm gruplarda en yüksek konsantrasyon oleik asit olarak bulunmuştur ve yağ asidi profilinde yer alan değişimlerin temel

kaynağı olarak gösterilmiştir. Stearik asit ise yüksek seviyede okside olmuş çalışma grubunda bol miktarda bulunurken orta seviyede okside olmuş grupta ve kontrol grubunda bulunmamıştır (Bazina ve diğ., 2018).

Depolama koşulları da FFA oluşumunda yer alan ve hızı etkileyen faktörlerdendir. Evcil hayvan mamalarında ham madde olarak kullanılabilen pirinç kepeği ile yapılan bir çalışmada başlangıç FFA oranı %0,03 bulunmuştur. Normal oda koşullarında 3 günlük depolama sonrasında oranın %0,1'e yükseldiği görülmüştür. Çalışmanın devamında 50.güne gelindiğinde ise oranının daha da yükselerek %0,23'e ulaştığı bulunmuştur (Lam ve diğ., 2001). Pirinç kepeği ile yapılan başka bir çalışmada ise depolama sıcaklığının ve depolama yapılan ambalaj çeşidinin etkileri araştırılmıştır. 25 °C lik ortam sıcaklığında başlangıçtaki FFA değeri %2,5 olarak ölçülmüştür. Yine aynı sıcaklıkta 16 hafta sonunda vakumlu torbalarda saklanan örneklerde %54,9'a varan FFA değerinin ziplock sistem ile kapatılan torbalarda %48,1'e yükseldiği gösterilmiştir. 5°C'lik ortam sıcaklığında ise aynı başlangıç değeri sonrasında vakumlu torbalarda %25,4 oranı bulunurken ziplock sistem ile kapatılan torbalarda %19,5'e yükselen FFA değeri bildirilmiştir (Ramezanzadeh ve diğ., 1999). Yine mamalarda ham madde olarak kullanılan soyanın depolanması ile ilgili yapılan bir çalışmada ise ortam koşullarından sıcaklığın depolama sırasında FFA oluşumuna etkisini göstermiştir. 6 aylık süreçte sabit nem koşullarında 20°C ortam sıcaklığında ciddi bir FFA artışı olmazken 30°C ve 40°C sıcaklıklarda yapılan depolamada önemli miktarlarda FFA artışı olduğu gösterilmiştir (Alencar ve diğ., 2010). Bu çalışmaların sonuçları sadece ham madde depolamasında bile oksidatif bozulmaların erken bir başlangıç gösterebileceğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Osawa ve diğ. (2008) tarafından kuru mamalar ile yapılan bir çalışmanın sonuçları da depolamanın FFA üstündeki etkisini göstermektedir. Çalışmanın başlangıç FFA konsantrasyonu %4,6 iken depolama sonrasında %28'e yükseldiği bildirilmektedir.

2.6. KURU MAMALARDA AMBALAJLAMA TEKNOLOJİLERİ

Ambalajlama mama güvenliği ve besin maddesi sürdürülebilirliği açısından özellikle depolama süreçlerinde önem arz eden bir konu olarak öne çıkmaktadır. Ambalajlamada kullanılan paket seçimi içeriğindeki mamayı su, su buharı, mikroorganizma, ışık gibi çevresel faktörlerden koruma sağlayacak şekilde yapılmaktadır (Robertson, 2016). Ambalajlama seçiminde en önemli kısımlardan birisi seçilen malzemenin bariyer özellikleri olmaktadır. Oksijen ve su buharı gibi çevresel faktörlerin girişine karşı pasif bariyer yaratan mama ambalajlarında beklenti mama içeriğindeki aroma ve tatlar gibi duyuşal özelliklerin de kaybının

engellemesidir (Koontz, 2016). Hem perakende satış sırasında hem son kullanıcı olan kedi ve köpek tüketimi sırasında paket içinde meydana gelebilecek ve kaliteyi tehdit edebilecek pek çok reaksiyon bulunmaktadır. Enzimatik olmayan oksidasyon reaksiyonları gibi kimyasal reaksiyonlar; patojen üremesi sonucu meydana gelen mikrobiyal reaksiyonlar; lipoliz ve proteoliz gibi enzimatik süreçler sonucunda meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar; kibble sertliği ve yapısında deformitelere yol açan fiziksel reaksiyonlar örnek olarak sayılabilmektedir (Robertson, 2016).

Paketli kuru mamalar için mikrobiyal reaksiyonlarda yer alan ve gıda bileşimi ile ilgili olan içsel faktörler arasında a_w değeri, pH, işleme koşulları, paketleme sürecindeki kontaminasyonlar yer almaktadır. Sıcaklık, bağıl nem, ışık, atmosfer koşulları gibi faktörler ise paketleme sonrasında mikrobiyal reaksiyonları etkileyen dışsal faktörlerdir. Ambalajlama ile sağlanan pasif bariyerin en önemli etkilerinden birisi mama içerisine rutubet transferini önlemesi olarak düşünülmektedir. Su buharına karşı geçirgen malzemeler ile yapılan ambalajlamada kuru mamada yaşanan rutubet artışı ve yükselen a_w değeri ile mikrobiyal bozulmalara karşı uygun ortam sağlanmaktadır (Lee, 2009). Paketli mamalardaki a_w değeri 0,7-0,8 aralığına ulaşacak seviyede rutubete maruz kaldığında patojenik bakteriler büyürken a_w 0,6-0,7 arasında küf üremeleri görülmektedir (Ashley, 1985).

Oksidasyon reaksiyonları depolama süreçlerinde ambalajlama ile ilgili yakından ilgili olan kalite problemleri arasında üst sıralarda yer almaktadır. Ambalajlamada kullanılan malzemenin bariyer özellikleri oksidatif mekanizmaların oluşumunu ve ilerlemesini ciddi oranda etkilemektedir. Oksidasyon reaksiyonları sebebiyle paket içindeki mama kalitesini gözeterek raf ömrünün maksimum seviyede tutulabilmesi için depolamada kullanılan paketlerin oksijen ve ışığa karşı yüksek seviyelerde bariyer oluşturması gerekmektedir. Bu sebeple mamalarda otooksidasyon ile sonuçlanan oksijen geçişinin ve fotooksidasyon ile sonuçlanan ışık geçişinin ambalaj tarafından engellenmesi önem taşımaktadır. Oksidatif kararlık açısından a_w değişimine yol açan su buharı geçişi de ambalajlama materyalinin bariyer özelliklerini yansıtmaktadır (Koontz, 2016).

Ambalaj çeşidinin ve çevresel faktörlerden ışık etkisinin oksidasyon üstüne etkinliği ile ilgili yapılan bir çalışmada ayçiçek yağında 9 aylık depolama yapılmıştır. Çalışma sonunda cam şişede ve karanlıkta depolanan örneklerde PV sayısı 0,8 mEq/kg iken ışık varlığında bu değer 8,7 mEq/kg olduğu, polietilen tereftalattan (PET) şişelerde ve karanlıkta depolanan örneklerde PV sayısı 1,1 mEq/kg iken ışık varlığında 13,9 mEq/kg gibi yüksek bir değer olduğu

bulunmuştur (Kucuk ve diğ., 2005). Bu çalışmanın sonuçları son ürün dışında mama üretiminde kullanılacak hammaddeler için de ambalajlama ve depolama koşullarının önemini göstermektedir.

FEDIAF'a göre ambalajlama, mamalarda kalite ve güvenliğin sağlanmasına ek besin kalitesinin de korunması için kritik önem sahiptir (FEDIAF, 2021). Kağıt, karton, PET, metalize PET, alüminyum, düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), polipropilen (PP), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) gibi malzemeler tek tek ya da kombinasyonlar halinde üretici tarafından seçilip mamalarda tazelik, hijyen ve sürdürülebilirlik gibi beklentileri karşılamak için kullanılmaktadır (FEDIAF, 2021). Özellikle doğal ve katkısız etiketleri ile satış stratejisini desteklemek amaçlı olarak kullanılan kağıt ve benzeri malzemeler ile hazırlanan paketlerde gazlara ve su buharına karşı bariyerler çok zayıf kalmaktadır. Bu sebeple alüminyum içerikleri ile ya da termoplastik polimerler ile kaplanması veya lamine edilmesi gerekmektedir (Koontz, 2016). Kuru köpek mamalarının depolanması ile yapılan bir çalışmada doğal etiketiyle kağıt torbalarda satılan köpek maması grubunda AV değerlerinin diğer gruplara nazaran daha yüksek dolayısıyla oksidatif kararlılığın daha düşük olduğu gösterilmiştir (Hoşda ve diğ., 2016). Alüminyum folyo temelli ambalajlarda istenilen kalınlık 15 µm ve üzerinde olmaktadır ve ışık etkisi ile bozulma reaksiyonları için mükemmel bir bariyer sağlamaktadır. Genellikle yetersiz bariyer özellikleri barındıran polimer bazlı lamine ambalajlarda kombinasyon halinde kullanım alanı bulmaktadır (Lamberti ve diğ., 2007).

PP, LDPE ve HDPE olarak isimlendirilen polimerler poliolefinler sınıfında yer almaktadır ve mama ambalajlama sanayiinde kullanılmakla birlikte her birisi farklı bariyer özellikleri göstermektedir. PP polimerleri polietilenlere (PE) göre daha düşük yoğunluktadır ve daha yüksek bariyer özellikleri barındırmaktadır. PE sınıfında yer alan LDPE ve HDPE polimerleri ise kullanıldığı ambalajlarda iyi seviyelerde su buharı bariyeri özelliği sunmaktadır (Robertson, 2016). Fakat oksijen gibi gazlara karşı bariyer özellikleri düşük seviyelerde yer almaktadır. Bu sebeple oksidasyon duyarlılığı çok yüksek olan mama ve gıda ürünlerinde tek başına kullanılamamaktadır (Alter, 1962). Ekstrüde edilmiş yulaf unu ile yapılan bir çalışmada HDPE ve alüminyum kaplı PE ambalajlarının raf ömrü üstüne etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda su buharı iletim miktarı daha yüksek olan HDPE paketlerde raf ömrünün daha kısa olduğu ve alüminyum kaplı PE paketlerde çok daha yüksek olduğu gösterilmiştir (A Wani ve diğ., 2015). PET ise en yaygın kullanım alanına sahip olan termoplastik özelliklere sahip olan bir polimerdir. Bu özelliklerinden dolayı geri dönüşüm ve yüksek sıcaklıklarda tekrar işlenme

yeteneği yüksektir. Su buharı, oksijen ve karbondioksite karşı iyi bariyer özellikleri taşıyan PET ambalajlar diğerk polimerler ile kombine edilerek çeşitli mamaların ambalajlanmasında kullanılabilmektedir (Nisticò, 2020).

Mama paketlerinin açıldıktan sonra da mevcut raf ömrünün ve duyuşal özellikler ile kalitesinin korunması için ambalajlama materyali kadar kullanılan ağız kapatma mekanizmaları da önem taşımaktadır. Mama paketlerinin üst kısımdan kapatılabilir bir şekilde tasarlanıyor olması kullanım ile paketteki mama hacminin azalması sonucu üst boşlukta biriken havanın artmasına yol açmaktadır. Bu durum da mamaların raf ömrünü azaltan bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Dünya genelinde mama üreticileri tarafından sıklıkla kullanılan iki ağız kapatma mekanizması mevcuttur. Bunlar ziplock olarak isimlendirilen kilitli fermuar sistemleri ve velcro olarak isimlendirilen küçük kancaların birbirine geçmesi mantığına dayanan sistemlerdir. Özellikle velcro mekanizmalarının mamaları rutubet ve oksidasyondan korumada yetersiz kaldığı düşünülmektedir (Sand, 2018).

2.7. EVCİL HAYVAN MAMALARINDA SATIN ALMA TERCİHLERİNİ VE DEPOLAMA SÜREÇLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Evcil hayvanlarla ilgili üretim endüstrisinde en büyük yer kaplayan başlıklardan birisi mamalar olarak öne çıkmaktadır. ABD’de 2023 yılında sadece hayvan mamaları için harcanan miktar 64,4 milyar dolar iken 2024 yılında 66,9 milyar dolarlık bir satış olacağı öngörülmektedir (APPA, 2024). Ülkemizde veteriner klinikleri ile yapılan bir çalışmada ise özel kliniklerin yıllık toplam kazancının %11,24’nün mama satışlarından oluştuğu bildirilmektedir (Aral ve diğ., 2009). Büyüyen hacimlere sahip olan mama endüstrisi son tüketici için de pek çok seçenek sunulmasına yol açmaktadır. Global bir mama firması tarafından yapılan bir ankette katılımcıların yarısının evcil hayvanları için mama seçiminde ciddi zorluklar yaşadığı bildirilmiştir (PFI, 2015). Evcil hayvan ile sahibi arasındaki ilişki satın alma tercihlerini yüksek oranda etkileyen bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Evcil hayvanlarına yüksek seviyede antropomorfik yaklaşım sergileyen hayvan sahiplerinin satın alırken mamaların kalite, tazelik, lezzet ve beslenme yeterliliğı gibi pek çok faktöre bakarak karar verdiği bildirilmektedir (Boya ve diğ., 2015). Satın alma süreçlerini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu çeşitli faktörler Akar ve diğ. (2022) tarafından hayvan sahibinin durumu, evcil hayvanın durumu ve mama özellikleri olarak 3 ayrı sınıflandırma ile gösterilmiştir. Yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi, meslek gibi başlıklar hayvan sahibine atfedilirken ırk farklılığı, hayvan yaşı, tür gibi başlıklar hayvan ile ilgili faktörlere dair gösterilmektedir. Mamaların satın

alınması sürecinde kararı etkileyen faktörlerin başında ise mamaların beslenecek evcil hayvanın sağlığını olumlu yönde etkileme özellikleridir. Bu yönde yapılan çalışmalardan birisinde insanların mama seçimi yaparken kendi beslenmeleri için gösterdikleri özenden daha fazla dikkat ve özen gösterdikleri bildirilmektedir (Tesfom ve diğ., 2010). Mama seçimine dair yapılan başka bir anket çalışmasında ise satın alım sırasında mamalarda aranan özelliklerin ilk sırasında mamanın hayvana sağlayacağı sağlık katkısı, ikinci sırada kalitesi ve üçüncü sırada ise mamayı oluşturan içeriklerin detayı olarak sonuçlar elde edilmiştir (Schleicher ve diğ., 2019).

Sağlık ve kalite etkilerine ek olarak kuru mamaların ambalajlarının şekli ve tasarımı ile kuru mama tanelerinin rengi, boyutu ve şekli gibi faktörlerin de hayvan sahibi tarafından satın alma kriterleri olarak değerlendirildiği bildirilmektedir (Koppel ve diğ., 2018). Özellikle depolama süreçlerinde yapılan hatalar sonucunda meydana gelebilen lipid oksidasyonu gibi bozulma reaksiyonlarından ilk etkilenen duyuşal özelliklerden birisi olan mama kokuları da satın alma tercihlerini etkilemektedir. İnsana ait tüketim duyularını tetikleyen kokulara sahip mamaların daha çok tercih edilirken mamanın bayatlamış olabileceğini düşündüren kokulara sahip mamaların tercih edilmediği bu yönde yapılan bir çalışmada bildirilmektedir (Delime ve diğ., 2020). Kokuya ek olarak lezzet anlayışı da hayvan sahipleri için önemli bir satın alma kriteri oluşturmaktadır. Evcil hayvan sahipleri ile Portekiz’de yapılan bir anket çalışmasında katılımcıların mama değişimi yapmalarına gösterdikleri en büyük sebebin mama lezzetinde değişiklik ihtiyacı duyulduğu gösterilmiştir (Prata, 2022). Hayvan sahipleri tarafından lezzet algısı ise besleme yapılan evcil hayvanların gözlemine dayandırılmaktadır. Mama sunumundan önce, yemek yerken ve sonrasındaki davranışsal özellikler ile mamanın kabul edilebilirliği ve lezzetine dair hayvan sahibinde bir satın alma yargısı yaratmaktadır. Mamalarda hem hayvanlar hem de hayvan sahipleri tarafından önemli bir değerlendirme kriteri olan lezzet aroma, doku ve tat gibi duyuşal özelliklerle ilgili olup depolama koşullarından etkilenmektedir (Koppel, 2014).

Mama ambalajları açıldığı andan itibaren bozulma süreçleri başlamaktadır ve bu bozulmalar mamalardaki lezzet gibi duyuşal özellikleri zaman içerisinde değiştirmektedir (Gross ve diğ., 1994). Bu durum da insanlara göre daha hassas duylara sahip olan hayvanlar için mama tercihini etkilemektedir. Evcil hayvan mamalarının saklanması ambalajlar açıldıktan sonra da önemli bir konu olarak tüketiciler için önemli bir konu haline almaktadır. Çünkü diyetin mevcut kalitesini, besin değerini ve güvenliğini, duyuşal özelliklerini korunması gerekmektedir. FDA (2024d) mamaların saklanması ve evcil hayvan sağlığının

sürdürülebilmesi için mamaların orijinal ambalajlarında saklanmasını tavsiye etmektedir. Bu tavsiyenin önemi ise olası bir şikâyet durumunda ambalajda yer alan UPC kodu, parti numarası, son kullanım tarihi gibi bilgilerin korunması ve ilgili kurumlara doğru bir şekilde iletebilmesi olarak açıklanmaktadır. Ambalajla saklamalara ek olarak FDA (2024d) tarafından diğer önerilerde ise malzeme çeşidi belirtilmeksizin yine orijinal ambalajı ile hava almaz saklama kapları kullanılması yer almaktadır. Mamaların kendi ambalajları dışında ev depolamasında hayvan sahipleri tarafından özel saklama kaplarının kullanımı alışkanlığı da yaygınlık göstermekle birlikte sıklıkla teneke/metal kutular veya plastik kutular tercih edilmektedir (Morelli ve diğ., 2021). Global mama üreticileri tarafından da bu alışkanlıkları ve eğilimleri yönlendirecek şekilde kuru mama saklamaya dair tavsiyeler verilmektedir. Büyük bir mama üreticisi internet sitesinde konuyla alakalı olarak 38°C altında serin ve kuru ortamda orijinal paketlerinde saklanmasını tavsiye etmektedir. Alternatif olarak plastik kaplarda saklamanın mama kalitesini olumsuz etkileyebilecek tat ve kokulara yol açabileceği, çelik kaplarda saklamanın daha kabul edilebilir bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (Anon., 2015). Bir başka global mama üreticisi ise yine ilk seçenek olarak orijinal ambalajda saklamayı tavsiye ederken alternatif olarak çelik veya plastik kapların hava geçirmez bir şekilde kullanılabileceğini bildirmektedir (Anon., 2024). Mama saklamada kullanılabilecek alternatif saklama kaplarıyla ilgili olarak depolama stabilitesini etkileyen pek çok faktör yer almaktadır. Kullanılacak kabın yüzeyinin pürüzsüz veya düzensiz şekillerde olması, düzenli temizlemeye bağlı olarak zamanla mevcut malzeme kalitesini sürdürebilmesi ve sıcaklık, rutubet gibi ortam koşullarından etkilenme derecesi gibi faktörler bunlara örnek sayılabilmektedir (Raspa ve diğ., 2023). Ek olarak metal kaplarda saklamanın mamalardaki oksidatif süreci hızlandırabileceğine dair kuşku da yer almaktadır (Tian ve diğ., 2013). Konu ile alakalı yapılan büyük bir anket çalışması mevcuttur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre katılımcıların yarısının mama kalitesinin korunmasından çekindikleri için bir kerede en fazla bir paket mama satın almayı tercih ettiği, %24,6'sının iki paket aldığı ve beslenen hayvanların %64,4'nün açılan paketleri en az dört haftada tükettiği gösterilmiştir. Saklama yöntemlerine göre ise katılımcıların %56,5 gibi yüksek bir oranının FDA ve mama üreticileri tarafından önerildiği gibi mamaları orijinal ambalajında sakladığı ve bu ambalajların %24,8 gibi bir oranla karton kutulardan ibaret olduğu gösterilmiştir. Orijinal ambalajları dışında saklamayı tercih eden hayvan sahiplerinin ise %79,5 oranla plastik kaplar tercih ederken %14,8 oranla metal saklama kaplarını tercih ettiği bildirilmiştir. Ayrıca katılımcıların %94,5'inin mamaları doğrudan ışığa maruz bırakmadığını, %23,6'sının ise mutfak gibi ortamlarda saklamaya bağlı olarak yüksek sıcaklıkta depolama yaptıkları sonuçlarda gösterilmiştir (Morelli ve diğ., 2021).

3. YÖNTEM

3.1. ÖRNEKLERİN SEÇİMİ VE TOPLANMASI

Çalışmamızda ülkemizde satışı yapılan 12 adet köpek maması kullanılmıştır. Bu mamalardan 6'sı premium olarak pazarlanan mamalar iken geri kalan 6 mama ekonomik olarak bilinen mamalardan oluşmaktadır. Seçilen mamaların tamamı firmaların piyasaya sürdüğü kilogram olarak en büyük paketler tercih edilerek satın alınmıştır. Ekonomik mama sınıfında yer alan mamaların tamamı ülkemizde üretilen mamalardan oluşurken, premium sınıftaki mamalardan 3 tanesi Amerika, 1 tanesi İtalya, 1 tanesi İspanya ve 1 tanesi de Fransa merkezli üretilmiştir. Mamaların tamamı veteriner klinikleri ve petshop kanalı ile satın alınmıştır. Çalışma düzeneği kurulana kadar örnekler ambalajları açılmadan oda koşullarında (24-26 °C ve %40-60 bağıl nem) saklanmıştır.

3.2. ÇALIŞMA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI

Çalışma grupları oluştururken hayvan sahiplerinin evde mamaları saklamak için kullandığı yöntemler göz önünde bulundurulmuştur. Bu koşulları simüle etmek için mamaların orijinal ambalajları ilk grubu oluşturmuştur. İkinci grubu; paslanmaz çelikten üretilmiş, açılır kapanabilir şeffaf kapaklı, 16 cm yükseklikte, 14 cm uzunlukta, 23 cm genişlikte ve 10L hacme sahip saklama kabı oluşturmuştur. Üçüncü grubu ise; plastik materyalden üretilmiş, kilitli açılır kapanabilir kapaklı, 16 cm yükseklikte, 14 cm uzunlukta, 23 cm genişlikte ve 10L hacme sahip şeffaf saklama kabı oluşturmuştur. Her bir mama paketi açıldıktan sonra mamalar renk, koku ve dokuları açısından incelenerek fiziksel yapıları değerlendirilmiştir. Ardından da plastik ve çelik saklama kaplarına hacimleri kadar doldurulmuştur. İlk grubu oluşturan mama örnekleri ise kendi ambalajlarında saklanmaya devam edilmiştir. Deneysel süreç oda koşullarında (24-26°C ve %40-60 bağıl nem) yürütülmüştür. Günlük kullanımın simüle edilmesi amacıyla saklama kaplarının kapakları ve mama ambalajlarının ağız kısımları günde iki kere olacak şekilde açılarak bir dakika süre ile açık bekletilmiş, yem ölçü kabı ile yem alımı simüle edilmiş ve ardından tekrar sıkıca kapatılmıştır.

3.3. BESİN MADDE ANALİZLERİ

Çalışma başlangıcında her bir mama paketinden alınan 200 gr kadar mama örneği yem değirmeninde (Model: A 10 Basic, IKA-Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Almanya) öğütüldükten sonra Weende analizinde kullanılmak üzere bir kavanozda muhafaza edilmiştir.

3.3.1. Kuru Madde Analizi

Yaklaşık 4-5 g olacak şekilde tüm örnekler analitik terazi yardımıyla tartılmıştır. Tartım işlemi tamamlanan örnekler kurutma kaplarına aktarılıp önceden ısıtılmış bir etüv (M3025P, Elektromag, İstanbul, Türkiye) ile 105°C sıcaklık değerinde 5,5 saat süre boyunca kurutulmuştur. Kurutma sonrası desikatöre alınan örnekler soğutularak oda sıcaklığına getirilmiş ve tekrar analitik terazi ile tartım işlemi yapılmıştır. Her bir örnek için iki paralel analiz yapıp kuru madde miktarı aşağıda yer alan formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

m1: Boş kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)

m2: Örnek ağırlığı + Kurutma kabı ve kapağının ağırlığı (g)

m3: Analiz örneği ile kurutma kabı ve kapağının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

3.3.2. Ham Protein Analizi

Mama örneklerinin ham protein analizleri AOAC 954.01 (AOAC, 1996) analiz metoduna göre yapılmıştır ve analizde kullanılan reaktifler listesi aşağıda yer almaktadır;

1. Sülfürik asit-derişik (d= 1.84 g/ml; %95-98 'lik),
2. Katalizör olarak; 10 g potasyum sülfat, 0,3 g bakır sülfat ve 0,1 g sünger taşı,
3. Kaynama düzenleyici olarak; çinko metali veya cam parçaları,
4. Sodyum hidroksit çözeltisi (%35'lik),
5. Metil kırmızı indikatörü; %95'lik etil alkol içerisinde 1 g indikatör çözülmesi ile hazırlama,
- 6.. Borik asit çözeltisi (%4'lük),
7. 0,2 N HCl çözeltisi .

Örnekler homojen bir şekilde öğütölme sonrası hassas tartı yardımı ile 1 g olacak şekilde tartılmıştır. Ardından katalizör ile kjeldahl tüpüne aktarılıp 15 ml derişik sülfirik asit eklenmiştir. Sonrasında örneğin tamamı asitle ıslanacak şekilde tüp hafifçe çalkalanıp kjeldahl yakma düzeneğine (Gerhardt Kjeldatherm KB, Bonn, Almanya) yerleştirilmiştir. 420 °C'ye arttırılan sıcaklık değerinde 45-60 dakika çözelti renginin mavi-yeşil olması takip edilerek esas

yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yaş yakma sonrasında 40-50 °C'ye kadar soğuması beklenen tüplere 75 ml distile su eklenmiştir. Ardından tüp distilasyon cihazı (Gerhardt Vapodest 50, Gerhardt Laboratory Systems GmbH, Koenigswinter, Almanya) içerisine konulup üzerine yavaş bir şekilde 100 ml %33'lük sodyum hidroksit eklenmiştir. Bu işlem esnasında ortaya çıkan amonyağı tutmak amacıyla 250 ml hacme sahip erlen içerisine 25 ml %4'lük borik asit çözeltisi koyularak iki damla metil kırmızı indikatörü damlatılıp yoğunlaştırıcı ucu bu erlene batırılmıştır. 150 ml destilat birikene dek erlen ısıtılıp sonrasında ise titrasyon aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada 0,2 N HCl çözeltisi ile ilk eklenme anında şekillenen pembe renk gözlenene kadar harcanan miktar kaydedilmiştir. Ham protein değerini bulmak için ise aşağıda yer alan formül kullanılmıştır.

$$\% \text{ Azot} = \frac{0,014 \text{ g Azot} \times \text{Normalite} \times (V1 - V2)}{\ddot{o}} \times 100$$

V1 = Titrasyonda boyunca kullanılan HCl asit çözeltisinin hacmi (ml)

V2 = Kör deney titrasyonu için kullanılan HCl asit çözeltisinin hacmi (ml)

N = Hidroklorik asit çözeltisi normalitesi

ö = Örnek miktarı (g)

Elde edilen % azot miktarı 6,25 ile çarpılarak % protein değeri bulunmuştur.

3.3.3. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizi için Soxhlet cihazı (Model Soxtherm 406, Gerhardt Laboratory Systems GmbH, Koenigswinter, Almanya) ve petrol eteri (40-60 °C) kullanılarak yapılmıştır. Mama örnekleri öncelikle öğütme işlemine alınmıştır. Ardından 3 g şeklinde tartılıp, kartuşlar içerisine konulmuştur. Üzerine pamuk parçası yerleştirildikten sonra bu kısım üstte kalacak şekilde ekstraksiyon haznesine yerleştirilip, ekstraksiyon işlemi başlatılmıştır.

Ardından su banyosu yaklaşık 5 saat süren ekstraksiyon sonunda kapatılmış ve soğumaya bırakılmıştır. Soğuma sonrasında ekstraksiyon balonu uzaklaştırılıp kurutma dolabında kurumaya alınmıştır. Oda sıcaklığına ulaşması beklenip erlenin tartımı yapılmıştır. Ham yağ hesaplaması ise aşağıda yer alan formül ile yapılmıştır;

$$\% \text{ Yağ} = \frac{\text{Yağ Ağırlığı (g)}}{\text{Örnek Ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.3.4. Ham Kül Analizi

Mama örneklerinin ham kül analizleri için darası alınan krozelere örnekler hassas tartı ile yaklaşık 5 g olarak tartılmıştır. Sonrasında krozeler 550 °C sıcaklığa getirilmiş kül fırınına (Model MF 110/30, Protherm Furnaces, Ankara, Türkiye) konulmuştur. İçerik açık gri kül rengini alana kadar veya kroze sabit tartıma gelene kadar yaklaşık 6 saatlik bir süre ile yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından kül fırınından çıkarılan krozeler desikatöre aktarılıp soğutulmuştur. Oda sıcaklığına ulaşıldığında krozelerin tartımı yapılmıştır. Ham kül içeriği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır;

$$\% \text{ Ham Kül} = \frac{(\text{kroze} + \text{kül}) - \text{Dara (g)}}{(\text{Kroze} + \text{örnek}) - \text{Dara (g)}} \times 100$$

3.3.5. Ham Selüloz Analizi

Mama örneklerindeki ham selüloz tayini analizi TS EN ISO 6865 (Anon., 2001) metoduna göre yapılmıştır. Öncelikle örnekler tek tek öğütülerek ve karıştırılarak homojen hale getirildikten sonra 1 g olarak hassas tartı ile tartılmıştır. Tartılan örneklerle 150 ml sülfirik asit eklenerek 30 dakika süreyle kaynatılmıştır. Süre bitiminde içerik filtre edilerek süzülmüştür. Süzülen örneğe 150 ml potasyum hidroksit eklenerek tekrar 30 dakika kaynatmaya alınmıştır. Ardından tekrar süzülen içeriğe sıcak su ile iki kez yıkama yapıp asetondan geçirilmiştir ve 130 °C sıcaklıkta 2 saatlik kurutmaya alınmıştır. Kroze soğuması beklendikten sonra tartımı yapılmıştır. Sonrasında ise örneğin ham kül analizi yapılmıştır. En son adım olarak ham selüloz içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\% \text{ Ham selüloz} = [M2 - M1] / m \times 100$$

M1: Örneğin ham kül analizi ile belirlenen değer

M2: Asetondan geçirme sonrası kurutulup soğutulan kroze tartımı

m: Başlangıçta tartımı yapılan örnek ağırlığı

3.4. KÜF VE MAYA SAYIMI

İstanbul ilinde bulunan özel bir laboratuvar da yapılmış olan küf ve maya sayımları TS ISO 21527-2 (Anon., 2014) analiz metodunda belirtilen yatay yöntemle göre yapılmıştır. Her bir örnek öncelikle her biri 10 gram olacak şekilde eşit parçalarda hassas tartı ile tartılmıştır. Analizde kullanılacak olan diluent ISO 6887’de yer alan yönergeler doğrultusunda seyreltici

olarak pepton su ile $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de hazırlanmıştır. Tartılan örnekler peptonlu su içerisinde bir saat kadar bekletilip ardından homojenize edilmiştir. Dilüentten ekim yapmak için ise %18'lik dikloran gliserol agar (DG18) kullanılmıştır. DG18 hazırlanması için 5 g kazein, 10 g D-glukoz, 1 g potasyum dihidrojenfosfat, 0,5g magnezyum sülfat, 0,002 g dichloran, 220 g gliserol, 12-15 g agar, 1000 ml distile su kullanılmıştır. Ardından bakteriyel kontaminantlara yönelik 10 ml etanol içerisinde çözdürülmüş 0,1 g kloramfenikol eklenmiştir. Uygun kaplara dağıtıldıktan sonra 121°C 'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilen DG18 içeriği hızlıca bir su banyosunda 50°C 'nin altına soğutulduktan sonra 15 ml hacimdeki steril petri kaplarına alınmıştır. Ortamın katılaşması takip edilmiş olup ISO 7218 yönergelerine uygun olarak da kurutulmuştur. Ardından hazırlanan örnek dilüentinden ekim yapıp aerobik olarak $25^{\circ}\text{C}\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün ila 7 gün inkübe edilmiştir. Kullanılmayacak DG18 agarlar ISO/TS 11133'e uygun biçimde karanlıkta muhafazaya alınmıştır. İnkübasyon periyodu sonrasında ise mikroskop altında küf ve maya kolonilerinin sayımına geçilmiştir.

3.5. SALMONELLA ARANMASI

İstanbul ilinde bulunan özel bir laboratuvarında yapılmış olan *Salmonella* spp. aranması analizi ISO 6579-1 (Anon., 2017a) analiz metodunda belirtildiği gibi yapılmıştır. Örneklerin her biri hassas tartı aracılığı ile 25 gram olarak ölçülmüştür. Ön zenginleştirme için 225 ml tamponlanmış pepton suyu (TPW) ile karıştırılan örnekler 37°C sıcaklıkta 18 saat inkübe edilmiştir. Ardından selektif zenginleştirme için kullanılacak sıvı besiyerleri olan Rappaport-Vassiliadis Soya (RVS) ve Muller-Kauffmann Tetrasyonat-novobiosin (MKTTn) hazırlanmıştır. RVS besiyeri için 2,71 gr RVS tozu 100 ml distile su ile karıştırılıp çözünene kadar ısıtılmıştır ve cam tüplerde 115°C sıcaklıkta 15 dakika süreyle otoklavlanma işlemi uygulanmıştır. MKTTn besiyeri için ise 89,4 gr MKTTn tozu 1000 ml distile su karıştırıldıktan sonra kaynama noktasına kadar ısıtılıp $45-48^{\circ}\text{C}$ arası sıcaklığa soğutulmuştur ve içerisine iyot iyodür eklenmiştir. İnkübasyon sonrası, TPW ile hazırlanan örnek içeriği otomatik pipet yardımıyla sırasıyla RVS ve MKTTn besiyerlerine inoküle edilmiştir ve vortex yardımıyla karıştırılmıştır. Örnek eklenmiş RVS besiyeri $41,5^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat, örnek eklenmiş MKTTn besiyeri 37°C 'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Hazırlanan inokülantlardan ekim için standartlarda önerildiği gibi Ksiloz Lizin Deoksikolat Agar (XLD Agar) ve Bismuth sulfite agar (BSA agar) kullanılmıştır.

XLD agar hazırlanması için 5.668 gram XLD tozu ile 100 ml distile su karıştırıldıktan sonra kaynama noktasında 2 dakika boyunca ısıtılmış ve içeriğin tamamen çözünmesi

sağlanmıştır. BSA agar hazırlanması için ise 5.232 gr bizmut sülfat agar tozu 100 ml distile su ile aynı şekilde kaynama noktasında 2 dakika süre ile tamamen çözünene kadar karıştırılmıştır. Ardından her iki besiyeri de steril petri kaplarına alınmıştır ve standartlarda önerildiği gibi kurumaya bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası RVS ve MKTTn besiyeri ile hazırlanan inokulantlar steril bir öze yardımı ile BSA ve XLD agarlara sırasıyla klasik ekim tekniği ile toplamda 4 örnek olacak şekilde aktarılmıştır. Sonrasında bu petri kapları ters çevrilmiş şekilde 37 °C'de 24 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon periyodu sonrasında ise çıkarılan petri kaplarında *Salmonelle spp.* açısından bakteriyel kolonilerin varlığı araştırılmış ve sayımı yapılmıştır.

3.6. PEROKSİT SAYISI TAYİNİ

İstanbul ilinde bulunan özel bir laboratuvarında yapılmış olan peroksit tayini analizi iyodometrik bir yöntem olan TS EN ISO 3960 (Anon., 2017b) metoduna göre yapılmıştır. Örnekler tartım işlemi sonrası öğütülmüştür. Ardından petrol eteri kullanılarak yağ ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir ve çözücü azot yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Ardından 2 gram ekstrakte edilmiş yağ örneği hassas tartı ile tartılmıştır. Azot gazı akımı uygulanarak oksijeni uzaklaştırılmış 60 ml buzlu asetik asit ile ve yine aynı şekilde azot gazı akımı uygulanarak 40 ml izooktan karıştırılarak 100 ml buzlu asetik asit/izooktan çözeltisi elde edilmiştir ve 50 ml hacimde ayrılarak örnek ile bir erlene alınmıştır. Kaynatılmış soğutulmuş su ile hazırlanan potasyum iyodür çözeltisi de bu basamak sonrası 0,5 ml hacimde eklenmiştir. Ardından erlenin ağzı kapatılarak hava almayacak şekilde manyetik karıştırıcı yardımı ile 1 dakika boyunca karıştırılmıştır. Ardından 100 ml deminarelize su eklenerek karıştırıldıktan sonra gün ışığı görmeyecek bir şekilde muhafaza edilmiştir. %1 lik doymuş nişasta solüsyonu hazırlamak için ise 1 g çözünen nişasta az miktarda damıtılmış su ile hamur haline getirildikten sonra 100 ml saf su eklenerek çözülmüştür ve kaynayana kadar ısıtıldıktan sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Karanlık ortamda bekletilip iyotun açığa çıkması sağlanan çözeltiye hazırlanan doymuş nişasta solüsyonundan 0,5 ml eklenmiştir.

Titrasyon için kullanılacak 0,01 N sodyum tiyosülfat solüsyonu ise 0,1 N sodyum tiyosülfat standart çözeltisi kaynamış su ile seyreltilerek elde edilmiştir. Son adım olarak ise hazırlanan çözeltiye 0,1 N sodyum tiyosülfat damlatılarak titrasyon adımı uygulanmıştır ve renk değişimi gözlemlenerek titrasyon sonlandırıldıktan sonra değerler tespit edilmiştir.

3.7. SERBEST YAĞ ASİTLİĞİ TAYİNİ

İstanbul ilinde bulunan özel bir laboratuvarında yapılmış olup titrimetrik bir yöntem olan TS EN ISO 660 (Anon., 2015) metoduna göre yapılmıştır. Örnekler tartım işlemi sonrası öğütülmüştür. Ardından petrol eteri kullanılarak yağ ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir ve çözücü azot yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Ardından 2 gram ekstrakte edilmiş yağ örneği hassas tartı ile tartılmıştır. 0,1 N etil alkollü sodyum hidroksit çözeltisi elde etmek için 0,4 gr NaOH bir erlene alınıp 100 ml etil alkol ile çözündürülmüştür. Yağ asitlerinin çözündürülmesinde kullanılacak olan çözücü solüsyonu için ise 1:1 oranında 25 ml eşit hacimlerde etil alkol ve dietileter başka bir erlende karıştırılarak elde edilmiştir. Ardından çözücünün asitlik derecesinin nötralizasyonu öncesi indikatör olarak 0,15 ml fenolftalein damlatılmıştır. Fenolftalein eklenmiş çözücü solüsyona hazırlanan 0,1 N etil alkollü NaOH çözeltisi kullanarak titrasyon işlemi uygulanmıştır. Mor renk elde edildikten sonra kalıcı nötralizasyon işlemi sağlanmış olup titrasyon durdurulmuştur. Ardından yağ örneği 50 ml hacimdeki nötralize edilmiş çözücü solüsyonu ile birleştirilmiştir ve bir dakika boyunca karıştırılarak yağ asitlerinin serbestleşmesi sağlanmıştır. İndikatör olarak tekrar fenolftalein damlatıldıktan sonra 0,1 N etil alkollü NaOH çözeltisi ile titrasyon işlemine tabii tutulmuştur. Pembe renk elde edilene dek titrasyona devam edilmiştir.

3.8. SU AKTİVİTESİ

a_w analizi İstanbul ilinde bulunan özel bir laboratuvarında yapılmıştır. Örnekler analiz öncesi rutubet kaybının önlenmesi için hava geçirmez kaplar ile laboratuvara ulaştırılmıştır. Analiz kapasitif sensör teknolojisi ile çalışan a_w cihazı (Model HP23-AW-Set-40, Rotronic AG, Bassersdorf, İsviçre) ile ISO 18787:2017 (ISO, 2017) metoduna göre yapılmıştır. Analiz için mamalar kibble boyutuna göre 2-5 gram arası tartılmıştır. Öğütücü ile ortaya çıkabilecek potansiyel ısı artışının sonuçları etkilememesi sebebiyle örnekler öğütülmeden analiz kabına alınmıştır ve ölçüm haznesine konularak cihaz düzeneği hazırlanmıştır. Ardından cihaz ekranında yer alan değerler okunarak not edilmiştir. İki ölçüm arasında 15 dakika bekleme süresi gözetilerek taşma etkisinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

3.9. YAĞ ASİTLERİ TAYİNİ

Yağ asitleri tayini Kastamonu Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Analiz için numunelerden Bligh ve Dyer (1959)'in bildirdiği yöntemle yağ ekstraksiyonu yapılmıştır. Yaklaşık 50 mg ekstrakte edilmiş yağ, 2 ml 0.5 N'lik NaOH ile 90 °C'de 2 dakika saponifiye

edilmiştir. Bu işlemden sonra soğutulan örnekler metanolde hazırlanmış %35'lik Boron tri Floride ilave edilmiş ve 90 °C'de 5 dakika bekletilmiştir. Üzerine 2 ml n-Heptan ilave edilerek 1 dakika aynı sıcaklıkta bekletilmiştir. Takiben, 3 ml doymuş NaCl solüsyonu ilave edilerek alt üst edilmiş ve faz ayrımından sonra üstte kalan organik faz GC-MS viallerine toplanmıştır. Heptan fazda bulunan yağ asidi metil esterleri analizler yapılana kadar -20°C'de saklanmıştır. Yağ asidi metil esterleri azot gazı altında yoğunlaştırıldıktan sonra GC-MS (HP 68905972)'de analiz edilmiştir. Analizde Agilent HP 88 (100 m uzunluk, 0.25 mm i.d., 0.20 µm film) kapiller kolon kullanılmıştır. Enjektör ısı 250 °C'ye, dedektör ısı da 270 °C'ye ayarlanmıştır. Enjeksiyon yapılmadan önce enjektör 3 defa n-Heptan ile yıkanmıştır. Enjeksiyon otomatik olarak 1 µl hacminde ve 1:50 split oranı ile yapılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C, son sıcaklığı 240 °C, dakikada 3 °C artış prosedürü uygulanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır.

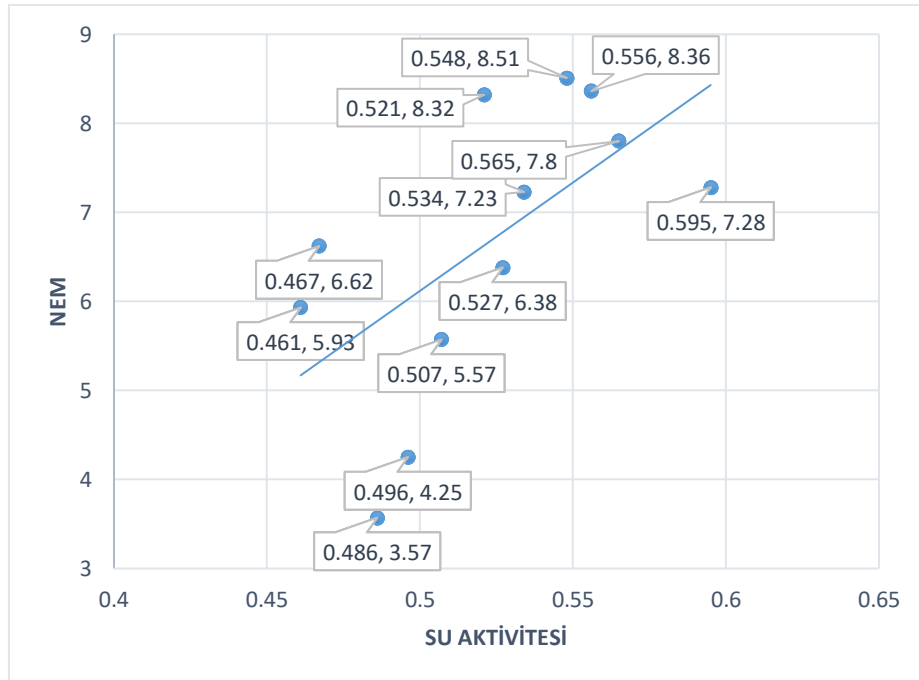
3.10. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Tez çalışmasında incelenen parametrelerin normal dağılıma uyumluluğu Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılım, mevcut veriler için elde edilemediğinden non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. İstatistiksel önemliliğin olduğu durumlarda ise grupların ikili karşılaştırılması için Mann-whitney U testi kullanılmıştır. Non-parametrik dağılım gösteren bulguların sunumu için medyan değerler kullanılmıştır. İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Tüm istatistik analizler The Jamovi Project (The Jamovi Project, 2024) programı kullanılarak yapılmıştır. Karşılaştırmalarda önemlilik düzeyi olarak $p < 0,05$ baz alınmıştır.

4. BULGULAR

Tez çalışmasına dahil edilen 12 köpek mamasının başlangıç günü ve 60 gün farklı koşullarda saklanması sonucu elde edilen analiz sonuçları **Tablo 4.1-4.9** arasında sunulmuştur. **Tablo 4.1**'de tez çalışmasına dahil edilen mamaların başlangıç gününde Weende analizleri ile belirlenen besin maddeleri düzeyleri, a_w ve ME değerleri sunulmuştur. **Tablo 4.2**'de mamalar premium ve ekonomik olarak sınıflandırılarak başlangıç günündeki Weende analiz sonuçları ile a_w ve ME değerleri karşılaştırılmıştır. 12 köpek maması ambalaj kapatma sistemlerine göre de gruplandırılmış ve Weende analiz sonuçları, a_w , ME değerleri karşılaştırılarak **Tablo 4.3**'te sunulmuştur. Mamaların deneme başlangıcındaki yağ asitleri kompozisyonuna ait sonuçlar **Tablo 4.4, 4.5** ve **4.6**'da verilmiştir. **Tablo 4.1** ve **4.4** haricindeki tüm tablolarda veriler medyan (ortanca değer) şeklinde sunulmuştur.

Mamaların rutubet değerleri 3,57-8,51g/100g, HP değerleri 21,20-39,10 g/100g KM, HY değerleri 9-20,84 g/100g KM, HS değerleri 1,45-5,08 g/100g KM, HK değerleri 3,62-11,21 g/100g arasında bulunurken ME düzeyleri ise 3379,85-4243,45 kcal/kg arasında bulunmuştur. a_w düzeyleri 0,461-0,595 arasındadır. Ayrıca rutubet ve a_w arasında pozitif korelasyon ($R^2=0,616$, $p<0,001$) bulunmuştur (**Şekil 4.1**)



Şekil 4.1: Rutubet ve a_w arasındaki korelasyon grafiği.

Tablo 4.1: Denemeye dahil edilen 12 köpek mamasının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rutubet	3,57	7,8	8,32	8,36	8,51	4,25	5,57	6,38	7,28	6,62	5,93	7,23
HP	39,10	30,26	21,38	16,59	35,52	24,86	21,18	25,96	24,48	22,17	24,66	27,27
HY	20,84	10,09	10,69	16,48	21,53	13,16	9,00	10,15	12,19	14,99	12,75	13,69
HS	1,45	3,15	3,82	3,60	3,93	3,13	5,08	2,56	2,91	2,03	1,91	2,69
HK	7,08	6,37	6,19	3,62	7,79	7,82	11,21	9,01	5,42	8,07	9,29	7,81
NEM	31,52	50,14	57,92	59,71	31,22	51,03	53,53	52,32	54,99	52,74	51,39	48,53
ME	4243,45	3671,38	3684,18	4070,99	4166,42	3774,55	3379,85	3602,14	3817,58	3895,97	3745,51	3816,72
a_w	0,48	0,56	0,52	0,55	0,54	0,49	0,50	0,5	0,59	0,46	0,46	0,53

HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, HK: Ham Kül, NEM: Nitrojeniz Ekstrakt Madde, ME: Metabolize Olabilir Enerji, a_w : Su Aktivitesi

Tablo 4.2: Premium ve ekonomik köpek mamalarının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).

		a_w	Rutubet	HP	HS	HY	HK	NEM	ME
Medyan	Premium (n=6)	0,54 ^b	8,06 ^b	28,80 ^b	3,37 ^b	15,10 ^b	6,73 ^a	49,3 ^a	3944 ^b
	Ekonomik (n=6)	0,50 ^a	6,15 ^a	24,60 ^a	2,74 ^a	12,50 ^a	8,54 ^b	52,5 ^b	3760 ^a
p		0,008	< 0,001	0,021	0,098	0,008	< 0,001	0,047	0,008

HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, HK: Ham Kül, NEM: Nitrojeniz Ekstrakt Madde, ME: Metabolize Olabilir Enerji, a_w : Su Aktivitesi, ^{a,b}Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 4.3: Ambalaj kapatma çeşitlerine göre köpek mamalarının besin maddeleri düzeyleri (g/100g KM), su aktivitesi ve ME değerleri (kcal/kg KM).

		a_w	Rutubet	HP	HY	HS	HK	NEM	ME
Medyan	Ziplock (n=6)	0,502 ^a	5,97 ^a	25,40	13,40	2,63	7,95 ^b	51,7	3796
	Velcro (n=6)	0,552 ^b	8,06 ^b	24,60	12,50	3,37	6,28 ^a	53,2	3782
p		0,02	< 0,001	0,49	1,00	0,11	< 0,001	0,098	0,508

HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, HK: Ham Kül, NEM: Nitrojeniz Ekstrakt Madde, ME: Metabolize Olabilir Enerji, a_w : Su Aktivitesi, ^{a,b}Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur (p<0,05).

Tez çalışmasına dahil edilen köpek mamaları premium ve ekonomik olarak gruplandırıldıklarında a_w , rutubet, HP, HS, HY, HK, ME açısından iki grup arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). a_w , rutubet, HP, HS, HY ve ME premium mamalarda ekonomik mamalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur (**Tablo 4.2**). NEM ve HK değerleri ise ekonomik mamalarda daha yüksek tespit edilmiş olup, istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Mamalar ambalajların kapatma şekillerine göre gruplandığında (ziplock ve velcro olarak) elde edilen a_w , Weende analiz sonuçları (g/100g KM) ve ME (kcal/kg) değerleri **tablo 4.3**'te gösterilmiştir. Velcro kapatma sistemine sahip mamaların a_w ve rutubet düzeylerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). HP, HY, HK ve ME düzeyleri de velcro kapatma sistemine sahip mamalarda daha yüksek bulunsada istatistiksel önemlilik bulunmamıştır ($p>0,05$).

12 adet köpek mamasına ait yağ asidi kompozisyonu sonuçları **tablo 4.4**'te sunulmuştur. Palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, vaksenik asit ve LA mamaların tümünde tespit edilebilir seviyelerde bulunmuştur. EPA ve DHA sadece 1, 2, 3 ve 12 numaralı mamalarda analiz edilebilir düzeylerde bulunmuştur. ALA 4 numaralı mama dışındaki tüm mamalarda tespit edilebilir düzeyde bulunurken, AA 1, 2, 6, 8, 11 ve 12 numaralı mamalarda tespit edilebilmiştir. Palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve vaksenik asit 5 numaralı mamada en yüksek düzeylerde bulunmuştur. 10 numaralı mama en yüksek LA seviyesine, 11 numaralı mama ise en yüksek AA ve ALA seviyelerine sahiptir. EPA ve DHA ise 3 numaralı mamada en yüksek düzeylerde tespit edilmiştir.

Tablo 4.4: 12 adet köpek mamasına ait yağ asidi kompozisyonu (g/100g KM).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Miristik Asit	0,24	0,25	0,21	-	0,24	0,04	0,05	0,04	0,18	0,05	0,06	0,18
Palmitik Asit	4,11	2,31	2,43	4,07	5,42	2,51	1,75	1,83	2,62	2,90	2,27	3,12
Palmitoleik Asit	0,80	0,32	0,26	0,40	0,61	0,54	0,37	0,31	0,67	0,55	0,48	0,39
Stearik Asit	1,65	1,27	1,33	2,03	2,91	0,81	0,58	0,65	0,70	1,06	0,79	1,78
Oleik Asit	8,29	3,23	3,38	6,57	9,00	4,81	3,40	3,45	4,78	5,45	4,54	5,31
Vaksenik asit	0,47	0,22	0,24	0,39	0,64	0,22	0,15	0,17	0,26	0,25	0,21	0,38
Linoleik Asit (LA)	3,87	1,64	2,29	3,02	2,41	3,92	2,59	3,37	2,55	4,49	4,05	2,09
Alfa-linolenik Asit (ALA)	0,77	0,29	0,20	-	0,29	0,26	0,13	0,27	0,22	0,21	0,24	0,12
Araşidonik Asit (AA)	0,04	0,03	-	-	-	0,03	-	0,03	-	-	0,04	0,03
EPA	0,10	0,20	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04
DHA	0,09	0,14	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06

EPA: Eikosapentaenik Asit, DHA: Dokosaheksaenik Asit

Tablo 4.5: Premium ve ekonomik mamaların yağ asidi kompozisyonu (g/100g KM).

		Miristik Asit C14:0	Palmitik Asit C16:0	Palmitoleik Asit C16:1	Stearik Asit C18:0	Oleik Asit C18:1	Vaksenik Asit C18:1(n-9)	LA	ALA	AA	EPA	DHA
Medyan	Premium	0,22 ^b	3,60 ^b	0,39	1,72 ^b	5,94	0,38 ^b	2,35 ^a	0,24	0,01	0,07 ^b	0,07 ^b
	Ekonomik	0,05 ^a	2,39 ^a	0,51	0,74 ^a	4,66	0,21 ^a	3,92 ^b	0,22	0,01	0,00 ^a	0,00 ^a
Minimum	Premium	0,00	2,31	0,25	1,27	3,23	0,21	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ekonomik	0,04	1,75	0,32	0,57	3,40	0,15	2,55	0,12	0,00	0,00	0,00
Maksimum	Premium	0,25	5,42	0,80	2,91	9,00	0,64	3,87	0,76	0,04	0,21	0,14
	Ekonomik	0,17	2,90	0,66	1,06	5,45	0,26	4,49	0,27	0,04	0,00	0,00
p		<0,001	<0,001	0,508	<0,001	0,098	<0,001	<0,001	0,741	0,860	<0,001	<0,001

LA: Linoleik Asit, ALA: Alfa-Linolenik Asit, AA: Araşidonik Asit, EPA: Eikosapantenoik Asit, DHA: Dokosaheksaenik Asit, ^{a,b}Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur (p<0,05).

Mamalar premium ve ekonomik isimlendirilmelerine göre gruplandırıldıklarında (**Tablo 4.5**) miristik asit, palmitik asit, stearik asit, vaksenik asit, LA, EPA ve DHA düzeyleri premium mamalarda daha yüksek bulunmuştur ve farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,001$). LA seviyeleri ekonomik mamalarda daha yüksek düzeylerde gözlenmiş ($p<0,001$) EPA ve DHA seviyeleri ekonomik mamalarda tespit edilebilir seviyenin altında kalmıştır.

Tablo 4.6: Ekonomik ve premium mamaların yağ asidi bileşimine dayalı toplam ve oranlar ($n=6$, g/100g KM).

		$\Sigma n-3$	$\Sigma n-6$	$n-6/n-3$	$\Sigma MUFA$	$\Sigma PUFA$	ΣSFA
Medyan	Premium	0,42 ^b	2,35 ^a	4,06 ^a	6,72	2,77	5,58 ^b
	Ekonomik	0,22 ^a	3,95 ^b	17,04 ^b	4,89	3,94	3,22 ^a
Minimum	Premium	0,00	1,67	0,00	3,75	2,31	3,91
	Ekonomik	0,12	2,55	11,59	3,92	2,23	2,37
Maximum	Premium	0,95	3,91	9,45	10,30	4,85	8,58
	Ekonomik	0,27	4,49	21,38	6,26	4,69	4,01
p		0,003	< 0,001	< 0,001	0,098	0,098	< 0,001

$\Sigma n-3$: ALA+EPA+DHA, $\Sigma n-6$: LA+AA, $\Sigma MUFA$: Palmitoleik Asit+Oleik Asit+Vaksenik Asit, $\Sigma PUFA$: LA+AA+ALA+EPA+DHA, ΣSFA : Miristik Asit+Palmitik Asit+Stearik Asit, ^{a,b} Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler arasında istatistiksel farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 6 incelendiğinde premium ve ekonomik olarak isimlendirilen mamaların $\Sigma n-3$, $\Sigma n-6$ ve ΣSFA seviyeleri ile ($n-6/n-3$) oranları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). $\Sigma n-3$ yağ asitleri premium mamalarda önemli ölçüde daha yüksek bulunurken $\Sigma n-6$ ve ($n-6/n-3$) oranı önemli ölçüde daha düşüktür. $\Sigma n-3$ yağ asitleri premium mamalarda 0-0,96 g/100g KM arasında, ekonomik mamalarda 0,13-0,27 g/100g KM arasında değişiklik göstermiştir. $\Sigma n-6$ yağ asitleri düzeyi ise premium mamalarda 1,67-3,91 g/100g KM arasında iken ekonomik mamalarda 2,55-4,49 g/100g KM arasında değişmiştir. ($n-6/n-3$) yağ asitleri oranları ise premium mamalarda 2,67-9,45, ekonomik mamalarda ise 11,59-21,38 arasında bulunmuştur. Premium mamalarda ΣSFA seviyeleri daha yüksek düzeyde ($p<0,01$) iken $\Sigma MUFA$ ve $\Sigma PUFA$ düzeyleri açısından premium ve ekonomik mamalarda istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.7: Mamaların başlangıç ve 60. gün küf, maya, *Salmonella* sayıları (kob/25g), peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri*.

	Başlangıç	60. gün (Ambalaj)	60. gün (Plastik)	60. gün (Metal)	p
Küf	0	0	0	0	0,790
Maya	0	0	0	0	-
Salmonella	0	0	0	0	-
Peroksit Değeri Sayısı	0,66 ^a	14,70 ^b	16,60 ^b	11,00 ^b	<0,001
Serbest Yağ Asitliği	4,95	6,44	6,60	6,42	0,188

^{a,b}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur (p<0,05), * Medyan değerler

Tablo 4.8: Premium ve ekonomik mamaların farklı saklama koşullarındaki küf, maya, *Salmonella* sayıları, peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri*.

	PREMIUM				EKONOMİK				
	B	A	P	M	B	A	P	M	p
Küf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,630
Maya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Salmonella	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Peroksit Değeri Sayısı	0,37 ^a	6,01 ^{b,c}	12,80 ^{b,c,d}	5,29 ^b	0,68 ^a	16,60 ^d	16,30 ^d	15,40 ^{c,d}	<0,001
Serbest Yağ Asitliği	5,03	6,59	6,46	6,22	4,70	6,17	6,60	7,34	0,390

B; Başlangıç, A; Ambalaj, P; Plastik, M; Metal, ^{a,b,c,d}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur (p<0,001), * Medyan değerler

Mamaların başlangıç ve 60 gün farklı depolama sonunda ölçülen küf, maya *Salmonella* sayıları, peroksit sayısı ve serbest yağ asitliği düzeyleri **tablo 4.7**'de verilmiştir. Başlangıçta 12 mamanın küf ve maya sayımları negatif sonuç verirken 60 günlük depolama sonucunda; ambalajında bekletilen 12 numaralı mamada, plastik kapta bekletilen 10 numaralı mamada, metal kapta bekletilen 8 numaralı mamada pozitif sonuçlar bulunmuştur. Ancak hem başlangıç hem 60 günlük depolama arasında hem de mamaların kendi ambalajında bekletilmesi ile plastik ya da metal kapta bekletilmesi arasında istatistiksel önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Maya sayımı hem başlangıç hem de 60 günlük depolama sonucunda 3 farklı ortamda da negatif sonuç vermiştir. Aynı şekilde hem başlangıç hem de 60 günlük depolama sonucunda 3 farklı ortamda da *Salmonella* üremesi gözlenmemiştir.

PV sayılarında başlangıç ve 60 günlük farklı depolama sonucunda önemli farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Ancak 60 günlük depolamanın mamanın ambalajında, plastik ya da metal kapta yapılması arasında istatistiksel anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Başlangıç en düşük PV sayısına 0,18 mEq/kg ile 5 numaralı mamada en yüksek PV sayısına ise 1,51 mEq/kg ile 12 numaralı mamada rastlanmıştır. 60 günlük depolama sonucu en yüksek PV sayısı 46,25 mEq/kg ile ambalajında bekletilen 9 numaralı mamada en düşük PV sayısı ise 0 mEq/kg ile ambalajında bekletilen 3 numaralı mamada ve plastik kapta bekletilen 4 numaralı mamada bulunmuştur. 60 günlük depolama, mamanın ambalajında yapıldığında PV sayısı 0-46,25 mEq/kg arasında, plastik kapta yapıldığında 0-33,66 mEq/kg arasında, metal kapta yapıldığında ise 2,18-32,26 mEq/kg arasında bulunmuştur. Ayrıca mamaların palmitoleik asit seviyeleri ile PV sayısı arasında pozitif korelasyon ($R^2=0,574$, $p<0,001$) bulunmuştur (**Şekil 4.2**).

Serbest yağ asitliği değerleri açısından başlangıç ve 60 günlük depolama sonrası değerlerde istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Başlangıç serbest yağ asitliği değerleri %2,79-8,45 arasında iken 60 günlük depolama sonucu %3,70-13,13 arasında bulunmuştur. 60 günlük depolamanın mamanın kendi ambalajında, plastik ya da metal kapta yapılması arasında da serbest yağ asitliği değerleri açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). 60 günlük depolama, mamanın ambalajında yapıldığında serbest yağ asitliği değerleri %3,70-13,13 arasında, plastik kapta yapıldığında %4,81-12,55 arasında, metal kapta yapıldığında %4,39-12,45 arasında bulunmuştur.

Mamalar premium ve ekonomik olarak sınıflandırıldıklarında (**Tablo 4.8**) başlangıçta tüm mamaların küf, maya ve *Salmonella* sayımları negatif sonuç verirken 60 günlük depolama sonucunda; ambalajında bekletilen 10 numaralı ekonomik mamada, plastik kapta bekletilen 10

numaralı ekonomik mamada ve metal kapta bekletilen 8 numaralı ekonomik mamada pozitif küf sayımı elde edilmiştir. 60 günlük depolama sonucunda maya ve *Salmonella* sayıları tüm mamalarda negatif sonuç vermiştir. Küf, maya ve *Salmonella* sayıları açısından premium ve ekonomik mamalar arasında hem başlangıçta hem de farklı koşullarda 60 günlük depolama sonucunda istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

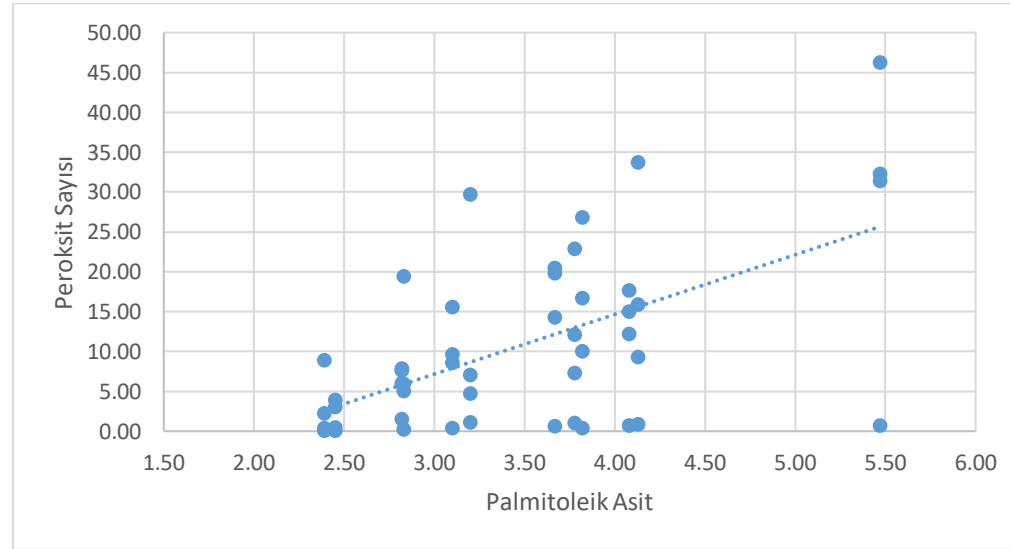
Premium ve ekonomik şeklinde isimlendirilen mamaların başlangıç PV sayıları arasında istatistiksel önemli fark bulunmazken 60 günlük farklı depolama koşullarında önemli farklılıklar görülmüştür ($p<0,05$). Hem ekonomik hem premium mamaların başlangıç PV sayıları önemli ölçüde daha düşük iken depolama PV sayılarının artmasına yol açmıştır. En yüksek artış ekonomik mamaların ambalajlarında saklanmasıyla ortaya çıkarken, aynı mamaların plastik ve metal kapta bekletilmesiyle istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0,05$) ancak premium mamaların ambalajlarında ve metal kapta 60 gün boyunca saklanmasıyla ölçülen değerler arasında istatistiksel farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$). En düşük PV sayıları premium mamaların ambalajlarında veya metal kaplarda 60 günlük depolama sonucu ortaya çıkmıştır.

Serbest yağ asitliği değerleri açısından bakıldığında başlangıç ve 60 günlük farklı koşullarda depolama sonrası premium ve ekonomik mamalar arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Aynı şekilde 60 günlük depolamanın mamaların kendi ambalajında, plastik ya da metal kapta bulunması arasında da istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.9: Mamaların ziplock ve velcro kapatma çeşitlerine göre küf, maya ve *Salmonella* sayıları, peroksit sayısı (mEq/kg) ve serbest yağ asitliği (%) düzeyleri*.

	Başlangıç		60 Gün Depolama Sonrası		p
	Ziplock	Velcro	Ziplock	Velcro	
Küf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,392
Maya	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Salmonella	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Peroksit Değeri Sayısı	0,63 ^a	0,53 ^a	14,90 ^b	6,01 ^{a,b}	0,004
Serbest Yağ Asitliği	4,92	5,95	6,44	6,87	0,311

^{a,b} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0,05$), *Medyan değerler



Şekil 4.2: Peroksit sayısı ve palmitoleik asit seviyeleri arasında pozitif korelasyon grafiği.

Mamalar ziplock ve velcro kapatma sistemlerine göre sınıflandırıldıklarında (**Tablo 4.9**) başlangıçta tüm mamaların küf, maya ve *Salmonella* sayımları negatif sonuç verirken 60 günlük depolama sonucunda; ambalajında bekletilen 10 numaralı ziplock kapatma sistemine sahip mamada küf üremesi gerçekleşmiştir. 60 günlük depolama sonucunda hem ziplock hem de velcro kapatma sistemine sahip mamalarda maya ve *Salmonella* üremesi gözlenmemiştir. Küf, maya ve *Salmonella* sayımları açısından ziplock ve velcro kapatma sistemine sahip mamalar arasında hem başlangıçta hem de 60 günlük depolama sonucunda istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmanın başlangıç gününde ziplock kapatma sistemine sahip mamalarda PV sayısı 0,35-1,51 mEq/kg arasında iken velcro kapatma sistemine sahip mamalarda 0,18-1,07 mEq/kg arasında bulunmuştur. Başlangıç gününde bu gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ancak kapatma sistemi farklılıklarının benzer depolama koşullarındaki etkisi PV sayılarına yansımıştır (**Tablo 9**). Başlangıç PV sayıları ile 60 gün depolama sonrası PV sayıları velcro kapatma sistemine sahip mamalarda istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Ancak velcro kapatma sistemine sahip mamalar ziplock kapatma sistemine sahip mamalardan 60 günün sonunda önemli ölçüde daha düşük PV sayısına sahip olmakla birlikte VB ve ZA grupları arasında istatistiksel önemli farklılık mevcuttur ($p<0,05$). 60 günlük depolama sonrası PV sayıları hem ziplock hem de velcro grupları içerisinde istatistiksel olarak benzer olsa da ziplock mamaların PV sayısı medyan değerleri velcro sistemine sahip mamalardan 2 kat daha fazladır.

Kapatma sisteminin farklı oluşu serbest yağ asitliği değerlerinde istatistiksel önemli farklılık oluşturmamıştır ($p>0,05$). Başlangıç ve 60 günlük depolama sonrası serbest yağ asitliği değerleri her iki kapatma sistemine sahip mamalar açısından da istatistiksel olarak önemli farklılığa sahip değildir ($p>0,05$). Ziplock kapatma sistemine sahip mamaların başlangıç serbest yağ asitliği değerleri %3,91-7,16 arasında değişirken 60 günün sonunda %3,70-8,39 arasında bulunmuştur. Velcro kapatma sistemine sahip mamalarda başlangıç serbest yağ asitliği değerleri %2,79-8,45 arasında değişirken 60 günün sonunda %4,33-13,13 arasında bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

5.1. RUTUBET, a_w , ME VE BESİN MADDELERİ İÇERİKLERİ

Mevcut tez çalışmasına dahil edilen 12 adet kuru köpek mamasının rutubet içerikleri incelendiğinde en düşük rutubet içeriği %3,57 oranla 1 ile kodlanan mamada, en yüksek değer %8,51 ile 5 numaralı mamada bulunmuştur. Kuru mamalardaki rutubet içeriği mamanın raf ömrü boyunca ve depolama süreçlerinde önemli olan bir bileşendir. Üretim proseslerinde yer alan ekstrüzyon işlemi sonucunda elde edilen düşük rutubet oranı mikrobiyolojik güvenliğin sağlanmasında etkili olmaktadır. Özellikle küf ve maya üremesi ile patojenik bakterilerin aktivasyonu için sağlanan düşük rutubet ile gıda güvenliği sağlanmaktadır (Zicker, 2008). Elde edilen bu değerler AAFCO tarafından önerilen %10-12 ve FEDIAF tarafından önerilen %14 maksimum rutubet değerleri ile uyum göstermektedir (AAFCO, 2015; FEDIAF, 2024). Bueno ve diğ. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada 12 adet kuru köpek mamasında %5,6 ile %10 arasında değerler bulunduğu bildirilmiştir. Çalışmamız sonuçları bu değerlerin altında kalan rutubet yüzdeleri göstermektedir. Hill ve diğ. (2009) tarafından daha büyük bir örneklem sayısı ile yapılan çalışmada ise analiz edilen 573 mamada elde edilen %10,2'lik maksimum rutubet değerine göre çalışmamızda bu değer altında sonuçlar elde edilmiştir. Köpek mamalarında besin madde düzeylerinin belirlendiği başka bir çalışmada da %11,36 ile önerilen seviyenin üzerinde bir değer elde edilmiştir (Abdelrahman ve diğ., 2021). Sonuçlar arasındaki bu farkın mama formülasyonu ve ekstrüzyon işlemindeki proses farklılıkları gibi sebeplerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Depolama süreçlerinde rutubet faktörünün mikrobiyolojik etkileri kadar kimyasal etkileri de bulunmaktadır. Lin ve diğ. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada mamalardaki rutubet içeriğinin lipid oksidasyonunu etkilediği gösterilmiştir. Çalışmamızdaki örneklerin rutubet ortalaması %6,65 olarak bulunmuştur. Bu sonuç Başer ve Yalçın (2017) tarafından kuru mamaların kalite özellikleri üstüne yapılan bir çalışmada elde edilen %6,44 değerine benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda premium segment mamaların daha düşük rutubet içeriğine sahipken ekonomik mamaların daha yüksek rutubet içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Posada ve Saldarriaga, 2017; Wimalaweera ve diğ., 2021).

İki mama sınıfı arasında yer alan rutubet oranlarındaki farkın temelde premium segment mamaların yüksek besin maddesi yoğunluğuna sahipken ekonomik mamaların düşük

maliyetleri sebebiyle dengesiz besin maddesi profili içeriğinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Bilan ve diğ., 2019). Tez çalışmamız sonuçlarına bakıldığında ise premium segment mamaların rutubet ortalaması %7,30 iken ekonomik segment mamaların rutubet ortalaması %6,01 olarak bulunmuştur ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,001$). Premium segment mamalarda elde edilen daha yüksek rutubet değeri sonucu belirtilen literatür sonuçları ile uyumlu değildir ve bu durumun çalışmaya dahil edilen örnek sayılarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Rutubet içeriği hem bağlı hem de serbest su miktarının toplam bir ölçüsüyken a_w değeri mama içerisinde yer alan serbest suyun ifadesi olarak kullanılmaktadır ve depolama süreçlerinde kalite ile ilgili önemli unsurlardan bir tanesidir. Bu sebeple rutubet içeriği tek başına mamaların kalite ve güvenliğinin ifadesinde yetersiz kalmaktadır (Abdelrahman ve diğ., 2021). Mevcut tez çalışmasına dahil edilen kuru mamaların a_w ortalamaları 0,52 iken, minimum değer 11 numaralı mamada 0,46 ve en yüksek değer 9 numaralı mamada 0,59 olarak bulunmuştur. Gösterilen 0,52 ortalama değeri Labuza ve diğ. (2020) tarafından bildirilen mikroorganizmalar için üremeyi sınırlayan a_w seviyesi olan 0,6 değerinin altında bulunmaktadır. Abdelrahman ve diğ. (2021) tarafından yavru köpek mamalarında yapılan çalışmada ise 100 örnekten 5 tanesinin 0,6 a_w değerinin üstünde olduğu ve maksimum değerin 0,71 olarak ölçüldüğü bildirilmektedir. Mevcut tez çalışmamızda 12 örnek içerisinde en yüksek a_w seviyesine sahip olan 9 numaralı mama önerilen 0,6 değerine en yakın sonuç olarak görülmektedir. Lima ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmada ise analiz edilen kuru köpek mamalarının a_w değerlerinin 0,6'nın altında olması çalışmamız sonuçları ile uyum göstermektedir. Aynı çalışmada a_w ve rutubet içeriği arasında da pozitif korelasyon gösterilmiştir. Başer ve Yalçın (2017)'in çalışmasında da yine aynı şekilde köpekler için üretilen kuru mamalarda rutubet ve a_w değerleri arasında pozitif korelasyon gösterilmiştir. Mevcut tez çalışmasında da analiz edilen örneklerde rutubet ve a_w değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($R^2=0,616$, $p<0,001$) ve bahsedilen çalışmaların sonuçları ile uyum göstermektedir. Rutubet ve a_w arasındaki bağlantının kurulması mikrobiyal büyüme açısından önem taşımaktadır. Çünkü düşük a_w değerlerinde mikrobiyal üreme gözükme dahi mikroorganizmalar canlı kalabilmekte ve uygun ortam oluştuğunda üremeye devam edebilmektedirler (Labuza ve diğ., 2020). Premium ve ekonomik olarak sınıflandırma yapıldığında ise premium segmentteki a_w ortalaması 0,54 ile ekonomik grupta bulunan 0,51 ortalamanın üstünde değer göstermiştir ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p<0,05$). İki grup arasındaki bu farkın premium segment mamalardaki yüksek rutubet seviyesinden ve kullanılan hammadde farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kedi ve köpek beslenmesinde enerji ihtiyaçları ile beslenme profillerinin eşleştirilmesi için diyetlerin ME değerlerinin bilinmesi önem arz eden bir konudur (Laflamme, 2001). Besin maddeleri içeriği enerji gereksinimini karşılayacak şekilde dengelendiğinde, günlük enerji ihtiyacını karşılamak için yeterli diyet tüketiminde her besin maddesi için gereksinimler de karşılanmış olmaktadır (Calvez ve diğ., 2019). Mevcut tez çalışmasına dahil edilen 12 adet kuru köpek mamasının enerji değerlerinin ortalaması 3822,39 kcal/kg KM olarak bulunmaktadır. En düşük ME değerini 3379,8 kcal/kg KM değeri ile 7 numaralı mama örneği gösterirken en yüksek değer 4243,4 kcal/kg KM ile 1 numaralı mama örneğinde bulunmaktadır. Alvarado ve diğ. (2008) tarafından analiz edilen 26 kuru köpek mamasında da 4950-5520 kcal/kg KM değer aralığında 5090 kcal/kg KM ortalama ME değeri bildirmiştir. Yamka ve diğ. (2007) ise çalışmalarına dahil edilen kuru köpek mamalarında ortalama 3862 kcal/kg KM ME değeri bildirmiştir. Kahraman ve İnal (2021) ise 14 kuru köpek mamasında 3597 kcal/kg KM ME ortalaması bildirmiştir. Literatürde yer alan ortalama ME değerleri ile tez çalışmamız arasındaki farklılığın örneklem büyüklüğü ve formülasyonda kullanılan hammadde çeşidi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ekonomik ve premium olarak gruplandırma yapıldığında ise ekonomik mamalarda ME değeri 3702,6 kcal/kg KM iken premium mamalarda 3942,1 kcal/kg KM ile daha yüksek bir değer elde edilerek iki grup arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0,05$). Pereira ve diğ. (2018) analiz edilen ekonomik mamalarda 3694 kcal/kg KM değeri gösterirken premium mamalarda 4019 kcal/kg KM değeri bulunduğunu bildirmiştir. Stercova ve diğ. (2022) ise ekonomik segment mamalarda 3874 kcal/kg KM ve premium segment mamalarda 4123 kcal/kg KM ME değerleri göstermiştir. Tez çalışmamızda elde edilen premium segment mamaların ekonomik segment mamalara kıyasla daha yüksek ME değerleri gösteriyor olması literatür sonuçlarıyla uyumludur. İki grup arasında yer alan farklılığın premium segment mamalarda kullanılan hammadde kalitesi ve dengeli formülasyonlardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Bakım, büyüme, üreme ve emzirme gibi birçok fonksiyonun oluşumunda proteinlerin önemli rolleri bulunduğundan kedi ve köpeklerin beslenmesinde ve sağlık açısından hayati bir önem taşımaktadır. Diyet proteinin yeterli ve kaliteli olması ise gerekli esansiyel amino asitlerin sağlanması için önemlidir. Yetersiz ve dengesiz protein alımı kas doku kaybı, büyüme geriliği

ve bağıışıklık fonksiyonlarının zayıflamasına yol açabilmektedir (NRC, 2006). Mevcut tez çalışması kapsamında analiz edilen 12 adet köpek mamasının ham protein değerlerinin ortalaması %26,12 olarak bulunmuştur. Castrillo ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmada ise ortalama ham protein değerleri %29,5 olarak bulunmuştur. 15 ekstrüde köpek maması ile yapılan başka bir temel bileşen analizinde ise ham protein ortalaması %28,7 olarak bildirilmiştir (Sgorlon ve diğ., 2022). Hervera ve diğ., (2007) tarafından daha büyük örnek sayısı ile yapılan çalışmada ise %27,21 ham protein ortalaması gösterilmiştir. 119 köpek maması ile yapılan başka bir çalışmada minimum %21,26, maksimum %43,09 aralığında tespit edilen ham protein düzeylerinde %28,14 ortalama bildirilmiştir (Goi ve diğ., 2019). Kara (2020) tarafından yapılan bir çalışmaya dahil edilen mamaların ham protein değerlerinin de ortalaması %25 olarak bulunmuştur. Çalışmamız kapsamında elde edilen değerin bahsedilen çalışmalardan farklılık göstermesinin örneklem büyüklük farkları ve seçilen mamaların üretimlerinde tercih edilen farklı protein kaynaklarından dolayı olabileceği düşünülmektedir. Ticari nitelendirmeler açısından gruplandırıldığında ise çalışmamız kapsamında premium segment mamalarda ham protein düzeyi %28,35, ekonomik mamalarda ise %23,88 ortalaması bulunmuştur. Daina (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ekonomik mamalarda ham protein değerleri %17-24 arasında bulunurken, premium mamalarda %20,8 ile %32 arasında değerler tespit edilmiştir. Stercova (2022) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise premium mamalardaki yüksek ham protein değeri ile ekonomik mamalarda elde edilen düşük değerler arasında anlamlı farklar olduğu bildirilmektedir. Çalışmamız sonuçları da bu iki çalışmanın sonuçları ile uyum göstermektedir ve premium mamalar ile ekonomik mamalar arasında ham protein açısından önemli istatistiksel fark bulunmaktadır ($p<0,05$). İki grup arasında yer alan bu farkın formülasyona dahil edilen içerikler kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ekonomik mamaların içeriklerinde genellikle hayvansal proteinlere oranla düşük maliyetlerinden dolayı karbonhidratların ya da bitkisel proteinlerin daha yüksek oranlarda tercih edildiği bilinmektedir (Beloshapka ve diğ., 2016). Premium segment mamalarda ise esansiyel amino asitlerden zengin ve sindirilebilirliği daha yüksek protein kaynakları kullanılmaktadır (Kara, 2020). Bu sebeplerden dolayı iki grup arasında besin maddesi yoğunluğu ve ham protein farklılıklarının ortaya çıktığı düşünülmektedir. Çalışmamız kapsamında 4 numaralı mama haricinde tüm örneklerin AAFCO, FEDIAF ve NRC'nin önerdiği minimum ham protein gereksinimlerinin karşılandığı görülmektedir (FEDIAF, 2024; AAFCO, 2023; NRC, 2006). Ancak 4 numaralı mamanın premium reçete serisinde yer alması ve renal yetmezlikler için önerilen bir mama olmasından dolayı düşük ham protein değeri beklenen bir sonuç olarak gözükmektedir.

Kazimierska ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada ise yer alan yetişkin köpekler için üretilmiş kuru mamaların tamamının önerilen düzeyleri karşıladığı görülmüştür. Kępińska-Pacelik (2023) tarafından yapılan çalışmada da test edilen 36 örneğin tamamının ham protein açısından tüm önerileri karşıladığı bildirilmektedir. İnal ve diğ. (2020) tarafından ülkemizde yapılan bir çalışmada ise yine aynı şekilde seçilen tüm örneklerin minimum önerilerin üstünde olduğu bulunmuştur.

Lifler, β -bağlarıyla bağlanmış karmaşık karbonhidratlar grubudur. Çözünebilir lifler olarak adlandırılan oligosakkaritler, pektinler ve çözünemeyen lifler olarak adlandırılan selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşiklerinden meydana gelmektedir (Farcas ve diğ., 2013). Lif varlığı vücutta pek çok fonksiyonu etkilediği için ham selüloz değeri ile gösterilen çözünmeyen liflerin diyet ile alımı önemlidir. Bunların başında da bağırsak sağlığı ve besin sindirilebilirliği üzerine etkileri bulunmaktadır. Liflerin bu etkileri su bağlama kapasitesi ve fermentasyon özellikleri dolayısıyla ortaya çıkmaktadır (NRC, 2006). Beslenme açısından önem arz eden fonksiyonlarından birisi de diyet toplam enerji içeriğinin düşürülmesine yardımcı olmasıdır. Yüksek selüloz içerikleri besin emilimini yavaşlatarak enerji alımının sınırlanmasına yol açmaktadır. Jewell ve diğ. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada %19,4 yüksek lif oranıyla beslenen köpeklerde enerji alımının %27 azaldığı ve günlük 23,28 g yağ kaybı olduğu gösterilmiştir. Söz konusu çalışmanın sonuçları liflerin enerji alımı üstüne etkisini göstermektedir. AAFCO ve FEDIAF tarafından kedi ve köpek mamaları için önerilen herhangi bir ham selüloz düzeyi bulunmamaktadır. Fakat çeşitli lif kaynakları ve miktarları köpeklerin aktivite düzeyi ya da genel sağlık durumuna göre farklı oranlarda önerilmektedir. Genel olarak %5 değerinin altında ham selüloz seviyesi normal diyetler için önerilirken %10 üzeri lif seviyeleri kilo kontrolü için önerilmektedir (Debraekeleer ve diğ., 2010). Yüksek lif seviyelerinin obez köpeklerde doyma hissini arttırdığı ve kilo kontrolü için kullanılabildiği Heuberger ve diğ. (2011) tarafından bildirilmektedir. Mevcut tez çalışmamıza dahil edilen kuru köpek mamalarında ham selüloz için minimum seviye 1 numaralı mamada %1,45 olarak bulunurken maksimum seviye %5,08 ile 7 numaralı mama örneğinde bulunmuştur. Tüm mamaların ortalama ham selüloz değeri ise %3,02 olarak bulunmuştur. Bu bağlamda tüm mama örnekleri literatür tarafından önerilen seviyeleri karşılayan bir ham selüloz seviyesi göstermiştir. Oliveira ve diğ. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise ham selüloz seviyeleri %2,3-3,3 arasında bulunurken %2,81 ortalama değer bildirilmektedir. Çalışmamız sonuçları bu değerler ile karşılaştırıldığında bildirilen maksimum %3,3 değerini aşan 4 mama

bulunmaktadır. Kazimierska ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada ise değerlendirilen 36 kuru mama örneğinin ham selüloz değerleri %1,71 ile %15,14 arasında geniş bir aralık göstermiştir. Hervera ve diğ. (2007) ise 54 köpek maması örneğinde %0,61-9,40 aralığında %2,24 ortalama değer bildirmiştir. 15 adet kuru köpek maması ile yapılan diğer bir çalışmada da %1,84 ile %6,15 arasında ham lif seviyesi bulunduğu açıklanmıştır (Rolinec ve diğ., 2016). Çalışmamız kapsamında elde edilen sonuçların bahsedilen literatür sonuçlarına kıyasla daha dar bir aralıkta bulunmasının örneklem büyüklük farklılığı ve mamalara dahil edilen karbonhidrat kaynaklarının değişkenliğine bağlı olduğu düşünülmektedir. En düşük ham selüloz içeriğini temsil eden 1 numaralı mamadaki selüloz miktarının azlığı ise bu mamanın tahılsız bir mama olması kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Selüloz gibi sindirilemeyen liflerin kaynaklarından olan tahılların eksikliği neticesinde düşük seviyelerin elde edilmesi beklenen bir sonuçtur (NRC, 2006). Önerilen seviyelerin üstünde ham selüloz içeriğinin mamalarda bulunması durumu ise istenmeyen sonuçlara yol açabilmektedir. Yüksek lif içeriği ekstrüzyon işleminde mama genişlemesini azaltarak yoğun ve sert kibble üretimine sebep olmaktadır (Monti ve diğ., 2016). Özellikle buğday kepeği eklenerek arttırılan ham selüloz miktarlarının nişasta ile etkileşime yol açtığı ve genleşme hacmini azaltarak istenmeyen duyuşal özelliklere sebep olduğu bildirilmektedir (Robin ve diğ., 2012). Yüksek ham selüloz miktarları ile istenmeyen duyuşal özelliklere ek arzu edilmeyen biyolojik sonuçlar da ortaya çıkabilmektedir. Castrillo ve diğ. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada yüksek ham selüloz içeriği ile organik maddelerin sindirilebilirliği arasında negatif bir ilişki gösterilmektedir. Fahey ve diğ. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada ise kuru köpek mamalarında ham selüloz seviyesi %7,5 olarak önerilmiştir. Bu seviyenin üzerinde dışkılama sıklığında ve ıslak dışkı ağırlığında artışlar gösterilmiştir. Ek olarak kuru madde ve organik madde bazında %6 sindirilebilirlik düşüşü gösterilmiştir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde düşük maliyet sebebiyle (Beloshapka ve diğ., 2016) tahıl ve sindirilebilirliği düşük liflerden yüksek hazırlanmış formülasyonlar ile elde edilen ekonomik mamalarda ham selüloz oranlarının yüksek olması beklenmektedir. Fakat mevcut tez çalışması içerisinde premium grup mamalarda bulunan %3,10 değeri ekonomik grup mamalarda bulunan %2,93 değerine göre beklentinin aksine daha yüksektir ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttur ($p<0,05$).

Yağlar kedi ve köpek mamalarında yer alan önemli temel besin maddelerinden birisidir. Mamalarda yer alan yağlar lezzetin arttırılması, ideal duyuşal özelliklerin sağlanması, yağda çözünebilen vitaminlerin emilimi gibi pek çok fonksiyonda bulunmaktadır. Özellikle üreme,

büyüme, emzirme ya da bazal metabolizma için gerekli olan enerjinin yüksek kalorili bir kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Bauer, 2006). Ek olarak vücutta temel fonksiyonlar için gerekli olan yağ asitlerinin de kaynağı olarak öne çıkmaktadır (Kostik ve diğ., 2013). FEDIAF ve AAFCO tarafından yetişkin köpekler için önerilen ham yağ seviyesi minimum %5,5 iken NRC tarafından 10 g/1000 kcal ME yeterli tüketim düzeyi önerilmektedir (AAFCO, 2023; FEDIAF, 2024; NRC, 2006). Mevcut tez çalışmasına dahil edilen 12 kuru köpek mamasının ortalama ham yağ içeriği %13,80 olarak bulunmuştur. Minimum değeri 7 numaralı mama %9 ile, maksimum değeri %21,53 ile 5 numaralı mama göstermiştir. Çalışmaya dahil edilen tüm mamalarda AAFCO, FEDIAF ve NRC tarafından yetişkin köpekler için önerilen minimum ham yağ seviyelerinin üstünde değerler bulunmuştur. Kazimierska ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada incelenen 36 kuru köpek mamasında örneklerin tamamının önerilerin üstünde olduğu gösterilmiştir. Hervera ve diğ. (2007) de minimum %7,77 ve maksimum %24,13 ile önerilen seviyelerin üstünde değerler bildirmiştir. Farklı protein ve yağ kaynaklarının kullanıldığı 5 kuru köpek mamasının analiz edildiği bir çalışmada ise ham yağ sonuçları %11,87 ortalama göstermiştir (Shields ve diğ., 2023). Köpekler diyetlerinde yüksek yağ seviyelerini tolere edebilmektedir fakat çok yüksek yağ seviyeleri ile beslenme sonucunda uzun vadede sağlıkla ilgili problemler ortaya çıkabilmektedir. Enerji değerinin %40'ına kadar yağ seviyelerini tolere edebilen köpekler için mamalarda bu seviyelerin üstünde yağ miktarı ile düşük protein konsantrasyonları bulunması pankreatite yol açabilmektedir (NRC, 2006). Lindsay (1948) tarafından erken dönemde yapılan bir çalışmada yüksek yağlı ve düşük proteinli beslemeler yapılan köpeklerde karaciğer hastalığına eşlik eden pankreatit vakaları bildirilmiştir. Downey ve Kronfeld (1980) tarafından önerilen toplam diyet yağı için güvenli üst sınır 1000 kcal ME için %70 ME yağ olarak önerilmiştir. Bu değerler üstünde yağ seviyeleri ile 5 hafta boyunca beslenen köpeklerde hipertansiyon ve obezite gelişimi bildirilmektedir (Rocchini ve diğ., 1987). Mamalarda yer alan yağ seviyelerinin yüksekliği sindirilebilirlik derecesini de etkilemektedir. Yağ kaynağının doymuşluk derecesi ile yağ konsantrasyonu yükseldiğinde sindirilebilirlik oranlarında %85-95 arasında değişen azalmalar görülebilmektedir (NRC, 2006). Mamalarda yağ seviyelerinin yükselmesi ile yağların oksidasyonu da etkilenebilmektedir çünkü antioksidan özelliği olan vitamin E ihtiyacı da artan yağ miktarları ile artış göstermektedir (Case ve diğ., 2010). Ticari olarak süper-premium, premium ve ekonomik olarak sınıflandırılan 3 farklı grup mama ile Bilan ve diğ. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada süper-premium mamalar %13,88, premium mamalar %12 ve ekonomik mamalar %9 ham yağ değerleri göstermiştir. Wimalaweera ve diğ. (2021) tarafından yapılan çalışmada

ise premium ithal mamalar ve ekonomik yerel üretim mamaların temel besin maddesi analizleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda ithal mamaların ham yağ içeriği %10, yerel mamaların ham yağ içeriği %6,4 olarak bulunmuştur. Sadece premium mamalar ile yapılan bir çalışmada da 7 adet premium segment mamanın ham yağ ortalaması %9,9 olarak bildirilmiştir (Kara, 2020). Premium ve ekonomik segment mamaların karşılaştırılması için bir başka çalışma da Daumas ve diğ. (2014) tarafından yapılmıştır ve premium segment mamaların ham yağ içeriği minimum %16,1 iken ekonomik mamalarda %6,8 değeri bildirilmiştir. Costa ve diğ. (2022) de premium mamalarda ekonomik mamalara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı seviyede yüksek ham yağ içeriği bildirmiştir. Mevcut tez çalışmamız sonuçlarına göre ise premium mama grubunda ortalama ham yağ değeri %15,55 iken ekonomik sınıf mamalarda %12,03 ortalama değer bulunmuştur. Bu sonuçlar ile premium sınıf mamaların ham yağ içeriği ile ekonomik sınıf mamaların ham yağ içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ve literatür sonuçları ile uyum göstermektedir ($p<0,05$).

Köpek mamalarında yer alan lipitlerin proteinlere oranı da mama formülasyonunda önemlidir ve köpeğin yaşına, boyutuna, aktivite seviyesine, sağlık durumuna göre değişkenlik gösterebilmektedir. Yetişkin köpekler için AAFCO tarafından minimum gereksinim olarak 1:3,6 oranı tavsiye edilirken FEDIAF ve NRC tarafından 1:2 oranı verilmektedir (AAFCO, 2023; FEDIAF, 2024; NRC, 2006). Mevcut tez çalışmasında söz konusu değerlere bakıldığında; en düşük değeri 4 numaralı mama 1:1 oranı ile temsil etmektedir. 4 numaralı örnek renal yetmezlikler için kullanılan bir mama olduğu için düşük protein değeri sebebiyle bu oranın elde edilmesi beklenen bir sonuçtur. En yüksek yağ/protein oranı gösteren mama örneği ise 1:2,99 oran ile 2 numaralı mama olmuştur. Çalışmaya dahil edilen örneklerdeki oran farklılığının protein kaynağı olarak seçilen hammadde çeşitliliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Montegiove (2020) tarafından yapılan bir çalışmada kuru mamalarda protein kaynağı olarak kullanılan taze hammaddelerin diğer ikincil kaynaklara nazaran daha dengeli bir lipit/protein oranı sunduğu gösterilmiştir. Kazimierska ve diğ. (2021) ise 18 kuru köpek mamasında bu oranı 1:2,37 olarak bildirmektedir. Tez çalışmasına dahil edilen mama örneklerinde premium ve ekonomik olarak sınıflandırma yapıldığında premium segment mamaların yağ/protein oranları 1:1,58 iken ekonomik sınıf mamalarda 1:2,03 oranı elde edilmektedir. İki grup arasındaki bu farklılığın premium segmentteki mamaların yüksek ham yağ içeriği kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Popović ve diğ. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ise analiz edilen premium mamada 1:1,67 oran gösterilirken ekonomik segment

mamada 1:1,65 oran bildirilmiştir. Daumas ve diğ. (2014) de analiz edilen premium segment mamada 1:3,5 oran, ekonomik segment bir mamada ise 1:1,5 oran göstermiştir.

5.2. YAĞ ASİTLERİ

Yağ asitleri pek çok metabolik fonksiyonda yer alan temel besin maddelerindendir. Yağda eriyen vitaminlerin yararlanımı hücre zarlarında ve vücudun pek çok yerinde yapısal görevlerde bulunması gibi pek çok rol üstlenmektedirler (Kumar ve diğ., 2023). Triglicerit veya fosfolipidler gibi gliserol omurgasına bağlı olarak ya da kolesterol veya retinol gibi alkol grubuyla birlikte FFA formunda diyetlerde yer almaktadır. Zincir yapısındaki çift bağ mevcudiyetine göre de doymuş ya da doymamış yağlar olarak bulunmaktadırlar. Doymuş formdaki yağlar ile tekli doymamış formdaki yağ asitleri diyet ek olarak hayvan vücudunda da üretilebilmektedir (NRC, 2006).

Mevcut tez çalışmamıza dahil edilen 12 adet kuru köpek maması içeriğindeki yağların yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında ortalama Σ MUFA düzeyi %5,87 olarak bulunmuştur. Tüm mamaların Σ PUFA ortalaması %3,34 ve Σ SFA ortalaması ise %4,31 olarak bulunmuştur. Toplam ortalama değerlere bakıldığında ise Σ MUFA içeriğinin en fazla, Σ PUFA içeriğinin ise en düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Karlsen (2015) ile Ahlström ve diğ. (2004) tarafından yapılan çalışmalarda da kuru mamalarda yağ asitlerini doymuşluk derecesine göre sınıflandırıp yapılan karşılaştırmada en yüksek içeriği Σ MUFA gösterirken Σ SFA'nın daha düşük ve Σ PUFA'nın en düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir. Silveira ve diğ. (2020) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da aynı şekilde en yüksek düzeyi Σ MUFA içeriği gösterirken Σ SFA'ların orta seviyede ve Σ PUFA'ların en düşük seviyede bulunduğu bildirilmiştir. Leiva ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ise elde ettiğimiz sonuçlardan farklı şekilde en yüksek içerik olarak Σ SFA'ları ve en düşük içerik olarak Σ PUFA'ları bildirmektedir.

Premium ve ekonomik olarak sınıflandırma yapıldığında ise Σ MUFA ve Σ PUFA'lar için istatistiksel fark bulunamamıştır. Fakat Σ SFA seviyeleri premium mamalarda %5,58 iken ekonomik mamalarda %3,05 ortalama göstermiştir ve aralarında önemli istatistiksel fark bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu farkın premium mamalarda kullanılan ham yağ miktarının yüksekliği ya da kullanılan yağ kaynağının farklılığı sebebiyle ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.

Esansiyel yağ asitlerinden ve bir omega-6 yağ asidi olan LA'in köpeklerde derinin nem bariyerinin korunmasında görevli olduğu belirtilirken eksikliğinde en yaygın klinik belirtinin kuru, kalınlaşmış ve pul pul dökülen deri olduğu bildirilmektedir (Wiese ve diğ., 1966). Mevcut tez çalışmasına dahil edilen kuru mamalara bakıldığında LA tüm mamalarda bulunurken düzeyin 1,64-4,49 g/100 g KM arasında olduğu ve ortalama değerin 3,02 g/100 g KM olduğu görülmüştür. AAFCO, FEDIAF ve NRC tarafından yetişkin köpekler için önerilen minimum LA seviyeleri tüm örnekler tarafından karşılanmaktadır (AAFCO, 2023; FEDIAF, 2024; NRC, 2006). Ahlstrøm ve diğ. (2004) tarafından 12 adet köpek mamasının yağ asidi kompozisyonunun analiz edildiği çalışmada tüm örneklerin minimum gereksinim önerilerini karşıladığı belirtilmektedir. 11 adet ekstrüde kuru mamanın yağ asidi kompozisyonunun gösterildiği başka bir çalışmada ise tüm örneklerin LA açısından minimum gereksinim önerilerine uygunluğu bildirilmektedir (Karlsen, 2015). Bu sonuçlar çalışmamızda yer alan mamaların tamamının LA açısından yeterli olması sonucuyla uyum göstermektedir. Premium ve ekonomik olarak gruplandırma yapıldığında ise ekonomik grupta elde edilen LA değerleri premium gruba göre daha yüksek bir değer göstermiştir ve aralarında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0,001$). Kara (2021) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda da ekonomik mamalar ile premium mamalar arasında fark gösterilmiş ve ekonomik grupta yer alan mamalarda daha yüksek LA içeriği bildirilmiştir. Bu sonuç çalışmamızda elde edilen sonuçla uyum göstermektedir. Ekonomik grupta LA içeriğinin yüksek oluşunun yağ kaynağı olarak ağırlıklı kanatlı hayvan yağı kullanımından dolayı olabileceği düşünülmektedir.

ALA, köpeklerde düşük miktarlarda da olsa EPA ve DHA'ya dönüşebilme özelliği ile önemli bir omega-3 yağ asididir (Wyrostek ve diğ., 2023). Aynı zamanda yüksek ALA içeren diyetlerle beslemenin inflamatuvar süreçlerde olumlu yönde değişimlere yol açtığı bildirilmektedir (Purushothaman ve diğ., 2014). Çalışmamıza dahil edilen mamaların ALA seviyelerine bakıldığında; premium segment reçete serisi 4 numaralı mamada yer almazken diğer 11 örnekte 0,12 ile 0,77 g/100 g KM arasında değişen düzeylerde bulunmuştur. NRC tarafından ALA için önerilen minimum bir düzey belirlenmemiş olsa da önerilen yetişkin köpekler için 0,09 g/1000 kcal ME yeterli tüketim düzeyini mevcut örnekler karşılamaktadır (NRC, 2006). ALA için AAFCO ve FEDIAF kılavuzlarında yetişkin köpekler için bir öneri bulunmamakla birlikte büyüyen köpekler için minimum 0,08 g/100 g KM düzeyi belirlenmiştir (AAFCO, 2015; FEDIAF, 2024).

AA vücutta pek çok fonksiyona katılan esansiyel bir omega-6 yağ asidi olarak bilinmektedir ve köpek metabolizmasında LA'dan sentezlenebilmektedir (Goyens ve diğ., 2006). Özellikle prostaglandin öncüsü olarak rol alır ve pulmoner damarların ve solunum sistemi yollarının üzerinde etkinliği bulunmaktadır (Spannhake ve diğ., 1978). Aynı zamanda miyokardiyal kontraktile ile trombosit kümeleşmesi üstünde etkinliği olduğu bildirilmektedir (Rose ve diğ., 1974). NRC tarafından AA için minimum gereksinimler bildirilmezken yalnızca yavru köpekler için yeterli alım seviyesi 0,08 g/1000 kcal ME olarak belirlenmiştir (NRC, 2006). FEDIAF kılavuzlarında da aynı şekilde yalnızca yavru köpekler için minimum seviyeler mevcut olup 0,03 g/100 g KM olarak belirtilirken AAFCO'nun AA için belirlediği bir düzey bulunmamaktadır (FEDIAF, 2024). Mevcut tez çalışmasına dahil edilen mamalar AA açısından değerlendirildiğinde 3'ü premium segment ve 3'ü ekonomik olmak üzere toplam 6 mama örneğinde AA tespit edilmiştir. Streiff ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada analiz edilen tüm örneklerin AA açısından gereklilikleri karşıladığı bildirilmiştir. Yine aynı şekilde Ahlström ve diğ. (2004) ile Karlsen (2015)'in çalışmalarında yeterli seviyelerde AA içeriği gösterilmiştir.

Esansiyel yağ asitleri arasında yer alan EPA ve DHA'lar omega-3 yağ asitleri olarak köpek diyetleri için önemli olan bileşiklerdir. İnflamatuar süreçler, görme fonksiyonu, üreme sisteminin devamlılığı ve kardiyovasküler hastalıklar gibi pek çok süreçte rol almaktadırlar (Džima, 2024). EPA, özellikle prostaglandinler, lökotrienler, tromboksanların ve anti-inflamatuar araçların üretim ve sentezinde yer almaktadır (NRC, 2006). DHA ise beyin ve retina içeriğinde yüksek konsantrasyonlarda yer almaktadır ve nörolojik sistem gelişimi ile görme keskinliğinin sağlanması için yapısal görevler üstlenmektedir (Heinemann ve diğ., 2006). Düzenleyici kuruluşların önerilerine bakıldığında EPA+DHA'ya yönelik AAFCO ve FEDIAF tarafından yalnızca yavrular için 0,05 g/100 g KM seviyesi önerilmektedir (AAFCO, 2015; FEDIAF, 2024). NRC ise minimum gereksinimler yerine yetişkin ve yavru köpekler için EPA+DHA içeriğinin yeterli alım seviyelerini sırasıyla 0,11 g/1000 kcal ME ve 0,13 g/1000 kcal ME olarak önermekle birlikte EPA/DHA oranını 1:1 olarak tavsiye etmektedir (NRC, 2006). Tez çalışmamıza dahil edilen mama örneklerinde EPA+DHA içeriği yalnızca premium segment 1, 2, 3 ve 12 numaralı mamalarda bulunmuştur ve premium segment mamalar ile ekonomik segment mamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,001$). Tüm mama örnekleri NRC tarafından önerilen yeterli alım seviyelerini karşılamaktadır (NRC, 2006). Önerilen 1:1 oranı ise söz konusu mamalar tarafından karşılanmamaktadır. Karlsen (2015) tarafından yapılan çalışmada düşük fiyatlı ekonomik mamalarda yüksek fiyatlı premium

mamalara nazaran çok daha düşük konsantrasyonlarda EPA+DHA seviyeleri gözlenmiştir ve NRC tarafından önerilen seviyeyi karşılayan tek bir kuru mama olduğu gösterilmiştir. Çalışmamız sonuçları EPA+DHA'nın ekonomik mamalarda mevcut olmayıp sadece premium mamalarda tespit edilmesi ile Karlsen'in (2015) bildirdiği sonuca benzerlik göstermektedir. Ahlström ve diğ. (2004)'nin çalışmasında ise 12 örnekten yalnızca 1 tanesinde EPA bulunmazken 3 örnekte DHA olmadığı fakat genel ortalamaların tez çalışmamız sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Kuru köpek mamalarında yağ asitleri analizi yapılan bir başka çalışmada ise mama örneklerinde EPA hiç bulunmazken DHA mevcudiyeti gösterilmiştir (Hořda ve diğ., 2016). Džima (2024) tarafından yakın zamanda yavru köpek mamaları için yapılan bir çalışmada ise analiz edilen 5 örnekten 4'ünün DHA içermediği, 1 örneğin DHA'ya ek EPA'yı da içermediği gösterilirken yalnızca 1 örneğin bahsedilen iki yağ asidini içerdiği bildirilmiştir. Silveira ve diğ. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise dahil edilen mama örneklerinin hiçbirinde EPA ve DHA yağ asitlerine rastlanmadığı bildirilmiştir.

Yağ asitleri metil uçlarında yer alan ilk çift bağın konumuna göre sınıflandırılmaktadır ki bu yolla omega-3 (n-3) ve omega-6 (n-6) yağ asitleri olarak iki grup ortaya çıkmaktadır. ALA, EPA ve DHA omega-3 yağ asitlerini, LA ve AA ise omega-6 yağ asitlerini oluşturmaktadır. Vücutta pek çok fonksiyonda yer alan bu yağ asitlerinin diyetlerle dengeli alımı için de (n-6/n-3) oranları kullanılmaktadır (Simopoulos, 2010) ve AAFCO tarafından maksimum 30:1 oranı önerilmektedir (AAFCO, 2015). Buna yönelik köpekler üstüne yapılan bir çalışmada minimum 5:1 ve maksimum 100:1 arasında değişen (n-6/n-3) oranları ile hazırlanan deneysel diyetler kullanılmıştır. Sonuç olarak 5:1 ve 10:1 oranlarla hazırlanmış diyetlerle beslenen köpeklerde inflamatuvar yanıtın en ideal şekilde alındığı bildirilmiştir (Vaughn ve diğ., 1994). Atopik dermatit tanısı almış köpekler ile yapılan bir başka diyet çalışmasında da (n-6/n-3) oranı 5,5:1 olarak ayarlanmış diyetlerin deri şikayetlerinde gerilemeye yol açtığı bildirilmiştir (Scott ve diğ., 1997). Ek olarak (n-6/n-3) oranının 6:1 olduğu diyetlerle beslenen kedi ve köpeklerde kardiyovasküler hastalık ve kanser riskinin görülme sıklığının azaldığı da bildirilmektedir (Biagi ve diğ., 2004).

Diyetlerde optimal (n-6/n-3) oranının korunması önemli olmakla birlikte ideal bir oran bildirilmemektedir. Özellikle omega-6 yağ asitlerinin arttırılmasıyla fazla yükselen (n-6/n-3) oranının olumsuz etkilerinin olabileceği de düşünülmektedir. İnsanlarda bu değerin artış gösterdiği diyetlerle beslenmenin kanser, inflamatuvar hastalıklar ve otoimmün hastalıklarda artışa yol açabileceği fakat omega-3 seviyesinin artış göstermesiyle birlikte bu hastalıkların

oluşumunun baskılanabileceği bildirilmektedir (Simopoulos, 2008). Hall ve diğ. (2006) tarafından da köpekler üzerinde yapılan çalışma ile 1,4:1 oranı ve 40:1 oranı içeren diyetler karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda omeg-6 ve omega-3 yağ asitlerini 1,4:1 oranında içeren diyetlerle beslenen köpeklerde plazma DHA ve EPA seviyelerinin ve etkinliklerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Tez çalışmamıza dahil edilen mamalarda ise 4 numaralı mamada omega-3 grubu yağ asitleri bulunmazken diğer mama örneklerinin %0,13 ve %0,96 arasında değerler gösterdiği saptanmıştır. Tüm mamalarda bulunan LA ağırlıklı olmak üzere omega-6 yağ asitleri ise %0,36 ve %4,49 arasında değerler göstermiştir.

(n-6/n-3) oranları incelendiğinde ise oranların minimum 1,63:1 ve maksimum 21,10:1 aralığında olup, AAFCO tarafından önerilen 30:1 maksimum oranın altında kaldığı görülmektedir (AAFCO, 2015). Tüm mamalardaki ortalama değer ise 9,71:1 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar Martinez ve diğ. (2021) tarafından bildirilen 8 kuru köpek mamasında bildirilen 6,89:1 oranın üstünde yer almaktadır. Çalışmamızda elde edilen üst sınır olan 21,10:1 oranı ise söz konusu çalışmada elde edilen 11,47:1 oranına kıyasla oldukça yüksek olarak bulunmuştur. Džima (2024) tarafından çalışmalarına dahil edilen mamalarda bildirilen maksimum 21,97:1 oranı (n-6/n-3) tez çalışmamızda elde edilen maksimum değere benzerlik göstermektedir. Ahlström ve diğ. (2004) tarafından 5:1 ile 17:1 arasında değişen değerlerin ortalaması olarak bildirilen 8:1 oranı ise mevcut tez çalışmamız ortalamasının altında bir değer olarak yer almaktadır. Ek olarak çalışmamızda elde edilen oranın ortalaması deride yer alan bağışıklık yanıtlarının optimum seviyesinin 5,4:1 olarak bildirildiği başka bir çalışma sonucunun üstünde yer almaktadır (Wander ve diğ., 1997). Karlsen (2015) tarafından yapılan çalışmada da premium ya da ekonomik mamaların (n-6/n-3) oranları kıyaslandığında ekonomik grubun 8,3:1 ortalama değeri ile premium grupta bulunan 4,7:1 değerinden yüksek sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir. Tez çalışmamızda ise 14,66:1 oran gösteren ekonomik mamalar ile 4,75:1 değer gösteren premium mamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0,001$). Premium ve ekonomik mamalar arasındaki bu fark Karlsen (2015)'in bildirdiği sonuçlarla uyum göstermektedir.

Kabul görmüş ideal bir (n-6/n-3) oranı bulunmamaktadır. Buna bağlı olarak diyetlerde yeterli esansiyel yağ asidinin sağlanması için bu oranın kullanımının faydalı olmadığı da savunulmaktadır. Çünkü omega-3 ve omega-6 asitlerini oluşturan yağ asitleri metabolik olarak birbirine eşdeğer kabul edilmemektedir. Omega-6 yağ asitleri seviyelerinin diyetle azalmasının etkisi ile omega-3 yağ asitleri seviyelerinin diyetle artmasının arasında etki farklılıkları

bulunmaktadır. Diyetle yer alan LA seviyesinin azaltılmasıyla (n-6/n-3) oranı düşürülerek istenilen seviyelere getirilebileceği fakat bu durumun omega-3 yağ asitlerinin artırılması ile elde edilen sonuçtan farklılık göstereceği düşünülmektedir (de Deckere ve diğ., 1998). Çünkü omega-3 yağ asitleri içerisinde yer alan ALA ile EPA ve DHA yağ asitlerinin metabolizmaları da eşdeğer değildir (Ahlström ve diğ., 2004). Mevcut tez çalışmasında birbirlerine yakın (n-6/n-3) oranları elde edilen 1 ve 3 numaralı mamada yer alan LA, ALA, EPA ve DHA seviyeleri bu duruma örnek gösterilebilmektedir. EPA+DHA konsantrasyonları 3 numaralı mamaya kıyasla 1 numaralı mama örneğinde daha düşük seviyelerde bulunmaktadır. Fakat 1 numaralı mamada ALA seviyesinin yüksek olması ve 3 numaralı mamada LA seviyesinin daha düşük olmasından dolayı (n-6/n-3) oranları birbirine yakın olarak sonuç vermektedir.

Mevcut tez çalışmamızda esansiyel yağ asitleri dışında diğer yağ asitlerine bakıldığında baskın yağ asidinin %5,18 seviye ile oleik asit olduğu görülmektedir. Miktar olarak oleik asidi takip eden yağ asidi palmitik asit olup %2,95 ortalama ile en çok bulunan ikinci yağ asididir. Diğer taraftan stearik asit %1,30, palmitoleik asit %0,47, vaksenik asit %0,30 ve miristik asit %0,13 genel ortalama ile yem örneklerinde bulunduğu belirlenmiştir. 1, 2, 11 ve 12 numaralı mama örneklerinde de düşük konsantrasyonlarda margarik asit mevcudiyeti ölçülmüştür. Džima (2024) tarafından yapılan bir çalışmada dahil edilen kuru mamalarda oleik asitin en yüksek konsantrasyonu, palmitik asidin ise en yüksek ikinci konsantrasyonu temsil ettiği gösterilmiştir ki bu elde ettiğimiz sonuçlar ile uyumludur. 10 adet kuru mama ile yapılan başka bir çalışmada ise oleik asit miktarının en yüksek seviyeyi temsil ederken palmitik asitin ikinci sırada olduğu gösterilmiştir (da Silveira ve diğ., 2020). En yüksek düzeye sahip yağ asitlerinin oleik asit ve palmitik asit olması sonucu çalışmamız sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Kara (2021) ise yaptığı çalışmada köpek mamalarında yüksek oleik asit seviyeleri bildirmiştir. Leiva ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmada da analiz edilen kuru köpek mamalarında en yüksek düzeye sahip yağ asidi olarak ilk sırada palmitik asit ve ikinci sırada oleik asit bildirilmektedir. Premium ve ekonomik gruplara bakıldığında da miristik asit, palmitik asit, stearik asit ve vaksenik asit seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0,001$). Bu durumun kullanılan yağ kaynaklarının farklılığından ve premium segmentteki ham yağ seviyesinin daha yüksek olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Mevcut tez çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile literatür arasında yer alan kısmi farkların temelde mamalarda kullanılan mevcut yağ kaynağı ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Mama örneklerinin orijinal ambalajlarına bakıldığında içerik beyanında

belirtilen yağ kaynakları değişkenlik göstermektedir ve 5 tanesinde tavuk yağı içeriği yer alırken, kaynak belirtmeksizin hayvansal yağ ibaresi ise 6 mamanın etiketinde yer almaktadır. Deniz kaynaklı yağlar için ise balık yağı ibaresi 6 mama etiketinde belirtilmektedir. Bitkisel yağ ifadesinin ise yalnızca 2 numaralı mamada hayvansal yağ ve balık yağı ibareleri ile kullanıldığı görülmektedir (**Tablo 5.1**).

Tablo 5.1: Çalışmaya dahil edilen mama ambalajlarında yer alan yağ kaynağı ibareleri.

Mama Numarası	Yağ Kaynağı	Mama Numarası	Yağ Kaynağı
1	Tavuk Yağı, Balık Yağı	7	Hayvansal Yağ
2	Hayvansal Yağ, Balık Yağı, Bitkisel Yağ	8	Hayvansal Yağ
3	Sıvı ve Katı Yağlar	9	Tavuk Yağı
4	Hayvansal Yağ, Balık Yağı	10	Tavuk Yağı
5	Hayvansal Yağ, Balık Yağı	11	Tavuk Yağı, Balık Yağı
6	Tavuk Yağı	12	Hayvansal Yağ, Balık Yağı

1, 2, 4, 5, 11 ve 12 numaralı mamaların etiket beyanına göre içeriğinde balık yağı kullanıldığı görülmektedir. Bu açıdan incelendiğinde balık yağı içeriği olan bu mamalarda yüksek EPA+DHA oranları ile karşılaşılmaması beklenmektedir. Çünkü EPA+DHA'nın temel kaynakları arasında balık yağları olduğu bildirilmektedir (Molverschmyr ve diğ., 2022; Shahidi ve diğ., 2018). Fakat yağ asitleri kompozisyonlarına bakıldığında EPA+DHA mevcut olan mamaların 1, 2, 3 ve 12 numaralı mamalar olduğu görülmektedir. 4, 5 ve 11 numaralı mamaların içeriğinde balık yağı olduğu bildirildiği halde EPA+DHA'ya rastlanmamıştır. Bu bağlamda etikette yer alan balık yağı takviyesi ibaresi ile analiz sonuçları uyuşmamaktadır. Bu farklılığın mamaların üretiminde kullanılan farklı ekstrüzyon koşullarının etkisi ile yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu yapılarının değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Düşük seviyelerde de olsa çalışmanın başında yapılan analizde söz konusu mamalarda PV sayılarına rastlanması bu ihtimali desteklemektedir (Rokey ve diğ., 2010). Ekstrüzyon işleminde kullanılan yüksek sıcaklıklar lipaz gibi enzimlerin aktivitesini ve yüksek rutubet seviyelerini azaltarak FFA oluşumunu azaltırken düşük sıcaklıklarda uygulanan ekstrüzyon işleminde tam tersi yönde enzim aktivitesi ile rutubet artış göstererek FFA ile hidroperoksitlerin oluşumuna ve dolayısıyla oksidasyonda artışa yol açmaktadır (Camire ve diğ., 1990). Premium mamalar ve ekonomik mamalar arasında yer alan (n-6/n-3) oranındaki farklılığın ise balık yağının hiç kullanılmaması ya da düşük kaliteli deniz ürünü kullanılmasından kaynaklanabileceğini akla getirmektedir. 3 numaralı mamada balık yağı ibaresi olmamasına rağmen EPA+DHA içeriğinin mevcut olma sebebinin ise 'katı ve sıvı

yağlar' olarak ibraz edilen fakat kaynağı belirtilmeyen yağların keten tohumu orijinli olabileceğini akla getirmektedir. Keten tohumu yağı yüksek ALA içeriği ve daha düşük EPA+DHA seviyeleri ile balık yağlarına alternatif olarak kullanımı önerilen bir kaynaktır (Burron ve diğ., 2024). Tüm mama örnekleri için üretici beyanı üzerine hayvansal içerikli yağ kaynağı kullanımına rağmen AA içeriğinin örneklerin yarısında bulunmuyor oluşu da çelişkili bir sonuç olarak ortaya çıkarmaktadır. Çünkü hayvansal kaynaklar AA için tek kaynaktır (Karlsen, 2015). Bu farklılığın da bahsedildiği gibi ekstrüzyon kaynaklı azalmalardan dolayı olabileceği düşünülmektedir.

Esansiyel olmayan yağ asitlerinin seviyelerine bakıldığında ise oleik asit, palmitik asit ve palmitoleik asit konsantrasyonlarının yükseklik sebebinin yağ kaynağı olarak tavuk yağı kullanımı sonucu olduğu düşünülmektedir. Çalışmamız sonucuyla uyumlu olarak Silveira ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmada da tavuk yağı kullanılan mamaların tamamında baskın yağ asidinin oleik asit ve palmitik asit olduğu bildirilmektedir.

Miristik asit ve stearik asit ise ağırlıklı olarak hayvansal yağ kaynaklarına ek olarak bazı bitkisel kaynaklarda da mevcut olan yağ asitleridir (Snook ve diğ., 1999). Çalışmamız dahilinde bahsedilen yağ asitlerinin konsantrasyonlarına bakıldığında ise en yüksek değeri gösteren mama örneklerinde yağ kaynağı olarak hayvansal yağ kullanımı olması bu durum ile açıklanabilmektedir. Lin ve diğ. (1998) tarafından yapılan sığır don yağı ve kanatlı hayvan yağının yağ asitleri kompozisyonunu gösteren çalışmanın sonuçları mevcut tez çalışmasının sonuçları ile uyumludur. Yine aynı çalışmada Σ PUFA ve Σ MUFA seviyelerinin kanatlı hayvan yağı içeren örneklerde daha yüksek gösterilmiş olması sonucu da tez çalışmamız sonuçları ile uyum göstermektedir. Karlsen (2015) tarafından bildirilen yüksek Σ MUFA ve daha az seviyede yüksek Σ PUFA'ların bulunduğu 18 mama örneğinden 11'inin kanatlı hayvan yağı içeriyor olması sonucu da bu durumu desteklemektedir. Margarik asit ise her ne kadar deniz ürünleri kökenli hammaddelerde eser miktarlarda mevcut olduğu bilinse de (Fayaz ve diğ., 2005) asıl kaynak olarak rumendeki mikrobiyota fermantasyonu kaynaklı ruminant kökenli içerikler gösterilmektedir (Alves ve diğ., 2006). Bu sebeple 2 ve 12 numaralı mama örneklerinde kaynak olarak belirtilen hayvansal yağ ibaresi bu durumla uyum göstermektedir. Fakat 1 ve 11 numaralı mama örneklerinde mevcut margarik asit konsantrasyonu ibraz edilen tavuk yağ ve ve balık yağı kullanımı ile tam anlamıyla örtüşmemektedir. Ek olarak bu iki mamada yer alan diğer yağ asitlerinin zengin mevcudiyeti de ibraz edilmeği halde ruminant kökenli hammadde kullanımı olduğunu desteklemektedir.

5.3. SERBEST YAĞ ASİTLİĞİ VE PEROKSİT SAYISI

Bu parametreler, yağlarda ve yağ içeren ürünlerde kalite kontrolü ve raf ömrü değerlendirmesinde kritik öneme sahiptir. FFA, daha çok hidrolitik bozulmayı işaret ederken, PV oksidatif bozulmanın erken evresini değerlendirmek için kullanılır. Yağ asidi konsantrasyonlarında gözlemlenen değişimlerin bir sebebinin de depolama ve oksidasyon kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Özellikle Σ PUFA seviyelerinde görülen değişimlerin, FFA'ların oksidatif reaksiyonlar ile hidrolize olabilme özelliği ile uyumludur çünkü doymamış FFA'ların yapılarında mevcut çift bağlar sebebiyle oksidasyona karşı duyarlılığının daha fazla olduğu bilinmektedir (Frankel, 1980). Çift bağ sayısı açısından farklılık gösteren yağ asitleri olan oleik asit, LA ve ALA'nın bağıl oksidasyon oranlarının sırasıyla 1, 12 ve 15 olduğu gösterilmektedir (Holman ve diğ., 1947). Özellikle oleik asit ve palmitoleik asit gibi doymamış yağ asitlerinin SFA'lara göre daha kolay oksitlenebildiği bildirilmektedir (Kien ve diğ., 2005). Doymamış yağ asitlerinden olan palmitoleik asitin ise bozunma reaksiyonlarına karşı duyarlılığı Gao ve diğ. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada bildirilmiştir. Moulodi ve diğ. (2014) de palmitoleik asit içeriğinin yağlarda stabiliteyi azaltan bir faktör olduğunu bildirmiştir. Mevcut tez çalışmamızda da palmitoleik asit ve PV sayıları arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($R^2=0,574$, $p<0,001$). Bu sonuç bahsedilen yağ asidi ve oksidasyon arasındaki ilişkiyle uyum göstermektedir.

Mama paketleri açıldıktan sonrasında depolanması duyuşal özelliklerinin etkilenmesi ve dolayısıyla ikincil raf ömrünün yönetimi açısından önemlidir (Morelli ve diğ., 2021). Mamalardaki besin kalitesinin bozulması, yağda eriyen vitaminlerin ve esansiyel yağ asitlerinin kaybı sonucu tat ve kokudaki değişimler yem tüketiminin düşmesine yol açtığı için lipid oksidasyonu dolaylı veya direkt olarak hayvan sağlığını etkilemektedir (Osawa ve diğ., 2008). Oksidasyon reaksiyonları çok hızlı şekillenebilen reaksiyonlar olduğu için ev depolama süreçlerinde başlangıçta yer alan oksidasyon ürünlerinin depolama stabilitesi açısından önemli olduğu bilinmektedir (Shahidi ve diğ., 2010). Costa ve diğ. (2022) tarafından yapılan çalışmada test edilen köpek mamalarının %54,8 'inde peroksitler tespit edilmiştir. Toplam 84 örnekten 8 tanesinin ise genel olarak üst sınır kabul edilen 10 mEq/kg üstünde değerler gösterdiği bildirilmiştir. Mevcut tez çalışmasında ise köpek mamalarının tamamının başlangıç aşamasında PV sayıları tespit edilmiştir. Fakat Costa'nın çalışmasından farklı olarak tüm değerler 10 mEq/kg altında bulunmuştur. De Marchi ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada köpek mamalarının PV sayıları 2,2-94,1 mEq/kg aralığında olduğu gösterilmiştir. Mevcut tez

alışmasında yer alan örneklerde ise başlangıç PV sayısı 0,18-1,51 mEq/kg aralığında sırasıyla 5 ve 12 numaralı mamalarda bulunmuştur. Bu farklılığın örneklem büyüklüğündeki farktan kaynaklı olabileceğ düşünülmektedir. Tüm örneklerin genel başlangıç PV ortalaması ise 0,66 mEq/kg'dir. Ekonomik grupta yer alan örneklerin ortalaması ise 0,69 mEq/kg iken premium sınıfta yer alan grubun PV sayısı 0,64 mEq/kg'dir. Başlangıç seviyeleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Ancak aradaki seviye farklılığının premium segmentteki mamalarda mevcut olan yüksek ham yağ ortalaması ile alakalı olabileceğ düşünülmektedir. Ekstrudatlarda mevcut olan yüksek yağ seviyeleri ekstrüzyon işlemi sırasında kalıp yüzeyindeki sürtünmeyi azaltarak içeriğın homojen bir şekilde akışını kolaylaştırır ve prooksidan birikiminin azalmasına yol açarak oksidasyonu etkileyebilmektedir (Lin ve diğ., 1998). Kara (2021) tarafından eşit sayılarda ekonomik ve premium mamalarda depolama üstüne yapılan çalışmada ise genel başlangıç PV ortalaması 7,22 mEq/kg ile çalışmamızda elde edilen değerin çok üstünde bildirilmiştir. Aynı çalışmada premium ve ekonomik sınıfta yer alan köpek mamalarının PV sayılarının ortalamalarının birbirlerine benzer oluşu çalışmamız sonuçları ile uyumludur. Çalışmanın başlangıcında örneklerdeki FFA miktarının ortalaması %5,36 olarak bulunmuştur. Premium sınıf mamaların FFA ortalaması %5,38 iken ekonomik sınıfın %5,34 değeri göstererek aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). En düşük değeri %2,79 ile 9 numaralı mamada, en yüksek değeri ise %8,45 ile 11 numaralı mamada bulunmuştur. Aradaki bu farkın mamalarda kullanılan yağ kaynağı çeşidiyle ilgili olabileceğ düşünülmektedir.

Hayvan sahipleri arasında en sık tercih edilen saklama yöntemlerinden birisi de üretici tarafından sunulan mamanın orijinal ambalajının kullanımıdır (Morelli ve diğ., 2021). 60 günlük depolama süresi sonucunda orijinal ambalajında saklanan mamaların ortalama PV sayıları 14,68 mEq/kg olarak bulunmuştur ve başlangıç değeriğine göre anlamlı istatistiksel fark olduğu grlmektedir ($p<0,001$). En yüksek değeri 46,35 mEq/kg ile 9 numaralı mamada bulunurken en düşük değeri ise 3 numaralı mamada sıfır olarak bulunmuştur. 3 numaralı örnekte 2 aylık depolama sonrası başlangıç değeriinden daha düşük bir PV elde edilmesinin oksidasyon hızı kaynaklı olabileceğ düşünülmektedir. Çok hızlı bir şekilde oksidasyona uğrayarak ikincil bozulma ürünlerine dönüşebilen hidroperoksitler bu sebeple reaksiyonun derecesi ile ilgili yorum yapmayı zorlaştırmaktadır (Domínguez ve diğ., 2019). Ekonomik sınıfta yer alan mamaların PV ortalamasına bakıldığında 20,95 mEq/kg ile başlangıç seviyelerine göre ciddi yükseliş gösterip istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur ($p<0,001$). Premium sınıf

mamaların ortalaması ise 8,41 mEq/kg bulunmuştur ve başlangıç değerlerine göre yükseliş ile istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir ($p<0,001$). İki aylık depolama sonucunda bu yükselişler oksidasyon reaksiyonlarının zamanla olan ilişkisini göstermektedir. Ekonomik ve premium mamaların ambalajında saklama koşulunda gösterdiği PV sayıları arasında da istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0,001$). Bu sonuçlar Kara (2021) tarafından 6 ve 12 aylık depolamalar sonrasında mamalarda görülen anlamlı PV artışları ve ekonomik-premium mamalar arasındaki oksidasyon farkının gösterildiği çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. Ekonomik ve premium mamalar arasındaki oksidasyon stabilitesi farkını gösteren bir başka çalışmada da ekonomik sınıfta elde edilen daha yüksek PV sayıları çalışmamız sonuçlarına benzerlik göstermektedir (Zglińska ve diğ., 2020). Ekonomik mamalarda premium mamalara kıyasla depolama sonrası yüksek PV sayılarının bulunmasının altında pek çok sebep bulunmaktadır. Mama formülasyonunda kullanılan hammadde kalitesi, üretim proseslerinin yönetimi, ambalaj çeşidi ve kalitesi, formülasyona eklenen doğal veya sentetik antioksidan seviyeleri gibi sebepler bunlara örnek sayılabilmektedir (Chow, 2007). Orijinal ambalajda 2 aylık depolama süresinde FFA açısından ise başlangıç seviyelerine göre artışlar gözlemlenmiş olsa da istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0,05$). En yüksek oleik asit yüzdesine sahip olan mama ise %13,13 oranı ile 11 numaralı mama olmuştur. Bu örnekteki bu yüksek değer başlangıç aşamasında da en yüksek değer olmasıyla uyum göstermektedir. Ekonomik ve premium sınıf karşılaştırmasında ise sırasıyla %6,98 ve %7,39 değerleri elde edilerek istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Ekstrüde pirinç kepeği ile yapılan çalışmada da 50 günlük depolama sonrası gösterilen FFA'daki artışlar da çalışmamız sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Lam ve diğ., 2001). Aynı şekilde Hořda ve diğ. (2016) tarafından yapılan çalışmada da depolama sonrasında kuru köpek mamalarında oleik asit miktarlarında artışlar olduğu bildirilmiştir.

Depolama ve kullanım sırasında orijinal ambalajında bulunan mamalardaki oksidasyon parametrelerindeki değişimlerin günlük kullanımdan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Mama ambalajları oda koşullarında günlük rutin kullanım için açılıp kapatıldığında içerikte kaçınılmaz bir rutubet artışına yol açabilmektedir. Mama paketlerinde kullanılan malzeme çeşidine ek olarak ambalajda tercih edilen ağız kapatma mekanizmaları da bu yönde oksidatif süreçler açısından önemli olabilmektedir. Tez çalışması kapsamında analiz edilen mamalara ait paketlere bakıldığında 6 adet mama paketinde ziplock kapatma mekanizması kullanılırken geri kalan 6 adet mama paketinde velcro mekanizması kullandığı görülmektedir. Birbirilerinden

farklı bariyer özellikleri sunan bu mekanizmaların rutubet geçirgenliği değişkenlik göstermektedir. Velcro mekanizma kullanılan mamalarda ziplock kapatma mekanizmalı gruba kıyasla başlangıç değerlerine bakıldığında daha yüksek rutubet ve %10 daha fazla a_w düzeyi bulunmuştur. Ayrıca iki grup arasında hem rutubet ($p<0,05$) hem de a_w ($p<0,001$) düzeyi açısından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur. Ziplock mekanizmaları güçlü bariyer özellikleri gösteren bir ambalaj kapatma şeklidir. Farklı gıda sistemlerinde yapılan çalışmalara göre ziplock kapatma mekanizması kullanılan ambalajlar, karşılaştırılması yapılan diğer ambalaj çeşitlerine göre en iyi korumayı sağlayan ve tazelik göstergelerini en iyi koruyan seçenek olarak gösterilmiştir (Moreira ve diğ., 2014). Ek olarak ortamdaki rutubetli havanın ambalaj içerisine sızmasını engelleyerek dış ortamdaki çevresel faktörlerin etkisini azalttığı ve depolama stabilitesini arttırdığı bildirilmektedir (Zhou ve diğ., 2018). Fakat yine de her iki kapatma mekanizması da tam bir yalıtım oluşturmamakta ve ambalaj yapımında kullanılan malzemenin geçirgenliğine ek bir yol daha sağlamaktadırlar (Sulaimon ve Adeyemi, 2024).

Kapatma mekanizmaları özellikle PV sayısı açısından farklılığa sebep olmuştur. Ziplock kapama mekanizması tercih edilen mamalarda başlangıç PV sayılarına göre istatistiksel açıdan önemli fark bulunmuştur ($p<0,05$). Çalışma süresi sonunda mamalarda bulunan PV sayıları iki grup arasında karşılaştırıldığında ise istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) fakat ziplock mekanizmaya sahip mama paketlerinde elde edilen PV sayıları velcro mekanizmalı mamalara göre 2 kat daha fazladır. Ziplock mekanizması üzerine yapılmış olan çalışmalar her ne kadar güçlü bariyer özellikleri gösterdiğini, ortamdaki rutubetli havanın ambalaj içerisine sızmasını engellediğini, en iyi korumayı sağlayan seçenek olduğunu belirtse de velcro mekanizmasına sahip olan mamaların stabilitesinin çalışmamızda daha yüksek olduğu görülmektedir (Moreira ve diğ., 2014; Zhou ve diğ., 2018). Ancak her iki mekanizma için de dezavantaj ambalaj tasarımı ile ilgili de olabilmektedir. Kullanılan ambalaj malzemesinin geçirgenliği ayrıca kullanıma bağlı paket içerisinde azalan miktar ile paket ağzı arasında artan baş boşluk hacmi kalite standartlarında bozulmalara yol açabilmektedir (Sand, 2018). Baş boşluğunda yer alan oksijenin bir rezervuar görevi gördüğü ve lipid oksidasyonu için tehdit oluşturduğu da bildirilmektedir (Quast ve diğ., 1971).

Hayvan sahipleri tarafından tercih edilen diğer bir saklama kabı seçeneği de metal kutular olmaktadır. Tez çalışması kapsamında 2 ay boyunca metal kaplarda saklanan köpek mamalarının ortalama PV sayısı 10,99 mEq/kg olarak ölçülmüştür ve başlangıç değerleri ile aralarında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0,001$). Örnekler içerisinde

minimum konsantrasyon 2,18 mEq/kg ile 3 numaralı mamaya aitken maksimum konsantrasyon ise 32,26 mEq/kg ile 9 numaralı mamada tespit edilmiştir. Metal kaplarda saklama koşulunda premium sınıfta yer alan mamaların PV ortalaması 5,56 mEq/kg iken ekonomik sınıfta yer alan mamalarda ise 16,43 mEq/kg ortalama değer elde edilmiştir ve aralarında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmaktadır ($p<0,001$). FFA açısından ise tüm mamaların ortalaması %7,15 olarak bulunmuştur. Örnekler içerisinde 5 numaralı mama %4,39 ile minimum değeri, 11 numaralı mama ise %12,45 ile maksimum değeri göstermiştir. Premium ve ekonomik olarak sınıflandırma yapıldığında ise metal kaplarda saklama koşulunda FFA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). PV sayısı ve FFA değerlerinin başlangıç seviyelerine göre 2 aylık metal kapta depolanmasıyla artış göstermesi beklenen bir sonuç olarak yer almaktadır. Çünkü metal iyonları doymamış yağ asitlerinde mevcut olan çift bağlara elektron transferi aracılığı ile ya da hidroperoksitlerin indirgenmesi yolu ile oksijen ve hidroperoksitler ile reaksiyona girmektedirler. Bu reaksiyonlar sonucunda ise radikal zincir reaksiyonları tetiklenmektedir (Schaich, 1992). Böylelikle lipidler ile temas eden metaller oksidasyon hızında artışlara yol açmaktadırlar. Lipid ile kaplanmış metal yüzeylerde açığa çıkan demir ve bakır gibi iyonlardan dolayı oksidasyonun daha fazla şekillendiği bildirilmiştir (Kinlein ve diğ., 2013).

Plastik kaplar ise kolay erişilebilirliği, yüksek hacimlerde depolama alanı sunması ve ucuz oluşuyla sıklıkla tercih edilen bir saklama aracı olarak kullanılmaktadır. Hayvan sahipleri arasında mamaların saklanması orijinal ambalajları dışında en sık tercih edilen seçenek olarak yer almaktadır (Morelli ve diğ., 2021). Gövdesi ve kapağı şeffaf olan plastik kaplar ile yapılan 2 aylık depolama süresince PV ortalaması 16,64 mEq/kg olarak bulunmuştur ve başlangıçtaki seviyelere oranla istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0,001$). Örnekler içerisinde maksimum konsantrasyon 33,66 mEq/kg ile 6 numaralı mamaya aittir. PV sayısına rastlanmayan örnek ise 4 numaralı mamadır. Plastik kaplarda saklanan mama grubundaki FFA oranı ortalaması ise %7,14 olarak bulunmuştur ve başlangıç değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Maksimum FFA değeri ise diğer gruplarda olduğu gibi 11 numaralı mamaya ait olup %12,55 olarak ölçülmüştür. En düşük konsantrasyon ise %4,81 ile 1 numaralı mamaya ait olarak bulunmuştur. Plastik kaplarda saklanan mamalarda premium ve ekonomik grup olarak bakıldığında ise PV ve FFA açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Plastik kaplarda saklama koşulunda şekillenen lipid oksidasyonunda temel etkenler olarak düşünülen faktörlerin ışık ve

oksijen olduğu düşünölmektedir. Isı, ışıık, oksijen gibi çevresel faktörlerin genişleyerek ilerleyen lipid oksidasyonu reaksiyonlarının başlatıcı faktörleri olabileceği bildirilmektedir (Martinez ve diğ., 2020). Plastik saklama kapları ışıık ve oksijen gibi faktörlere karşı geçirgenlik göstererek bu etkenlerin yağlar ile reaksiyona girmesine yol açabilmektedir (Johnson ve diğ., 2015). Aoki ve diğ. (1997) tarafından yapılan çalışma ışıık faktörünün kuru köpek mamasındaki PV sayıları üzerine etkisini göstermektedir. Çalışma dahilinde 30 gün boyunca ışıık altında ve karanlıkta saklanan iki grup mamanın PV sayıları başlangıç değerlerine göre karşılaştırıldığında karanlıkta saklanan grupta değişim olmazken ışıık altında saklama koşulunda 10,2 kat artış olduğu bildirilmektedir. Işıık altında depolanan ayçiçek yağı örnekleri ile karanlıkta depolanan örneklerin PV sayılarının karşılaştırıldığı bir çalışma da ışıığın oksidasyona etkisini göstermektedir. Işıık etkisi ile PV sayısının karanlıkta saklanan grupta elde edilen değerin 10 katından daha fazla olduğu bildirilmiştir (Küçük ve diğ., 2005). Farklı yağ çeşitleri ile yapılan bir çalışmada ise şeffaf ve koyu renkli şişeler ile 18 aylık depolama sonucunda en düşük PV sayılarının ışıık geçirmeyen koyu renkli şişelerde olduğu gösterilmiştir (Ali ve diğ., 2024). Oksijen ise lipid oksidasyonunu etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Oksijen miktarının artmasıyla oksidatif stabilitenin azaldığı bildirilmektedir (Johnson ve diğ., 2015; Uluata ve diğ., 2015). Ekstrüzyon işlemi sonucunda elde edilen gözenekli yapı ve genleşme sebebiyle kibble içeriğinde hava cepleri oluşmaktadır. Hava ceplerine ek olarak kuru madde ve yüzey alanının yüksek oluşuyla oksijen ile temas artış göstererek oksidasyon reaksiyonları artış göstermektedir (Hu ve diğ., 1996; Hu, 2016).

Her üç saklama koşulunun oksidatif açıdan premium ve ekonomik mamalara etkileri karşılaştırıldığında her iki mama grubunda da PV ya da FFA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Fakat premium grupta yer alan mamaların plastik kaplarda saklama koşulunda elde edilen PV sayılarının metal ve orijinal ambalaj koşullarına göre daha yüksek (en az 2 kat) olduğu görölmektedir. Bu durumun plastik kaplarda görölen düşük bariyer özellikleri sebebiyle yağ içeriği daha yüksek olan premium grup mamalarda oksidasyon seviyelerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir.

5.4. KÜF, MAYA VE SALMONELLA

Evcil hayvan mama formölasyonlarında yer alan içerikler çeşitlilik göstermektedir. Fakat özellikle tahıl ve sebze içerikleri küf ve mayalar açısından mikrobiyolojik güvenlik riski oluşturmaktadır. Çünkü bu içerikler hasat öncesinde ve sonrasında yer alan aşamalarda küfler

açısından hassasiyet göstermektedirler (Abou Dib ve diğ., 2022). Bitkisel içerikler ile yapılarında yer alan proteinler, rutubet tutma kapasiteleri ve mineral kompozisyonları açısından özellikle yüksek rutubetli ortamlarda kf üremesi için uygun koşullar ortaya koymaktadır (Bilan ve diğ., 2019). Mısır ve buğday gibi tahıllar karbonhidrat kaynakları olarak mamalarda sıklıkla kullanılan bileşenlerdir (De Godoy ve diğ., 2013), fakat üreticiler tarafından maliyet düşürmek amacıyla düşük kaliteli tahılların hammadde olarak tercih edilmesi özellikle depolama süreçlerinde kf oluşumuna, sonrasında da mikotoksin üretimine yol açabilmektedir (Tegzes ve diğ., 2019). Tahıl kalitesine ek olarak kompozisyonlarında yer alan yüksek nişasta içerikleri sebebiyle enzimatik bozulmalar daha kolay şekillenerek kf ve mikotoksin oluşumuna uygun zemin hazırlamaktadır (Geicu ve diğ., 2022). Kuru mama üretim hatlarında tahıl tanelerinin öğütüldüğü basamak başta olmak üzere paketlemeye kadar geçen süreç içerisinde mamalar kf sporları ile kontamine olabilmektedirler. Kontaminasyon sebepleri arasında yer alan önemli bir nokta ise evre ve tesis koşullarının temizliğidir. Bu yolla mamalar kften ari üretilmiş olsa dahi çapraz kontaminasyona maruz kalabilmekte ve paketlenmiş mamalarda depolama sırasında kf üremesi görülebilmektedir (Huss ve diğ., 2015). Küfler ile kontaminasyon mamalarda besin değeriinin azalmasına ve potansiyel mikotoksin oluşumuna yol açarak ciddi sağlık riskleri ortaya çıkartmaktadır (Szczecz ve diğ., 1973; Little ve diğ., 1991). Singh ve diğ. (2018) tarafından özellikle kronik maruziyetin köpeklerde bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol aabileceğ bildirilmiştir.

Tez çalışmamız dahilinde test edilen 12 mama örneğinin tamamında çalışma başlangıcında kf ve maya varlığına rastlanmamıştır. Fakat Hoşda ve diğ. (2017) tarafından kuru köpek mamalarında yapılan çalışmada incelenen mamalarda %25 oranında kf açısından pozitiflik elde edilmiştir. Yakın tarihte yapılan bir çalışmada ise Hadid ve diğ. (2024) tarafından, 118 evcil hayvan maması örneğinin %27'sinde kf varlığı gösterilmiştir. Bueno ve diğ. (2001) ise test edilen tüm ticari köpek kuru mama örneklerinin maya ve küflerle kontamine olduğu sonucunu bildirmiştir. Serhan ve diğ. (2022) de çalışmalarına dahil edilen örneklerin %12'sinde istenilen limitlerin üzerinde kf ve maya varlığı olduğunu göstermiştir.

Mama kaynaklı içsel faktörler ya da sıcaklık, rutubet, ortam havalandırması gibi çevresel faktörler depolama süreçlerinde küfler açısından mikrobiyolojik kalite yönetiminde önem arz etmektedir. Ortam rutubeti ve sıcaklık çevresel faktörler içerisinde en önemli değişkenler konumunda bulunmaktadır. Depolama sırasında sıcaklık artışı kf büyümesi için ideal koşulları yaratmaktadır. Kf eşitlerinin büyük bir kısmının 25-30 C sıcaklık

aralıklarında büyüme hızını arttırdığı fakat 4,5 °C gibi düşük sıcaklıklarda bile üreyebilen küf çeşitlerinin bulunduğu bildirilmektedir (Núñez ve diğ., 2000). Sıcaklık faktörü ile yakın ilişkili olan rutubet faktörü de küf üremesi için uygun koşulların oluşumunda rol almaktadır. Genel olarak yüksek sıcaklıklar ile yüksek rutubet miktarları küf üremesi için ideal koşullar olarak kabul edilmektedir (Bullerman ve diğ., 1984). Deliephan ve diğ. (2023) tarafından 28 °C sıcaklık ve %65-70 arası bağıl rutubete sahip ortam koşullarında mamalarda küflenme olduğu bildirilmiştir. Rutubet oranı %10 altında olan mamalarda küf üremesinin engellendiği fakat 25 °C ve üstü sıcaklıklarda rutubet oranı arttığında küf ve mayaların üreme hızının arttığı bildirilmektedir (Bueno ve diğ., 2001). Çalışmamıza dahil edilen mamalardaki en yüksek rutubet oranının yapılan kuru madde analizi sonucu %8,51 olarak bulunmuş olup başlangıçta küf varlığına rastlanmamış olması ise bu savı desteklemektedir.

Küf ve maya oluşumunu etkileyen bir diğer faktör de rutubet içeriğine ek olarak a_w değeridir. Küflerin üremesi için gerekli optimum değer 0,7 olarak gösterilmektedir (Beuchat, 1983). Daha önce belirtildiği üzere çalışmamız kapsamında söz konusu mamalarda elde edilen a_w ortalaması 0,52 olarak bulunmuştur. Bu değer küf üremesi için belirtilen sınır a_w değerinin altında olup örneklerin başlangıç aşamasında küflere rastlanmaması sonucunu açıklamaktadır. Satın alındıktan sonra özellikle kullanım süresi boyunca hayvan sahipleri tarafından mamaların mutfak gibi sıcak ve rutubetli ortamlarda saklandığı (Morelli ve diğ., 2021) düşünüldüğünde bu durumun küf üremesinde artışlara yol açması beklenmektedir. Mamaların depolandığı ortamdaki hava sirkülasyonu da ortam rutubetinin ve küf sporlarının yoğunluğunu arttırarak küf artışına sebep olabilmektedir (Asefa ve diğ., 2010). Mevcut tez çalışmamızda oda koşullarında iki aylık depolama süresince 12 adet örnekten sadece 2 tanesinde 3 farklı depolama seçeneğinde de küf üremeleri görülmüştür. 8 numaralı mama örneğinde iki aylık metal kaplarda saklanması sonucu 40 kob/g seviyesinde küf varlığı tespit edilmiştir. 10 numaralı mama örneğinde ise orijinal ambalajda depolama sonucunda 20 kob/g, plastik saklama kabında depolama sonucunda 40 kob/g seviyesinde küf varlığı bulunmuştur. Orijinal ambalajda depolama koşulunda küf üremesinin görülmesi paketin günlük kullanım için sürekli açılıp kapatılması ve kullanılan ambalaj çeşidi ile ağız kapatma mekanizmasının farklılığı sonucunda artan rutubet içeriği kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Paketlerde oluşan hava akımı sebebiyle rutubet artışı sebebiyle mikroorganizma üremesinin artabileceği bu sebeple paketlerin hava almayacak şekilde kullanım sonrası tekrar kapatılması gerektiği bilinmektedir (Brazis ve diğ., 2008).

Mevcut tez çalışmasına dahil edilen mamalarda üretici tarafından ambalaj üzerine yazılan kullanım önerileri kısmında da mevcut rutubet artışının önüne geçilebilmesi ve kalitenin korunabilmesi için tavsiyeler yer almaktadır. Bu bağlamda çalışmaya dahil edilen mamaların tümünde saklama önerisi olarak mamaların kuru ve serin yerlerde saklanması tavsiye edilmektedir. Fakat örnekler içerisinde yalnızca 7 mama paketi üzerinde direkt olarak ambalajların ağzının kapatılmasına dair öneri yer almaktadır. Bu önerinin yer almadığı 5 mama örneği ise premium sınıf mamalardan oluşmaktadır. Tüm mama örnekleri içerisinde direkt olarak rutubetten korunması gerekliliği de yalnızca bir premium mamada belirtilmektedir.

Plastik ve çelik kaplarda saklama koşullarında gözüken küf üremeleri ise yine ambalajda saklama koşulunda olduğu gibi günlük açıp kapama işlemi ve kapları oluşturan malzemelerin esnek bariyer özelliklerinin sonucu artan rutubet ve a_w değerleri ile açıklanabilmektedir. Çalışmanın sonucunda gösterilen küf konsantrasyonu seviyeleri ise Martins ve diğ. (2003) tarafından çeşitli evcil hayvan mamalarındaki düşük konsantrasyonlar ile uyum göstermektedir. Ek olarak mevcut tez çalışması dahilinde farklı depolama koşullarında küf varlığı tespit edilen her iki mama da ekonomik grupta yer almaktadır. Premium sınıfta yer alan mamaların hiçbirinde hiçbir saklama koşulunda küf ve maya varlığına rastlanmamıştır. Elde edilen bu sonuç, Singh ve diğ. (2017) tarafından hem ekonomik hem de premium mamaların tamamında küf oluşumu görüldüğü çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu değildir. Fakat aynı çalışma grubu tarafından yapılan bir başka çalışmada ekonomik sınıf olarak nitelendirilen market mamalarının yol açtığı hücrel mikotoksikoz etkilerinin premium sınıf mamalara kıyasla daha belirgin olduğu gösterilmiştir (Singh ve diğ., 2018). Witaszak ve diğ. (2019) tarafından da veteriner terapötik diyetlerle yapılan bir çalışmanın sonucunda ise %90,5 oranında küf ve metabolitleri açısından pozitiflik bildirilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen mama örneklerinden terapötik diyet olarak pazarlananlar arasında ise hem başlangıç aşamasında hem de farklı depolama koşullarında küf ve mayalara rastlanmamıştır. Tegzes ve diğ. (2019) tarafından ise tahıl içeren mamalarda ölçülebilir seviyelerde küf ve mikotoksin konsantrasyonları bulunurken tahıl içermeyen mamalarda küf ve metabolitlerine rastlanmadığı açıklanmıştır. Çalışmamıza dahil edilen mama örneklerinden tahılsız ve az tahıllı olarak formüle edilmiş iki mamanın hiçbir örneğinde küf ve mayalara rastlanmamış olması da Tegzes ve diğ. (2019)'nin sonuçları ile uyumludur.

Salmonella spp. hem hayvanlar hem de insanlar için ciddi riskler teşkil eden bir mikrobiyolojik tehlikedir ve evcil hayvan mamaları gibi düşük rutubet ile düşük a_w 'ye sahip

ürünler kaynaklı kitlesel salgınlar ile ilişkilendirilmiştir (CDC, 2024a). Üretim prosesleri sonrası depolama süreçleri içerisinde de riskler devam etmektedir. Düşük nemli gıdalar içerisinde bakteri direncini belirleyen faktörler ise temelde a_w değerini etkileyebilen ürün formülasyonları ve depolama sıcaklıkları olmaktadır (Finn ve diğ., 2013). Lambertini ve diğ. (2016c) tarafından yapılan bir çalışmada 0,6 a_w altında olan kuru mamalarda 23°C oda sıcaklığında 570 günlük depolama boyunca *Salmonella*'nın hayatta kalabildiği gösterilmiştir. Gruzdev ve Pinto (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise plastik yüzeyler üstünde kurutulmuş *Salmonella*'nın buzdolabında 100 hafta boyunca yaşayabildiği gösterilmiştir.

Mevcut tez çalışmamıza dahil edilen 12 adet köpek maması örneklerinin ise hiçbirinde *Salmonella* spp.'ye rastlanmamıştır. Aynı şekilde iki aylık süreç boyunca oluşturulan üç farklı saklama koşulunda da üremeler görülmemiştir. Bu sonuçlar Avrupa Birliği tarafından bildirilen mamalardaki sıfır *Salmonella* konsantrasyonu gerekliliği ile uyumludur (European Commission, 2011). Çalışmamız sonuçları Hoğda ve diğ. (2017) tarafından yapılan ve 20 kuru mamanın tamamının *Salmonella* açısından ari olduğu çalışma sonuçları ile uyumludur. Aynı zamanda Kazimierska ve diğ. (2021) tarafından 36 kuru mamanın hiçbirinde *Salmonella*'ya rastlanmadığı çalışmanın sonuçlarıyla da uyum göstermektedir. Hadid ve diğ. (2024) de benzer şekilde analiz edilen örneklerin tamamında *Salmonella* varlığı olmadığını bildirmiştir. Elde edilen bu negatif sonuçların kuru mamalara uygulanan ekstrüzyon işleminin etkinliği ile alakalı olabileceği düşünülmektedir. Kuru mama üretiminde temel arz eden ekstrüzyon işlemi sırasında açığa çıkan ısı ve basınç gibi faktörler *Salmonella* inaktivasyonu için etkili olmaktadır (Verma ve diğ., 2018). Anderson ve diğ. (2017) tarafından 82°C üstü ekstrüzyon sıcaklıklarında kuru mamalardaki *Salmonella* seviyelerinde azalmalar olduğu gösterilmiştir. Almeida ve diğ. (2023) tarafından yapılan bir mikrobiyolojik analiz çalışmasında ekstrüde mamalarda *Salmonella*'ya rastlanmazken ekstrüde edilmeden hazırlanmış çiğ dondurulmuş mamalarda pozitiflik elde edilmesi de bu durumu desteklemektedir. Hellgren ve diğ. (2019) tarafından da hiçbir işlem görmemiş çiğ diyetlerde *Salmonella* gibi bakteriyel risklerin ekstrüde edilmiş ürünlere göre daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmektedir.

Fakat bu sonuçlar ile kuru mamaların *Salmonella* açısından güvenli olduğu çıkarımı yapılamamaktadır. Selmi ve diğ. (2011) tarafından bir köpek barınağında yaşanan Salmonelloz salgını sonrasında bakteriyel kaynağın kuru mamalar olduğu ve analiz edilen mamalarda %90 oranında *Salmonella* pozitifliği bulunduğu bildirilmektedir. Wojdat ve diğ. (2004) tarafından kuru mamalarda yapılan bir çalışmada ise 2271 kuru mama örneğinde %1'lik pozitif *Salmonella*

spp. varlığı bildirilmiştir. Yine aynı araştırma grubu tarafından kuru mamalarla benzer içerikleri paylaşan karma yemlerde yapılan bir çalışmada da *Salmonella* kontaminasyon kaynağının tahıllar ve yağ içeriği için kullanılan tohumlar olduğu bulunmuştur (Wojdat ve diğ., 2005). Serhan ve diğ. (2022) tarafından da analiz edilen örneklerin %41'nde *Salmonella* spp. varlığı ile beraber kuru mamalarda konservelelere nazaran daha yüksek pozitiflik olduğu bildirilmiştir.

Ekstrüzyon sonrası kaplama, soğutma, paketlenme ve depolama basamaklarında yaşanan çapraz kontaminasyonlar *Salmonella* ile son ürün arasında bulaşmayı sağlamaktadır (Jones, 2011). *Salmonella* bulaşmasının modellenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada özellikle yağ veya aroma kaplama işleminin çapraz kontaminasyonda önem arz ettiği gösterilmiştir (Lambertini, ve diğ., 2016b). Ayrıca rutubet ve a_w seviyeleri düştükçe özellikle ısıya karşı artan bakteri direnci sebebiyle mamalardaki *Salmonella* varlığı devam edebilmekte ve çapraz bulaşma riski artmaktadır (Podolak ve diğ., 2010). Behravesht ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir vaka inceleme çalışmasının sonuçları da bu durumu desteklemektedir. İnsanlarda meydana gelen salgında izole edilen *Salmonella* suşu köpeklerin dışkılarında ve mamalarında tespit edilmiştir. Çalışmanın devamında mama üretim tesisi incelendiğinde ise ekstrüzyon hattında herhangi bir ize rastlanmazken insanlardaki söz konusu *Salmonella* suşunun yağ ve tatlandırıcı püskürtülen fabrika alanından izole edildiği gösterilmiştir. Çapraz bulaşma koşuluyla kontamine olan mamaların ev tipi depolama koşullarında da *Salmonella* riski devam etmektedir. Depolanan ortamlarda yüksek sıcaklık ve rutubet koşullarının oluşması ile mamada artan rutubet seviyelerinin *Salmonella* spp. üremesinde artışa yol açtığı bildirilmektedir (Oni ve diğ., 2016). Özellikle mutfak gibi sıcaklık ve rutubet koşullarının arttığı ortamlarda depolanan mamalarda bu durum risk teşkil etmektedir. Çalışmamız dahilinde plastik ve metal kaplarda saklama koşullarında da *Salmonella* spp. üremesi görülmemiştir. Fakat Weese ve Rousseau (2006) tarafından yapılan bir çalışmada deneysel olarak kontamine edilmiş plastik ve çelik kaplarda *Salmonella* spp.'nin varlığını sürdürebildiği gösterilmiştir. Ayrıca plastik ya da çelik kaplar arasında da genel kalıcılıkla ilgi bir fark bulunamamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Evcil hayvan beslemesinde kullanılan kuru mamalar için kalite standartları hem üreticiler hem de hayvan sahipleri tarafından gün geçtikçe artan bir dikkat ile daha fazla sorgulanır olmuştur. Bu bağlamda çalışmamızın temel amacı üretim ve depolama süreçlerinde kalite anlayışına dair bir görüş oluşturmaktır. Kalite beklentisini karşılamak için en çok önem arz eden konuların başında ise besin madde yeterlilikleri gelmektedir. Fizyolojik ihtiyaçları karşılamaya yönelik formüle edilen mamalarda yer alan besin madde düzeyleri de depolama sırasında yaşanan bozunmaları etkileyen önemli bir faktördür. Bu sebeple mevcut tez çalışmasına dahil edilen tüm mamalar üreticinin tüketiciye sunduğu haliyle Wendee ve yağ asitleri tayini analizleri ile temel besin maddesi profilleri ölçülerek AAFCO, FEDIAF ve NRC yönergelerine uyum açısından değerlendirilmiştir. Hem premium hem ekonomik sınıfta yer alan tüm mamaların ham yağ önerilerini karşıladığı görülmüştür. Ham protein açısından ise böbrek hastalıklarının yönetimi ve tedavisi için üretilen premium segment prescription mama örneği haricinde diğer tüm örneklerin ilgili kuruluşların önerilerini karşıladığı bulunmuştur. Esansiyel yağ asitleri profillerine bakıldığında ise yalnızca 4 adet mama örneğinin EPA ve DHA önerilerini karşıladığı görülmektedir. LA açısından bakıldığında tüm örneklerin önerilen seviyeleri karşılarken, ALA açısından bir mama haricinde tüm mamalarda yeterli seviyelerde mevcut olduğu görülmektedir. AA açısından ise 12 mama örneğinin yarısında yeterli seviyelerde bulunurken, diğer mama örneklerinin AA içermediği bulunmuştur.

Mikrobiyolojik açıdan bakıldığında ise çalışmanın başlangıcında, dahil edilen tüm mamalar küf-maya ve *Salmonella* spp. açısından negatif olarak gözlenmiştir. 60 gün boyunca depolama sonunda üç saklama koşulu için de tüm mamalar başlangıçta olduğu gibi *Salmonella* spp. açısından negatif bulunmuştur. Küf ve maya açısından bakıldığında ise bir mama örneğinde metal kapta saklama koşulunda küf üremesi görülürken, başka bir mama örneğinde hem plastik kapta hem de orijinal ambalajda saklama koşulunda küf üremesi olduğu saptanmıştır.

Kimyasal bozulmalar açısından ise mama örneklerinin PV sayıları ile FFA seviyeleri ölçülerek farklı başlangıç değerleri elde edilmiştir. PV sayısı analiz sonuçlarına bakıldığında da her üç koşul için başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p<0,05$) ve en yüksek değerin plastik kaplarda saklama koşulunda olan mamalarda bulunduğu görülmüştür.

FFA açısından ise istatistiksel fark bulunmamakla ($p>0,05$) birlikte en yüksek değerin yine plastik kaplarda saklama koşulunda olduğu bulunmuştur.

Mama ambalajı kapatma sistemlerinin kalite parametrelerine etkisi açısından değerlendirilme yapıldığında ise ziplock kapama mekanizması tercih edilen mamalarda PV sayılarının istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gösterdiği bulunmuştur ($p<0,05$). FFA açısından ise istatistiksel fark olmasa da ($p>0,05$) velcro ambalajlarda daha yüksek değerler olduğu görülmüştür.

Bahsedilen kalite parametrelerinin depolama boyunca değişikliğe uğraması hem insan hem de hayvan sağlığını tehdit eden sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Kalite anlayışı üretim için hammadde temininden son andaki tüketime kadar olan zamanı kapsayan bir süreçten oluşmaktadır. Bu sebeple üretici tarafından doğru üretim uygulamalarının ve içeriklerin tercih edilmesi önem arz etmektedir. Buna ek olarak paketlemede kullanılan ambalajların yapısı ve kullanılan teknolojiler de kalite standartlarını etkilemektedir. Üretim sonrasında kalite sürecinin yönetimi için evlerde tercih edilen saklama yöntemleri de dikkate değer bir parametre olarak algılanmalıdır. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda mama üreticileri tarafından hedef kitle olarak seçilen hayvan sahiplerini evde depolama ile ilgili bilgilendirecek şekilde tasarlanmış ambalaj tasarımları kullanımı tercih edilmelidir. Ayrıca düzenleyici kuruluşlar tarafından da kuru evcil hayvan mamalarının kalitelerinde meydana gelen bozulmalar sonucunda ortaya çıkabilecek risklerin daha detaylı araştırılması ve kamuoyunu bu yönde bilgilendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AAFCO, 2015, *AAFCO Methods For Substantiating Nutritional Adequacy Of Dog And Cat Foods*, [https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Model Bills and Regulations Agenda Midyear 2015 Final Attachment A. Proposed revisions to AAFCO Nutrient Profiles PFC Final 070214.Pdf](https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Model_Bills_and_Regulations_Agenda_Midyear_2015_Final_Attachment_A_Proposed_revisions_to_AAFCO_Nutrient_Profiles_PFC_Final_070214.Pdf), [Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2024].

AAFCO, 2023, *Dog And Cat Food Nutrient Profiles*, [https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Model Bills and Regulations Agenda Midyear 2015 Final Attachment A. Proposed revisions to AAFCO Nutrient Profiles PFC Final 070214.pdf](https://www.aafco.org/wp-content/uploads/2023/01/Model_Bills_and_Regulations_Agenda_Midyear_2015_Final_Attachment_A_Proposed_revisions_to_AAFCO_Nutrient_Profiles_PFC_Final_070214.pdf), [Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2024].

Abdelrahman, N., Melegy, T. M., El Banna, R., and El-zeini, S., 2021, Nutritional and Safety Surveillance Study of Some Puppies' Commercial Dry Foods, *International Journal of Innovative Research and Development*, 10(3).

Abdo, K. M., Huff, J. E., Haseman, J. K., Dieter, M. P., Boorman, G. A., Hildebrandt, P., Prejean, J. D., and Farnell, D. R., 1983, Carcinogenesis Bioassay of Propyl Gallate in F344 Rats and B6C3FJ Mice, *Journal of the American College of Toxicology*, 2(6), 425-433.

Abinaya, A., Karu, P., Karunakaran, R., Joseph, C., and Chandirasekaran, V., 2020, Assessment and Acceptability Evaluation of Prepared Therapeutic Pet Food for Obese Dogs, *Indian Vet. J.*, 97(01), 27-31.

Abou Dib, A., Assaf, J. C., El Khoury, A., El Khatib, S., Koubaa, M., and Louka, N., 2022, Single, Subsequent, or Simultaneous Treatments to Mitigate Mycotoxins in Solid Foods and Feeds: A Critical Review, *Foods*, 11(20), 3304.

Ahlstrøm, Ø., Krogdahl, Å., Vhile, S. G., and Skrede, A., 2004, Fatty Acid Composition in Commercial Dog Foods, *The Journal of Nutrition*, 134(8), 2145S-2147S.

Aidos, I., Lourenclo, S., Van Der Padt, A., Luten, J. B., and Boom, R. M., 2002, Stability of Crude Herring Oil Produced from Fresh Byproducts: Influence of Temperature during Storage, *Journal of Food Science*, 67(9), 3314-3320.

Akar, E. A., and Durmaz, T., 2022, *Avrupa'da Evcil Hayvan Maması Sektörü*, Lisans Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi

Albert, B. B., Derraik, J. G. B., Cameron-Smith, D., Hofman, P. L., Tumanov, S., Villas-Boas, S. G., Garg, M. L., and Cutfield, W. S., 2015, Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of n-3 PUFA, *Scientific Reports*, 5(1), 7928.

Albertini, B., Di Sabatino, M., Calogerà, G., Passerini, N., and Rodriguez, L., 2010, Encapsulation of Vitamin A palmitate for animal supplementation: Formulation, manufacturing and stability implications, *Journal of Microencapsulation*, 27(2), 150-161.

Aldrich, G., 2006, Rendered products in pet food, *Essential Rendering*, 159-178.

Alencar, E. R. de, Faroni, L. R. D., Peternelli, L. A., Silva, M. T. C. da, and Costa, A. R., 2010, Influence of soybean storage conditions on crude oil quality, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(3), 303-308.

Alexander, P., Berri, A., Moran, D., Reay, D., and Rounsevell, M. D. A., 2020, The global environmental paw print of pet food, *Global Environmental Change*, 65, 102153.

Ali, A. E., Elmeligy, E. M., and Eltouady, S. S., 2024, Comparative Analysis of the Effects of packaging types on Some Selected Edible Oils in Egypt, *Chemistry Research Journal*, 9(3):171-189

Alter, H., 1962, A critical investigation of polyethylene gas permeability, *Journal of Polymer Science*, 57(165), 925-935.

Alvarado, C. A., Hodgkinson, S. M., Alomar, D., and Boroschek, D., 2008, Evaluation of the chemical composition of dry dogfoods commercialized in Chile used for growing dogs, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(1), 218-226.

Alves, S. P., Marcelino, C., Portugal, P. V., and Bessa, R. J. B., 2006, The nature of heptadecenoic acid in ruminant fats, *Journal of dairy science*, 89(1), 170-173.

Amadasi, A., Mozzarelli, A., Meda, C., Maggi, A., and Cozzini, P., 2009, Identification of Xenoestrogens in Food Additives by an Integrated in Silico and in Vitro Approach, *Chemical Research in Toxicology*, 22(1), 52-63.

Amadi, V. A., Hariharan, H., Arya, G., Matthew-Belmar, V., Nicholas-Thomas, R., Pinckney, R., Sharma, R., and Johnson, R., 2018, Serovars and antimicrobial resistance of non-typhoidal Salmonella isolated from non-diarrhoeic dogs in Grenada, West Indies, *Veterinary Medicine and Science*, 4(1), 26-34.

Amaral, A. B., Silva, M. V. da, and Lannes, S. C. da S., 2018, Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors - a review, *Food Science and Technology*, 38(suppl 1), 1-15.

Anderson, N. M., Keller, S. E., Mishra, N., Pickens, S., Gradl, D., Hartter, T., Rokey, G., Dohl, C., Plattner, B., Chirtel, S., and Grasso-Kelley, E. M., 2017, Salmonella Inactivation During Extrusion of an Oat Flour Model Food, *Journal of Food Science*, 82(3), 738-743.

Anonim, 2024, *Kedi-Köpek Maması Üreten İşletmeler*, https://Www.Tarimorman.Gov.Tr/GKGM/Belgeler/DB_Yem/Yem_isletmeleri/Onay_Kedi_Kopek_Mamasi_Isletme.Pdf, [Ziyaret tarihi: 3 Eylül 2024].

Anonim, 2015, *Pet Food Storage Tips*, <https://Www.Hillspet.Com/Pet-Care/Nutrition-Feeding/Cat-and-Dog-Food-Storage-Tips?Lightboxfired=true#>, [Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2024].

Anonim, 2024, *Dog Food Storage: How to Store Dog Food*, <https://Www.Purina.Com/Articles/Dog/Feeding/Guides/How-to-Store-Dog-Food>, [Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2024].

Anonim, 2001, TS EN ISO 6865, Hayvan yemleri- Ham selüloz muhtevası tayini- Ara filtrasyon metodu, *TSE Publications*, Ankara, Türkiye.

Anonim, 2014, TS ISO 21527-2, Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi-Maya ve küflerin sayımı için yatay yöntem-Bölüm 2: Su aktivitesi 0,95'e eşit veya daha düşük olan ürünlerde koloni sayım tekniği, *TSE Publications*, Ankara, Türkiye.

Anonim, 2015, TS EN ISO 660, Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar-Asit sayısı ve asitlik tayini, *TSE Publications*, Ankara, Türkiye.

Anonim, 2017a, TS EN ISO 6579-1, Besin zincirinin mikrobiyolojisi - Salmonella'nın tespiti, sayımı ve serotiplendirmesi için yatay yöntem-Bölüm 1: Salmonella spp., *TSE Publications*, Ankara, Türkiye.

Anonim, 2017b, TS 4964 ISO 3960, Hayvansal ve Bitkisel Katı ve sıvı yağlar-Peroksit Değeri Tayini, *TSE Publications*, Ankara, Türkiye.

AOAC, 1996, *Protein (Crude) in animal feed and pet food*, http://Www.Aoacofficialmethod.Org/Index.Php?Main_page=product_info&cPath=1&products_id=2625, [Ziyaret tarihi: 23 Kasım 2023]

Aoki, H., Sakai, T., and Lee, W. C., 1997, An observation on the contents of nutrient, fatty acid and changes of lipid peroxide in different stored commercial pet foods for dogs and cats, *Korean Journal of Veterinary Research*, 37(2), 439-443.

Aoshima, H., Kajiwara, T., and Hatanaka, A., 1981, Decomposition of lipid hydroperoxide by soybean lipoxygenase-1 under aerobic conditions studied by high performance liquid chromatography and the spin trapping method, *Agricultural and Biological Chemistry*, 45(10), 2245-2251.

APPA, 2024, Manufacturers & Pet Product Brands Industry Trends and Stats.

Aral, Y., Cevger, Y., Demir, P., and Aydın, E., 2009, Managerial and Economic Evaluation of Small Animal Veterinary Clinics in Ankara Province of Turkey, *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 16(3), 503-508.

Echandi, A.M. L., Chaves, C., Rodríguez, E., Rojas, C., Herrera, M., and Mena, E., 2009, Calidad microbiológica de alimento concentrado para perros adultos que se expende en Costa Rica, *Analecta Veterinaria*, 29.

Artz, W. E., and Rao, S. K., 1993, *Lipid Oxidation in Extruded Products*, (pp. 296-314).

Asefa, D. T., Kure, C. F., Gjerde, R. O., Omer, M. K., Langsrud, S., Nesbakken, T., and Skaar, I., 2010, Fungal growth pattern, sources and factors of mould contamination in a dry-cured meat production facility, *International Journal of Food Microbiology*, 140(2-3), 131-135.

Ashley, R. J., 1985, Permeability and Plastics Packaging, In Polymer Permeability, (pp. 269-308, Springer, Netherlands.

Atamer, M., and Sezgin, E., 1984, Tereyağlarında Lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksid değerleri ile aroma arasındaki ilişki, *Gıda*, 9(6).

Awad, W. A., Böhm, J., Razzazi-Fazeli, E., Ghareeb, K., and Zentek, J., 2006, Effect of Addition of a Probiotic Microorganism to Broiler Diets Contaminated with Deoxynivalenol on Performance and Histological Alterations of Intestinal Villi of Broiler Chickens, *Poultry Science*, 85(6), 974-979.

Baranowski, M., 2004, and its derivatives in standard and therapeutic feeds for companion animals, *Polish Journal of Leterinary Sciences*, Vol, 7(4), 289-293.

Barbeau-Grégoire, M., Otis, C., Cournoyer, A., Moreau, M., Lussier, B., and Troncy, E., 2022, A 2022 Systematic Review and Meta-Analysis of Enriched Therapeutic Diets and Nutraceuticals in Canine and Feline Osteoarthritis, *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10384.

Başer, Ö., and Yalçın, S., 2015, *Kedi ve köpek mamalarında raf ömrünü etkileyen özelliklerin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.

Başer, Ö., and Yalçın, S., 2017, Determination of some quality characteristics in pet foods, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 64(1), 21-24.

Bastos, T. S., Scheraiber, M., de Brito, C. B. M., Risolia, L. W., and Ramos, T. A., 2015, List of zootechnical additives used by the pet food industry, *52nd Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science*, 19-23 July 2015, Belo Horizonte, Brazil.

Bataller, E., García-Romero, E., Llobat, L., Lizana, V., and Jiménez-Trigos, E., 2020, Dogs as a source of Salmonella spp. in apparently healthy dogs in the Valencia Region, Could it be related with intestinal lactic acid bacteria?, *BMC Veterinary Research*, 16(1), 268.

Bauer, J. E., 2006, Facilitative and functional fats in diets of cats and dogs, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 229(5), 680-684.

Bauer, J. E., Heinemann, K. M., Lees, G. E., and Waldron, M. K., 2006, Retinal Functions of Young Dogs Are Improved and Maternal Plasma Phospholipids Are Altered with Diets Containing Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids during Gestation, Lactation, and after Weaning, *The Journal of Nutrition*, 136(7), 1991S-1994S.

Bazina, N., and He, J., 2018, Analysis of fatty acid profiles of free fatty acids generated in deep-frying process, *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 3085-3092.

Behravesh, C. B., Ferraro, A., Deasy, M., Dato, V., Moll, M., Sandt, C., Rea, N. K., Rickert, R., Marriott, C., Warren, K., Urdaneta, V., Salehi, E., Villamil, E., Ayers, T., Hoekstra, R. M., Austin, J. L., Ostroff, S., and Williams, I. T., 2010, Human Salmonella Infections Linked to Contaminated Dry Dog and Cat Food, 2006-2008, *Pediatrics*, 126(3), 477-483.

Beloshapka, A., Buff, P., Fahey, G., and Swanson, K., 2016, Compositional Analysis of Whole Grains, Processed Grains, Grain Co-Products, and Other Carbohydrate Sources with Applicability to Pet Animal Nutrition, *Foods*, 5(2), 23.

Beuchat, L. R., 1983, Influence of Water Activity on Growth, Metabolic Activities and Survival of Yeasts and Molds, *Journal of Food Protection*, 46(2), 135-141.

Beynen, A. C., 2018, Clays in dog foods, *Creature Companion*, 38, 40.

Beyreuther, K., Biesalski, H. K., Fernstrom, J. D., Grimm, P., Hammes, W. P., Heinemann, U., Kempster, O., Stehle, P., Steinhart, H., and Walker, R., 2007, Consensus meeting: monosodium glutamate-an update, *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(3), 304-313.

Bligh, E. G., and Dyer, W. J., 1959, Canadian journal of biochemistry and physiology, Can. J. Biochem, *Physiol.*, 37(8), 911-917.

Biagi, G., Mordenti, A., and Cocchi, M., 2004, The role of dietary omega-3 and omega-6 fatty acids in the nutrition of dogs and cats: a review, *Progress in Nutrition*, 6, 97-107.

- Bilan, M. V., Gavrilina, O. G., Konoviy, Y. R., Martynenko, E. O., and Smirnov, D. O., 2019, Qualitative analysis of dry foods for dogs, *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 7(4), 215-222.
- Bilung, L. M., Ulok, V., Tesfamariam, F. M., and Apun, K., 2018, Assessment of *Listeria monocytogenes* in pet food, *Agriculture & Food Security*, 7(1), 23.
- Bischoff, K., and Rumbeiha, W. K., 2018, Pet Food Recalls and Pet Food Contaminants in Small Animals, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 48(6), 917-931.
- Björck, I., and Asp, N. G., 1983, The effects of extrusion cooking on nutritional value-A literature review, *Journal of Food Engineering*, 2(4), 281-308.
- Boberg, J., Taxvig, C., Christiansen, S., and Hass, U., 2010, Possible endocrine disrupting effects of parabens and their metabolites, *Reproductive Toxicology*, 30(2), 301-312.
- Boermans, H. J., and Leung, M. C. K., 2007, Mycotoxins and the pet food industry: Toxicological evidence and risk assessment, *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 95-102.
- Boran, G., Karaçam, H., and Boran, M., 2006, Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time, *Food Chemistry*, 98(4), 693-698.
- Boya, U. O., Dotson, M. J., and Hyatt, E. M., 2015, A comparison of dog food choice criteria across dog owner segments: an exploratory study, *International Journal of Consumer Studies*, 39(1), 74-82.
- Brazis, P., Serra, M., Sellés, A., Dethioux, F., Biourge, V., and Puigdemont, A., 2008, Evaluation of storage mite contamination of commercial dry dog food, *Veterinary Dermatology*, 19(4), 209-214.
- Brieseman, M. A., 1990, A further study of the epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections, *The New Zealand Medical Journal*, 103(889), 207-209.
- Buchanan, R. L., Baker, R. C., Charlton, A. J., Riviere, J. E., and Standaert, R., 2011, Pet food safety: a shared concern, *British Journal of Nutrition*, 106(S1), S78-S84.

- Bueno, D. J., Silva, J. O., and Oliver, G., 2001, Mycoflora in Commercial Pet Foods, *Journal of Food Protection*, 64(5), 741-743.
- Bullerman, L. B., Schroeder, L. L., and Park, K.-Y., 1984, Formation and Control of Mycotoxins in Food, *Journal of Food Protection*, 47(8), 637-646.
- Burron, S., Richards, T., Krebs, G., Trevizan, L., Rankovic, A., Hartwig, S., Pearson, W., Ma, D. W. L., and Shoveller, A. K., 2024, The balance of n-6 and n-3 fatty acids in canine, feline, and equine nutrition: exploring sources and the significance of alpha-linolenic acid, *Journal of Animal Science*, 102.
- Calvez, J., Weber, M., Ecochard, C., Kleim, L., Flanagan, J., Biourge, V., and German, A. J., 2019, Metabolisable energy content in canine and feline foods is best predicted by the NRC2006 equation, *PLoS One*, 14(9), e0223099.
- Camire, M. E., Camire, A., and Krumhar, K., 1990, Chemical and nutritional changes in foods during extrusion, *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 29(1), 35-57.
- Carless, J. E., and Nixon, J. R., 2011, The Oxidation of Solubilised and Emulsified Oils, *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 12(1), 348-359.
- Carocho, M., Morales, P., and Ferreira, I. C. F. R., 2015, Natural food additives: Quo vadis? *Trends in Food Science & Technology*, 45(2), 284-295.
- Carrión, P. A., 2023, *Pet Food*, In *Food Safety Management* (pp. 363-384), Elsevier.
- Carrión, P. A., and Thompson, L. J., 2014, *Pet Food*, In *Food Safety Management* (pp. 379-396), Elsevier.
- Carter, M. E., and Quinn, P. J., 2000, Salmonella infections in dogs and cats, *Salmonella in Domestic Animals*, 14, 231-244.
- Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., and Raasch, M. F., 2010, *Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals*, Elsevier Health Sciences, Missouri.
- Castillo, A., Lucia, L. M., Goodson, K. J., Savell, J. W., and Acuff, G. R., 1998, Comparison of Water Wash, Trimming, and Combined Hot Water and Lactic Acid Treatments for Reducing Bacteria of Fecal Origin on Beef Carcasses, *Journal of Food Protection*, 61(7), 823-828.

Castrillo, C., Vicente, F., and Guada, J. A., 2001, The effect of crude fibre on apparent digestibility and digestible energy content of extruded dog foods, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85(7-8), 231-236.

CDC., 2024a, *Reports of Selected Salmonella Outbreak Investigations*, <https://Www.Cdc.Gov/Salmonella/Outbreaks.Html>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ekim 2023]

CDC., 2024b, *Salmonella Infection (Salmonellosis)*, <https://Www.Cdc.Gov/Salmonella/>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ekim 2023]

Chanadang, S., Koppel, K., and Aldrich, G., 2016, The Impact of Rendered Protein Meal Oxidation Level on Shelf-Life, Sensory Characteristics, and Acceptability in Extruded Pet Food, *Animals*, 6(8), 44.

Cheftel, J. C., 1986, Nutritional effects of extrusion-cooking, *Food Chemistry*, 20(4), 263-283.

Chiang, G. H., 1983, A simple and rapid high-performance liquid chromatographic procedure for determination of furosine, a lysine-reducing sugar derivative, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(6), 1373-1374.

Chiers, K., Vandenberghe, V., and Ducatelle, R., 2010, Accumulation of Advanced Glycation End Products in Canine Atherosclerosis, *Journal of Comparative Pathology*, 143(1), 65-69.

Chlebicz, A., and Śliżewska, K., 2018, Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 863.

Choe, E., and Min, D. B., 2006, Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 169-186.

Choe, E., and Min, D. B., 2007, Chemistry of Deep-Fat Frying Oils, *Journal of Food Science*, 72(5).

Chow, C. K., 2007, *Fatty Acids in Foods and their Health Implications* (C. K. Chow, Ed.), CRC Press, Boca Raton.

Chowdhury, K., Banu, L.", Khan, S., and Latif, A., 1970, Studies on the Fatty Acid Composition of Edible Oil, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42(3), 311-316.

Clutton-Brock, J., 1995, Origins of the dog: domestication and early history, *The Domestic Dog: Evolution, Behaviour and Interactions with People*, 7-20.

Coelho, M. B., 1991, Vitamin stability, *Feed Management*, 42(10), 24-33.

Comazzi, S., Bertazzolo, W., Bonfanti, U., Spagnolo, V., and Sartorelli, P., 2008, Advanced glycation end products and sorbitol in blood from differently compensated diabetic dogs, *Research in Veterinary Science*, 84(3), 341-346.

Connell, J. J., 1975, *Control of fish quality* (Vol. 179), Fishing News Books London.

Corbin, J., 1996, Petfood rancidity. *Petfood Industry*, 1, 6.

Corbin, J., 2007, Feeds and Feed Additives, Pet Foods, *In Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Wiley.

Corsato Alvarenga, I., Keller, L. C., Waldy, C., and Aldrich, C. G., 2021, Extrusion Processing Modifications of a Dog Kibble at Large Scale Alter Levels of Starch Available to Animal Enzymatic Digestion, *Foods*, 10(11), 2526.

Costa, J. L. G., Pedreira, R. S., Gomes, A. C. P., Restan, A. Z., Vasconcellos, R. S., and Loureiro, B. A., 2022, Concentration of synthetic antioxidants and peroxide value of commercial dry pet foods, *Animal Feed Science and Technology*, 294, 115499.

Crane, S. W., Cowell, C. S., Stout, N. P., Moser, E. A., Millican, J., Romano, P. J., and Crane, S. E., 2010, Commercial pet foods, *Small Animal Clinical Nutrition*, 5, 157-190.

Daina, S., and Macri, A., 2023, Carbohydrate content assessment in different commercial dogs diets, *Scientific Papers Journal Veterinary Series*, 66(1), 5-9.

Daumas, C., Paragon, B.-M., Thorin, C., Martin, L., Dumon, H., Ninet, S., and Nguyen, P., 2014, Evaluation of eight commercial dog diets, *Journal of Nutritional Science*, 3, e63.

Davidson, P., Michael and Singh, R. Paul., 2024, *Food Additive*, <https://Www.Britannica.Com/Topic/Food-Additive>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

de Brito, C. B. M., Félix, A. P., de Jesus, R. M., de França, M. I., de Oliveira, S. G., Krabbe, E. L., and Maiorka, A., 2010, Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor, *Animal Feed Science and Technology*, 159(3-4), 150-155.

de Deckere, E., Korver, O., Verschuren, P., and Katan, M., 1998, Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin, *European Journal of Clinical Nutrition*, 52(10), 749-753.

De Godoy, M., Kerr, K., and Fahey, Jr, G., 2013, Alternative Dietary Fiber Sources in Companion Animal Nutrition, *Nutrients*, 5(8), 3099-3117.

De Marchi, M., Righi, F., Meneghesso, M., Manfrin, D., and Ricci, R., 2018, Prediction of chemical composition and peroxide value in unground pet foods by near-infrared spectroscopy, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 337-342.

da Silveira, R., dos Santos, P., Pizzo, J., Mattos, N., de Castro, M., Santos, O., and Visentainer, J., 2020, Evaluation of Dog Food Authenticity through Lipid Profile Using GC-FID and ESI MS, *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 31(12).

de Souza, K. K., and Scussel, V. M., 2012, Occurrence of dogs and cats diseases records in the veterinary clinics routine in South Brazil and its relationship to mycotoxins, *International Journal of Applied*, 2(8).

Debraekeleer, J., Gross, K. L., and Zicker, S. C., 2010, Feeding young adult dogs: before middle age, *Small Clinical Nutrition*, 5th Ed. Topeka, KS, 257-272.

Del Rio, D., Stewart, A. J., and Pellegrini, N., 2005, A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 15(4), 316-328.

Deliephan, A., Aldrich, G., and Bhadriraju, S., 2022, *Reducing Spoilage in Intermediate Moisture Pet Foods Using Food-Safe Additives as a Model System*, In ProQuest Dissertations and Theses.

Deliephan, A., Dhakal, J., Subramanyam, B., and Aldrich, C. G., 2023, Effects of liquid smoke preparations on shelf life and growth of wild type mold and *Aspergillus flavus* in a model semi moist pet food, *Frontiers in Microbiology*, 14.

Delime, P., Koppel, K., Pachot, P., and De Ratuld, A., 2020, How the odor of pet food influences pet owners' emotions: A cross cultural study, *Food Quality and Preference*, 79, 103772.

de-Oliveira, L. D., Takakura, F. S., Kienzle, E., Brunetto, M. A., Teshima, E., Pereira, G. T., Vasconcellos, R. S., and Carciofi, A. C., 2012, Fibre analysis and fibre digestibility in pet foods - a comparison of total dietary fibre, neutral and acid detergent fibre and crude fibre, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(5), 895-906.

Desjardins, A. E., and Proctor, R. H., 2007, Molecular biology of *Fusarium* mycotoxins, *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 47-50.

Dhakal, J., and Aldrich, C. G., 2020, Use of Medium Chain Fatty Acids To Mitigate *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) on Dry Pet Food Kibbles, *Journal of Food Protection*, 83(9), 1505-1511.

Dhakal, J., Holt, D., Aldrich, C. G., and Knueven, C., 2022, Effects of antimicrobial addition on lipid oxidation of rendered chicken fat, *Translational Animal Science*, 6(1).

Dodd, S. A. S., Shoveller, A. K., Fascetti, A. J., Yu, Z. Z., Ma, D. W. L., and Verbrugghe, A., 2021, A Comparison of Key Essential Nutrients in Commercial Plant-Based Pet Foods Sold in Canada to American and European Canine and Feline Dietary Recommendations, *Animals*, 11(8), 2348.

Dodd, S., Cave, N., Abood, S., Shoveller, A., Adolphe, J., and Verbrugghe, A., 2020, An observational study of pet feeding practices and how these have changed between 2008 and 2018, *Veterinary Record*, 186(19), 643-643.

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., and Lorenzo, J. M., 2019, A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products, *Antioxidants*, 8(10), 429.

Downey, R. L., Kronfeld, D. S., and Banta, C. A., 1980, Diet of beagles affects stamina, *Journal of the American Animal Hospital Association*, 16(2), 273-277.

Doyle, M. P., Diez-Gonzalez, F., and Hill, C., 2020, *Relevance of Food Microbiology Issues to Current Trends*, Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, Marilyn C. (ed.), 42, ASM Press, Washington, 1049.

Driggs, J., 2021, *Consumer connect pet products shopping snapshot*, https://www.retailwire.com/wp-content/uploads/2021/08/Consumer_Connect_Q2-2021-Summary_Pet_F.pdf, [Ziyaret tarihi: 27 Eylül 2024].

Dziezak, J. D., 1986, Antioxidants, The ultimate answer to oxidation, *Food Technology*, 94-97.

Džima, M., 2024, Fatty Acid Profile of Commercial Dry Puppies' Food, *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 27(2).

EFSA., 2008, Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals - Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards, *EFSA Journal*, 6(7).

EFSA., 2018, The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017, *EFSA Journal*, 16(12).

Ekici, H., and Yipel, M., 2022, Total aflatoxin, aflatoxin B1, ochratoxin A and fumonisin in dry dog food: A risk assessment for dog health, *Toxicon*, 218, 13-18.

Esterbauer, H., 1993, Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 57(5), 779S-786S.

Estévez, M., and Luna, C., 2017, Dietary protein oxidation: A silent threat to human health? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3781-3793.

European Commission., 2011, *Commission Regulation (EU) No. 142/2011*, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?Uri=OJ:L:2011:054:0001:0254:EN:PDF>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

Fahey, G. C., Merchen, N. R., Corbin, J. E., Hamilton, A. K., Serbe, K. A., Lewis, S. M., and Hirakawa, D. A., 1990, Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp

on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time, *Journal of Animal Science*, 68(12), 4221-4228.

Falk-Petersen, S., Sargent, J. R., Henderson, J., Hegseth, E. N., Hop, H., and Okolodkov, Y. B., 1998, Lipids and fatty acids in ice algae and phytoplankton from the Marginal Ice Zone in the Barents Sea, *Polar Biology*, 20(1), 41-47.

Farcas, A. K., Larsen, J. A., and Fascetti, A. J., 2013, Evaluation of fiber concentration in dry and canned commercial diets formulated for adult maintenance or all life stages of dogs by use of crude fiber and total dietary fiber methods, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242(7), 936-940.

Fayaz, M., Namitha, K. K., Murthy, K. C., Swamy, M. M., Sarada, R., Khanam, S., and Ravishankar, G. A., 2005, Chemical composition, iron bioavailability, and antioxidant activity of *Kappaphycus alvarezzi* (Doty), *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(3), 792-797.

FDA, 2019, *Oil, soybean lecithin*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/171426/Nutrients>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024]

FDA, 2020a, *Get the Facts about Listeria*. U.S. Food Drug Administration, <https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/get-facts-about-listeria>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024]

FDA, 2020b, *Sunshine Mills, Inc. Issues Voluntary Recall of Nature's Menu® Super Premium Dog Food with a Blend of Real Chicken and Quail Because of Possible Salmonella Health Risk*, <https://Www.Fda.Gov/Safety/Recalls-Market-Withdrawals-Safety-Alerts/Sunshine-Mills-Inc-Issues-Voluntary-Recall-Natures-Menur-Super-Premium-Dog-Food-Blend-Real-Chicken>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024].

FDA, 2021, *FDA Alert: Certain Lots of Sportmix Pet Food Recalled for Potentially Fatal Levels of Aflatoxin*, <https://Www.Fda.Gov/Animal-Veterinary/Outbreaks-and-Advisories/Fda-Alert-Certain-Lots-Sportmix-Pet-Food-Recalled-Potentially-Fatal-Levels-Aflatoxin>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024].

FDA, 2022, *BAM Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins*, <https://Www.Fda.Gov/Food/Laboratory-Methods-Food/Bam-Chapter-18-Yeasts-Molds-and-Mycotoxins>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024].

FDA, 2023, *Guidance for FDA Staff Compliance Policy Guide Sec. 690.800 Salmonella in Food for Animals*, <https://Www.Aafco.Org/Wp-Content/Uploads/2023/02/Ucm361104.Pdf>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024].

FDA, 2024a, *Bacteriological Analytical Manual Chapter 5: Salmonella May 2024 Edition*, <https://Www.Fda.Gov/Media/178914>, [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2024].

FDA, 2024b, *Food Additive Petitions for Animal Food*, <https://Www.Fda.Gov/Animal-Veterinary/Development-Approval-Process/Food-Additive-Petitions-Animal-Food>, [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2024].

FDA, 2024c, *Food additives permitted in feed and drinking water of animals*, <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-E/part-573?toc=1>, [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2024].

FDA, 2024d, *Proper Storage of Pet Food & Treats*, <https://Www.Fda.Gov/Animal-Veterinary/Animal-Health-Literacy/Proper-Storage-Pet-Food-Treats>, [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2024].

FDA, 2024e, *Aflatoxin Poisoning in Pets*, <https://Www.Fda.Gov/Animal-Veterinary/Animal-Health-Literacy/Aflatoxin-Poisoning-Pets>, [Ziyaret Tarihi: 5 Şubat 2024].

FDA, 2024f, *ANSWERS Pet Food Voluntarily Withdrawals Certain Limited Lots of Beef and Chicken Dog Foods Due to Potential Salmonella and Listeria*, <https://Www.Fda.Gov/Safety/Recalls-Market-Withdrawals-Safety-Alerts/Answers-Pet-Food-Voluntarily-Withdrawals-Certain-Limited-Lots-Beef-and-Chicken-Dog-Foods-Due>, [Ziyaret Tarihi: 5 Şubat 2024].

FDA, 2024g, *Mycotoxins*, <https://Www.Fda.Gov/Food/Natural-Toxins-Food/Mycotoxins>, [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2024].

FEDIAF, 2018a, *Guide to Good Practice for the Manufacture of Safe Pet Foods, In The European Pet Food Industry*, <https://europeanpetfood.org/wp->

[content/uploads/2022/03/FEDIAF_Safety_Guide_February_2018_online.pdf](#), [Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2024].

FEDIAF, 2018b, *Additives*, <https://Europeanpetfood.Org/Pet-Food-Facts/Fact-Sheets/Nutrition/Additives>, [Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2024].

FEDIAF, 2021, *Towards Circularity of Pet Food Packaging*, <https://Europeanpetfood.Org/Pet-Food-Facts/Position-Papers/Sustainability/towards-Circularity-of-Pet-Food-Packaging>, [Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2024].

FEDIAF, 2022, *European statistics 2022*, FEDIAF, https://europeanpetfood.comingsoon.site/wp-content/uploads/2023/06/FEDIAF_Annual-Report_2023_Facts-Figures.pdf, [Ziyaret Tarihi: 14 Ocak 2024].

FEDIAF, 2023, *Annual report 2023*, https://europeanpetfood.comingsoon.site/wp-content/uploads/2023/07/FEDIAF_Annual-Report_2023.pdf, [Ziyaret Tarihi: 14 Ocak 2024].

FEDIAF, 2024, *Nutritional Guidelines For Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs*, *The European Pet Food Industry Federation*, https://europeanpetfood.org/wp-content/uploads/2024/09/FEDIAF-Nutritional-Guidelines_2024.pdf, [Ziyaret Tarihi: 24 Ocak 2024].

Fiege, H., Voges, H., Hamamoto, T., Umemura, S., Iwata, T., Miki, H., Fujita, Y., Buysch, H., Garbe, D., and Paulus, W., 2000, Phenol derivatives, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.

Fincham, J. R., Fontenot, J. P., Swecker, W. S., Herbein, J. H., Neel, J. P. S., Scaglia, G., Clapham, W. M., and Notter, D. R., 2009, Fatty acid metabolism and deposition in subcutaneous adipose tissue of pasture and feedlot finished cattle, *Journal of Animal Science*, 87(10), 3259-3277.

Finley, R., Reid-Smith, R., Ribble, C., Popa, M., Vandermeer, M., and Aramini, J., 2008, The Occurrence and Antimicrobial Susceptibility of Salmonellae Isolated from Commercially Available Canine Raw Food Diets in Three Canadian Cities, *Zoonoses and Public Health*, 55(8-10), 462-469.

Finn, S., Condell, O., McClure, P., Amézquita, A., and Fanning, S., 2013, Mechanisms of survival, responses and sources of Salmonella in low-moisture environments, *Frontiers in Microbiology*, 4.

Finot, P.-A., 2005, The Absorption and Metabolism of Modified Amino Acids in Processed Foods, *Journal of AOAC International*, 88(3), 894-903.

Fontana, A. J., and Campbell, C. S., 2004, Water activity, Food Science And Technology, New York, *Marcel Dekker*, 138(1), 39.

Frame, C. A., Huff-Lonergan, E. J., and Rossoni Serao, M. C., 2020, Impact of storage conditions on protein oxidation of rendered by-product meals¹, *Translational Animal Science*, 4(4).

Frankel, E. N., 1980, Lipid oxidation, *Progress in Lipid Research*, 19(1-2), 1-22.

Frankel, E. N., 1988, Hydroperoxidation of Unsaturated Fatty Esters, *In Oxygen Radicals in Biology and Medicine*, (pp. 265-282), Springer US.

Frankel, E. N., 1999, Antioxidant activity by headspace gas chromatography of volatile oxidation products of ω -6 and ω -3 polyunsaturated lipids, *Methods in Enzymology*, (pp. 190-201).

Fredriksson-Ahomaa, M., Korte, T., and Korkeala, H., 2001, Transmission of *Yersinia enterocolitica* 4/O:3 to pets via contaminated pork, *Letters in Applied Microbiology*, 32(6), 375-378.

Frega, N., Mozzon, M., and Lercker, G., 1999, Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(3), 325-329.

FSA., 2024, January 30, Animal feed additives, Animal Feed Additives.

Fukushima, S., Sakata, T., Tagawa, Y., Shibata, M.-A., Hirose, M., and Ito, N., 1987, Different modifying response of butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene, and other antioxidants in N, N-dibutyl nitrosamine esophagus and forestomach carcinogenesis of rats, *Cancer Research*, 47(8), 2113-2116.

Gadient, M., 1986, Effect of pelleting on nutritional quality of feed, *Proceedings-Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, USA.

Gao, P., Bao, Y., Wang, S., Lei, L., Wang, B., Xiao, L., and Dong, L., 2023, Mechanism of palmitoleic acid oxidation into volatile compounds during heating, *Flavour and Fragrance Journal*, 38(2), 95-107.

Gajęcka, M., Janowski, T., Jakimiuk, E., Polak, M., Podhalicz-Dzięgielewska, M., Rotkiewicz, T., and Otrocka-Domagała, I., 2007, Histopathological and immunohistochemical examinations, and changes in proliferation, *Polish Journal of Leterinary Sciences Lol*, 10(3), 115-143.

Gazzotti, T., Biagi, G., Pagliuca, G., Pinna, C., Scardilli, M., Grandi, M., and Zaghini, G., 2015, Occurrence of mycotoxins in extruded commercial dog food, *Animal Feed Science and Technology*, 202, 81-89.

Geicu, O. I., Bileanu, L., Stanca, L., Ionescu Petcu, A., Iordache, F., Pisoschi, A. M., and Serban, A. I., 2022, Composition-Based Risk Estimation of Mycotoxins in Dry Dog Foods, *Foods*, 12(1), 110.

Ghani, M. A., Barril, C., Bedgood, D. R., and Prenzler, P. D., 2017, Measurement of antioxidant activity with the thiobarbituric acid reactive substances assay, *Food Chemistry*, 230, 195-207.

Giacometti, F., Magarotto, J., Serraino, A., and Piva, S., 2017, Highly suspected cases of salmonellosis in two cats fed with a commercial raw meat-based diet: health risks to animals and zoonotic implications, *BMC Veterinary Research*, 13(1), 224.

Goffman, F. D., and Bergman, C., 2003, Hydrolytic Degradation of Triacylglycerols and Changes in Fatty Acid Composition in Rice Bran During Storage, *Cereal Chemistry*, 80(4), 459-461.

Goodman, D., McDonnell, J., Nelson, H., Vaughan, T., and Weber, R., 1990, Chronic urticaria exacerbated by the antioxidant food preservatives, butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT), *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 86(4), 570-575.

Goi, A., Manuelian, C. L., Currò, S., and De Marchi, M., 2019, Prediction of mineral composition in commercial extruded dry dog food by near-infrared reflectance spectroscopy, *Animals*, 9(9), 640.

Goyens, P. L., Spilker, M. E., Zock, P. L., Katan, M. B., and Mensink, R. P., 2006, Conversion of α -linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(1), 44-53.

Giriprasad R, H. S., and Goswami, M., 2013, Animal fat-Processing and Its Quality Control, *Journal of Food Processing & Technology*, 04(08).

Gross, K. L., Bollinger, R., Thawngmung, P., and Collings, G. F., 1994, Effect of Three Different Preservative Systems on the Stability of Extruded Dog Food Subjected to Ambient and High Temperature Storage, *The Journal of Nutrition*, 124, 2638S-2642S.

Grünberg, W., 2020, *Salmonellosis in Animals*, <https://Www.Merckvetmanual.Com/Digestive-System/Salmonellosis/Salmonellosis-in-Animals?Query=salmonellosis>, [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2024].

Gruzdev, N., Pinto, R., and Sela, S., 2011, Effect of Desiccation on Tolerance of *Salmonella enterica* to Multiple Stresses, *Applied and Environmental Microbiology*, 77(5), 1667-1673.

Gruzdev, N., Pinto, R., and Sela, S., 2012, Persistence of *Salmonella enterica* during dehydration and subsequent cold storage, *Food Microbiology*, 32(2), 415-422.

Guillén, M. D., and Cabo, N., 2002, Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils, *Food Chemistry*, 77(4), 503-510.

Gulcin, İ., 2020, Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview, *Archives of Toxicology*, 94(3), 651-715.

Hadid, M., Alwan, N., Dimassi, H., Deghel, M., El Khatib, S., Serhan, M., and Hassan, H. F., 2024, Microbial assessment of commercial pet foods marketed in the United Arab Emirates, *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1389981.

Hald, B., and Madsen, M., 1997, Healthy puppies and kittens as carriers of *Campylobacter* spp., with special reference to *Campylobacter upsaliensis*, *Journal of Clinical Microbiology*, 35(12), 3351-3352.

Hall, J. A., Picton, R. A., Skinner, M. M., Jewell, D. E., and Wander, R. C., 2006, The (n-3) Fatty Acid Dose, Independent of the (n-6) to (n-3) Fatty Acid Ratio, Affects the Plasma Fatty Acid Profile of Normal Dogs, *The Journal of Nutrition*, 136(9), 2338-2344.

Halliwell, B., 1991, The biological toxicity of free radicals and other reactive oxygen species, *Free Radical and Food Additives*, 37-57.

Halliwell, B., 2001, Food-derived antioxidants: how to evaluate their importance in food and in vivo, *In Handbook of antioxidants* (pp. 20-65). CRC Press.

Hand, M. S., Thatcher, C. D., Remillard, R. L., and Novotny, B. J., 2010, Small Animal Clinical Nutrition (5th ed.), *Mark Morris Institute*, (5th ed.), Mark Morris Institute.

Haschek, W., Voss, K., and Beasley, V., 2002, Selected Mycotoxins Affecting Animal and Human Health, *In Handbook of Toxicologic Pathology*, (pp. 645-699), Elsevier.

Heinemann, K. M., and Bauer, J. E., 2006, Docosahexaenoic acid and neurologic development in animals, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(5), 700-705.

Hellgren, J., Hästö, L. S., Wikström, C., Fernström, L., and Hansson, I., 2019, Occurrence of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* and *Enterobacteriaceae* in raw meat-based diets for dogs, *Veterinary Record*, 184(14), 442-442.

Hellwig, M., 2020, Analysis of Protein Oxidation in Food and Feed Products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(46), 12870-12885.

Heuberger, R., and Wakshlag, J., 2011, The relationship of feeding patterns and obesity in dogs, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(1), 98-105.

Hervera, M., Baucells, M. D., Blanch, F., and Castrillo, C., 2007, Prediction of digestible energy content of extruded dog food by in vitro analyses, *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 91(5-6), 205-209.

Hill, R. C., Choate, C. J., Scott, K. C., and Molenberghs, G., 2009, Comparison of the guaranteed analysis with the measured nutrient composition of commercial pet foods, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(3), 347-351.

Hilton, J. W., 1989, Antioxidants: function, types and necessity of inclusion in pet foods, *The Canadian Veterinary Journal*, 30(8), 682.

Holman, R. T., and Elmer, O. C., 1947, The rates of oxidation of unsaturated fatty acids and esters, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 24(4), 127-129.

Hołda, K., and Głogowski, R., 2016, Selected quality properties of lipid fraction and oxidative stability of dry dog foods under typical storage conditions, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 126(1), 91-96.

Hołda, K., Glogowski, R., Hac-Szymanczuk, E., and Wiczuk, W., 2017, Comprehensive microbiological evaluation of dry foods for growing dogs marketed in Poland, *Annals of Warsaw University of Life Sciences, Animal Science*, 56(1), 81-89.

Hornfeldt, C. S., and Westfall, M. L., 1996, Suspected bentonite toxicosis in a cat from ingestion of clay cat litter, *Veterinary and Human Toxicology*, 38(5), 365-366.

Hu, M., 2016, Oxidative Stability and Shelf Life of Low-Moisture Foods, *In Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats*, (pp. 313-371). Elsevier.

Hu, L., Huff, H. E., Heymann, H., and Hsieh, F., 1996, Effects of emulsifier and soy fiber addition on sensory properties of corn meal extrudate, *Journal of food quality*, 19(1), 57-77.

Hughes, D. M., Gahl, M. J., Graham, C. H., and Grieb, S. L., 1999, Overt signs of toxicity to dogs and cats of dietary deoxynivalenol, *Journal of Animal Science*, 77(3), 693.

Huis in't Veld, J. H. J., 1996, Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview, *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 1-18.

Huss, A. R., Cochrane, R. A., Deliephan, A., Stark, C. R., and Jones, C. K., 2015, Evaluation of a Biological Pathogen Decontamination Protocol for Animal Feed Mills, *Journal of Food Protection*, 78(9), 1682-1688.

Hussein, H. S., 2003, Basic nutrient requirements for healthy adult dogs, *Petfood Technology*, 2-13.

Imanishi, M., Rotstein, D. S., Reimschuessel, R., Schwensohn, C. A., Woody, D. H., Davis, S. W., Hunt, A. D., Arends, K. D., Achen, M., Cui, J., Zhang, Y., Denny, L. F., Phan, Q. N., Joseph, L. A., Tuite, C. C., Tataryn, J. R., and Behraves, C. B., 2014, Outbreak of *Salmonella enterica* serotype Infantis infection in humans linked to dry dog food in the United States and Canada, 2012, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(5), 545-553.

İnal, F., Alataş, M. S., Kahraman, O., İnal, Ş., and Uludağ, M., 2020, Determination of fat preferences of adult dogs, *Turkish Journal Of Veterinary And Animal Sciences*, 44(3), 481-486.

Ismail, A., Gonçalves, B. L., de Neeff, D. V., Ponzilacqua, B., Coppa, C. F. S. C., Hintzsche, H., Sajid, M., Cruz, A. G., Corassin, C. H., and Oliveira, C. A. F., 2018, Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination, *Food Research International*, 113, 74-85.

ISO, 2017, *Foodstuffs-Determination of water activity*, <https://Www.Iso.Org/Standard/63379.Html>, [Ziyaret Tarihi: 12 Ocak 2024].

Issenhuth-Jeanjean, S., Roggentin, P., Mikoleit, M., Guibourdenche, M., de Pinna, E., Nair, S., Fields, P. I., and Weill, F.-X., 2014, Supplement 2008-2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme, *Research in Microbiology*, 165(7), 526-530.

Iwe, M. O., van Zuilichem, D. J., Ngoddy, P. O., and Lammers, W., 2001, Amino Acid and Protein Dispersibility Index (PDI) of Mixtures of Extruded Soy and Sweet Potato Flours, *LWT-Food Science and Technology*, 34(2), 71-75.

Jaćević, V., Dumanović, J., Lazarević, M., Nepovimova, E., Resanović, R., Milovanović, Z., Wu, Q., and Kuća, K., 2020, Antidotal Potency of the Novel, Structurally Different Adsorbents in Rats Acutely Intoxicated with the T-2 Toxin, *Toxins*, 12(10), 643.

Janik, E., Niemcewicz, M., Ceremuga, M., Stela, M., Saluk-Bijak, J., Siadkowski, A., and Bijak, M., 2020, Molecular Aspects of Mycotoxins-A Serious Problem for Human Health, *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21), 8187.

Jacuńska, W., Biel, W., Witkowicz, R., Maciejewska-Markiewicz, D., and Piątkowska, E., 2023, Comparison of Key Nutrient Content of Commercial Puppy Foods with Canine Dietary Requirements, *Applied Sciences*, 13(21), 11791.

Jewell, D. E., Toll, P. W., and Novotny, B. J., 2000, Satiety reduces adiposity in dogs, *Vet Ther*, 1(1), 17-23.

Johnson, D. R., and Decker, E. A., 2015, The Role of Oxygen in Lipid Oxidation Reactions: A Review, *Annual Review of Food Science and Technology*, 6(1), 171-190.

Jones, F. T., 2011, A review of practical Salmonella control measures in animal feed, *Journal of Applied Poultry Research*, 20(1), 102-113.

Kahl, R., and Kappus, H., 1993, Toxicology of the synthetic antioxidants BHA and BHT in comparison with the natural antioxidant vitamin E, *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung*, 196, 329-338.

Kahraman, O., and İnal, F., 2021, Comparison of digestibility parameters of commercial dry dog foods with different contents, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 73(02), 469-476.

Kara, K., 2020, Determination of the in vitro digestibility and nutrient content of commercial premium extruded foods with different types of protein content for adult dogs, *Veterinární Medicina*, 65(6), 233-249.

Kara, K., 2021, Effect of stocking conditions on fatty acid composition and oxidation capacities of different class and type dog food, *Italian Journal of Animal Science*, 20(1), 1042-1053.

Karlsen, J. S., 2015, *Essential fatty acids in extruded and raw dog foods*, Master's thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås.

Karthikraj, R., Borkar, S., Lee, S., and Kannan, K., 2018, Parabens and Their Metabolites in Pet Food and Urine from New York State, United States, *Environmental Science & Technology*, 52(6), 3727-3737.

Kazimierska, K., Biel, W., Witkowicz, R., Karakulska, J., and Stachurska, X., 2021, Evaluation of nutritional value and microbiological safety in commercial dog food, *Veterinary Research Communications*, 45(2-3), 111-128.

Ke, Z., Bai, Y., Bai, Y., Chu, Y., Gu, S., Xiang, X., Ding, Y., and Zhou, X., 2022, Cold plasma treated air improves the characteristic flavor of Dry-cured black carp through facilitating lipid oxidation, *Food Chemistry*, 377, 131932.

Kępińska-Pacelik, J., and Biel, W., 2021, Microbiological Hazards in Dry Dog Chews and Feeds, *Animals*, 11(3), 631.

Kępińska-Pacelik, J., Biel, W., Witkowicz, R., Frączek, K., and Bulski, K., 2023, Assessment of the content of macronutrients and microbiological safety of dry dog foods, *Research in Veterinary Science*, 165, 105071.

Kerrihard, A. L., Nagy, K., Craft, B. D., Beggio, M., and Pegg, R. B., 2015, Oxidative Stability of Commodity Fats and Oils: Modeling Based on Fatty Acid Composition, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(8), 1153-1163.

Kiel, R. C., and Belk, K. E., 2016, *Location of Salmonella in poultry fat intended for use in pet food and the influence of fat's physical characteristics on Salmonella prevalence and growth*, In ProQuest Dissertations and Theses.

Kien, C. L., Bunn, J. Y., and Ugrasbul, F., 2005, Increasing dietary palmitic acid decreases fat oxidation and daily energy expenditure, *The American journal of clinical nutrition*, 82(2), 320-326.

Kingsley, R. A., and Bäumler, A. J., 2000, Host adaptation and the emergence of infectious disease: the Salmonella paradigm, *Molecular Microbiology*, 36(5), 1006-1014.

Kinlein, S., Ghoshal, A., Ayers, J., and Cole, D., 2013, Lipid Layer-based Corrosion Monitoring on Metal Substrates, *Army Research Laboratory*, ARL-TR-6423

Kobayashi, J., Ikeda, K., and Sugiyama, H., 2017, Factors Affecting Nitrite Concentrations in Cat Food, *Journal of Animal Research and Nutrition*, 02(01).

Koontz, J. L., 2016, Packaging Technologies to Control Lipid Oxidation, *In Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats* (pp. 479-517), Elsevier.

Koppel, K., 2014, Sensory analysis of pet foods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(11), 2148-2153.

Koppel, K., Suwonsichon, S., Chambers, D., and Chambers, E., 2018, Determination of Intrinsic Appearance Properties that Drive Dry Dog Food Acceptance by Pet Owners in Thailand, *Journal of Food Products Marketing*, 24(7), 830-845.

Kostik, V., Memeti, S., and Bauer, B., 2013, Fatty acid composition of edible oils and fats, *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 4, 112-116.

Kucuk, M., and Caner, C., 2005, Effect of packaging materials and storage conditions on sunflower oil quality, *Journal of Food Lipids*, 12(3), 222-231.

Kumar, K. R., 2009, *Studies on Preparation of Pet Food Incorporating Dry Rendered Spent Hen Meal, Assessment of its Storage Stability and Acceptability in Pet Dogs*, Thesis (PhD), Tamil Nadu Veterinary and Animal Sciences University.

Kumar, R., Goswami, M., Pathak, V., Verma, A. K., and V, R., 2023, Quality improvement of poultry slaughter house byproducts based pet food with incorporation of fiber-rich vegetable powder, *Exploratory Animal and Medical Research*, 13(1), 54-61.

Labuza, T. P., and Altunakar, B., 2020, Water Activity Prediction and Moisture Sorption Isotherms, *In Water Activity in Foods* (pp. 161-205), Wiley.

Laflamme, D. P., 2001, Determining metabolizable energy content in commercial pet foods, *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 85(7-8), 222-230.

Laflamme, D. P., Abood, S. K., Fascetti, A. J., Fleeman, L. M., Freeman, L. M., Michel, K. E., Bauer, C., Kemp, B. L. E., Doren, J. R. Van, and Willoughby, K. N., 2008, Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(5), 687-694.

Lai, L. S., and Kokini, J. L., 1991, Physicochemical changes and rheological properties of starch during extrusion (a review), *Biotechnology Progress*, 7(3), 251-266.

Lam, H. S., Proctor, A., and Meullenet, J., 2001, Free fatty acid formation and lipid oxidation on milled rice, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(12), 1271-1275.

Lamberti, M., and Escher, F., 2007, Aluminium Foil as a Food Packaging Material in Comparison with Other Materials, *Food Reviews International*, 23(4), 407-433.

Lambertini, E., Buchanan, R. L., Narrod, C., Ford, R. M., Baker, R. C., and Pradhan, A. K., 2016a, Quantitative assessment of human and pet exposure to Salmonella associated with dry pet foods, *International Journal of Food Microbiology*, 216, 79-90.

Lambertini, E., Buchanan, R. L., Narrod, C., and Pradhan, A. K., 2016b, Transmission of Bacterial Zoonotic Pathogens between Pets and Humans: The Role of Pet Food, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 364-418.

Lambertini, E., Mishra, A., Guo, M., Cao, H., Buchanan, R. L., and Pradhan, A. K., 2016c, Modeling the long-term kinetics of Salmonella survival on dry pet food, *Food Microbiology*, 58, 1-6.

Lee, D. S., 2009, Packaging and the microbial shelf life of food, *Food Packaging and Shelf Life*, 55-79.

Lefebvre, S. L., Reid-Smith, R., Boerlin, P., and Weese, J. S., 2008, Evaluation of the Risks of Shedding Salmonellae and Other Potential Pathogens by Therapy Dogs Fed Raw Diets in Ontario and Alberta, *Zoonoses and Public Health*, 55(8-10), 470-480.

Leiva, A., Granados-Chinchilla, F., Redondo-Solano, M., Arrieta-González, M., Pineda-Salazar, E., and Molina, A., 2018, Characterization of the animal by-product meal industry in Costa Rica: Manufacturing practices through the production chain and food safety, *Poultry Science*, 97(6), 2159-2169.

Leiva, A., Granados-Chinchilla, F., 2020, Fatty acid profiling in animal feeds and related food matrixes using a fast GC/MS method and in situ derivatization, *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(1), 70-89.

Leiva, A., Molina, A., Redondo-Solano, M., Artavia, G., Rojas-Bogantes, L., and Granados-Chinchilla, F., 2019, Pet Food Quality Assurance and Safety and Quality Assurance Survey within the Costa Rican Pet Food Industry, *Animals*, 9(11), 980.

LeJeune, J. T., and Hancock, D. D., 2001, Public health concerns associated with feeding raw meat diets to dogs, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219(9), 1222-1225.

Lenox, C. E., 2015, Timely Topics in Nutrition: An overview of fatty acids in companion animal medicine, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 246(11), 1198-1202.

Leung, M. C. K., Díaz-Llano, G., and Smith, T. K., 2006, Mycotoxins in Pet Food: A Review on Worldwide Prevalence and Preventative Strategies, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(26), 9623-9635.

Liao, C., Liu, F., and Kannan, K., 2013, Occurrence of and Dietary Exposure to Parabens in Foodstuffs from the United States, *Environmental Science & Technology*, 47(8), 3918-3925.

Lima, D. C. de, Bastos, T. S., Souza, C. M. M., Silva, J. R. da, Oliveira, S. G. de, and Félix, A. P., 2020, Stability of extruded diets for dogs, *Scientia Agraria Paranaensis*, 19(3), 236-242.

Lin, S., Hsieh, F., and Huff, H. E., 1997, Effects of Lipids and Processing Conditions on Degree of Starch Gelatinization of Extruded Dry Pet Food, *LWT- Food Science and Technology*, 30(7), 754-761.

Lin, S., Hsieh, F., and Huff, H. E., 1998, Effects of lipids and processing conditions on lipid oxidation of extruded dry pet food during storage, *Animal Feed Science and Technology*, 71(3-4), 283-294.

Lindsay, S., Entenman, C., and Chaikoff, I. L., 1948, Pancreatitis accompanying hepatic disease in dogs fed a high fat, low protein diet, *Arch. Pathol.*, Vol. 45, 635-638

Little, C. J. L., McNeil, P. E., and Robb, J., 1991, Hep atop athy and dermatitis in a dog associated with the ingestion of mycotoxins, *Journal of Small Animal Practice*, 32(1), 23-26.

Liu, Y., Wang, Y., Cao, P., and Liu, Y., 2018, Combination of Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Electron Spin Resonance Spectroscopy for Analysis of Oxidative Stability in Soybean Oil During Deep-Frying Process, *Food Analytical Methods*, 11(5), 1485-1492.

Logas, D., and Kunkle, G., 1994, Double-blinded Crossover Study with Marine Oil Supplementation Containing High-dose icosapentaenoic Acid for the Treatment of Canine Pruritic Skin Disease, *Veterinary Dermatology*, 5(3), 99-104.

Logue, C. M., Sheridan, J. J., Wauters, G., Mc Dowell, D. A., and Blair, I. S., 1996, *Yersinia* spp. and numbers, with particular reference to *Y. enterocolitica* bio/serotypes, occurring on Irish meat and meat products, and the influence of alkali treatment on their isolation, *International Journal of Food Microbiology*, 33(2-3), 257-274.

Lowe, J. A., and Kershaw, S. J., 1995, Water activity-moisture content relationship as a predictive indicator for control of spoilage in commercial pet diet components, *Animal Feed Science and Technology*, 56(3-4), 187-194.

MacDonald, M. L., Rogers, Q. R., Morris, J. G., and Cupps, P. T., 1984, Effects of Linoleate and Arachidonate Deficiencies on Reproduction and Spermatogenesis in the Cat, *The Journal of Nutrition*, 114(4), 719-726.

Magan, N., Hope, R., Cairns, V., and Aldred, D., 2003, Post-Harvest Fungal Ecology: Impact of Fungal Growth and Mycotoxin Accumulation in Stored Grain, *European Journal of Plant Pathology*, 109(7), 723-730.

Malik, R., and Sibraa, D., 2005, Thiamine deficiency due to sulphur dioxide preservative in 'pet meat a case of déjàvu, *Aust Vet J*, 83(7), 408-411.

Mannaa, M., and Kim, K. D., 2017, Influence of Temperature and Water Activity on Deleterious Fungi and Mycotoxin Production during Grain Storage, *Mycobiology*, 45(4), 240-254.

Markets., 2023, *Food Preservatives Market by Function, Type, Application, and Region-Global Forecast to 2028*, <https://Www.Marketsandmarkets.Com/Market-Reports/Food-Preservatives-Market-420.Html>, [Ziyaret tarihi: 17 Nisan 2024].

Martinez, N., and McDonald, B., 2021, A study into the fatty acid content of selected veterinary diets, supplements and fish oil capsules in Australia, *Veterinary Dermatology*, 32(3), 256.

Martinez, N., McDonald, B., and Martínez-Taboada, F., 2020, Exploring the use of essential fatty acids in veterinary dermatology, *Veterinary Record*, 187(5), 190-190.

Martins, M. L., Martins, H. M., and Bernardo, F., 2003, Fungal flora and mycotoxins detection in commercial pet food, *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, Vol. 98, No. 548, 179-183

McConnell, A. R., Paige Lloyd, E., and Humphrey, B. T., 2019, We Are Family: Viewing Pets as Family Members Improves Wellbeing, *Anthrozoös*, 32(4), 459-470.

Mercier, C., 1980, Structure and digestibility alterations of cereal starches by twin-screw extrusion-cooking, *Food Process Engineering*, 1, 795-807

Mevzuat Bilgi Sistemi, 2004, *Yemeklik zeytinyağı standardının dış ticarete zorunlu uygulamaya konulmasına ilişkin tebliğ*, <https://Www.Mevzuat.Gov.Tr/Mevzuat?MevzuatNo=8517&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>, [Ziyaret Tarihi: 9 Mart 2024].

Milanov, D., Aleksić, N., Vidaković, S., Ljubojević, D., and Čabarkapa, I., 2019, Salmonella spp. in pet feed and risk it poses to humans, *Food and Feed Research*, 46(1), 137-145.

Milgram, N., Zicker, S., Head, E., Muggenburg, B., Murphey, H., Ikedadouglass, C., and Cotman, C., 2002, Dietary enrichment counteracts age-associated cognitive dysfunction in canines, *Neurobiology of Aging*, 23(5), 737-745.

Miller, M., 2010, *Oxidation of food grade oils*, <https://www.oilsfats.org.nz/documents/Oxidation%20101.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 6 Ocak 2024].

Minnesota Urolith Centre., 2020, *Canine Silica Uroliths*, <https://Drive.Google.Com/File/d/1z594SZGNZMarn0X4TXIzyWtaJWviQ8uD/View>, [Ziyaret Tarihi: 15 Mart 2024].

Molversmyr, E., Devle, H. M., Naess-Andresen, C. F., and Ekeberg, D., 2022, Identification and quantification of lipids in wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*), and salmon feed by GC-MS, *Food Science & Nutrition*, 10(9), 3117-3127.

Montegiove, N., Calzoni, E., Cesaretti, A., Alabed, H., Pellegrino, R. M., Emiliani, C., Leonardi, L., 2020, Comprehensive evaluation of lipidic content in dry pet food raw materials: comparison between fresh meats and meat meals, *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 24.

Monti, M., Gibson, M., Loureiro, B. A., Sá, F. C., Putarov, T. C., Villaverde, C., Alavi, S., and Carciofi, A. C., 2016, Influence of dietary fiber on macrostructure and processing traits of extruded dog foods, *Animal Feed Science and Technology*, 220, 93-102.

Mooney, A., 2016, *Stability of essential nutrients in pet food manufacturing and storage*, Thesis (PhD), Kansas State University.

Morelli, G., Stefanutti, D., and Ricci, R., 2021, A Survey among Dog and Cat Owners on Pet Food Storage and Preservation in the Households, *Animals*, 11(2), 273.

Moretti, A. F., Peláez, Á. L., and Golowczyc, M. A., 2024, Protection capacity of *Lactiplantibacillus plantarum* 83114 against contamination of dry pet food with *Aspergillus flavus*, *Animal Feed Science and Technology*, 316, 116085.

Moreira, S. P., de Carvalho, W. M., Alexandrino, A. C., de Paula, H. C. B., Rodrigues, M. D. C. P., de Figueiredo, R. W., Brasil, I. M., 2014, Freshness retention of minimally processed melon using different packages and multilayered edible coating containing microencapsulated essential oil, *International journal of food science & technology*, 49(10), 2192-2203.

Morin, P., Gorman, A., and Lambrakis, L., 2021, A literature review on vitamin retention during the extrusion of dry pet food, *Animal Feed Science and Technology*, 277, 114975.

Moulodi, F., Qajarbeigi, P., Rahmani, K., Haj Hosseini Babaei, A., and Mohammadpoorasl, A., 2015, Effect of fatty acid composition on thermal stability of extra virgin olive oil, *Journal of food quality and hazards control*, 2(2), 56-60.

Mueller, R. S., Fieseler, K. V., Fettman, M. J., Zabel, S., Rosychuk, R. A. W., Ogilvie, G. K., and Greenwalt, T. L., 2004, Effect of omega-3 fatty acids on canine atopic dermatitis, *Journal of Small Animal Practice*, 45(6), 293-297.

Nemser, S. M., Doran, T., Grabenstein, M., McConnell, T., McGrath, T., Pamboukian, R., Smith, A. C., Achen, M., Danzeisen, G., Kim, S., Liu, Y., Robeson, S., Rosario, G., McWilliams Wilson, K., and Reimschuessel, R., 2014, Investigation of *Listeria*, *Salmonella*, and Toxigenic *Escherichia coli* in Various Pet Foods, *Foodborne Pathogens and Disease*, 11(9), 706-709.

Nisticò, R., 2020, Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry, *Polymer Testing*, 90, 106707.

Novasina., 2011, Water activity in pet foods, In Novasina AG.

NRC., 2006, Nutrient Requirements of Dogs and Cats, *National Academies Press*.

Núñez, F., Díaz, M. C., Rodríguez, M., Aranda, E., Martín, A., and Asensio, M. A., 2000, Effects of Substrate, Water Activity, and Temperature on Growth and Verrucosidin Production by *Penicillium polonicum* Isolated from Dry-Cured Ham, *Journal of Food Protection*, 63(2), 231-236.

Ochman, H., and Wilson, A. C., 1987, Evolution in bacteria: Evidence for a universal substitution rate in cellular genomes, *Journal of Molecular Evolution*, 26(1-2), 74-86.

Oishi, S., 2001, Effects of butylparaben on the male reproductive system in rats, *Toxicology and Industrial Health*, 17(1), 31-39.

Olatunde, G. A., and Atungulu, G. G., 2018, Emerging Pet Food Drying and Storage Strategies to Maintain Safety, In *Food and Feed Safety Systems and Analysis* (pp. 45-61), Elsevier.

Oni, R. A., Lambertini, E., and Buchanan, R. L., 2016, Assessing the potential for *Salmonella* growth in rehydrated dry dog food, *International Journal of Food Contamination*, 3(1), 20.

Organization, W. H., 2015, WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015, *World Health Organization*.

Osawa, C. C., Gonçalves, L. A. G., and Ragazzi, S., 2008, Evaluation of the quality of pet foods using fast techniques and official methods, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 223-230.

Papastergiadis, A., Mubiru, E., Van Langenhove, H., and De Meulenaer, B., 2012, Malondialdehyde Measurement in Oxidized Foods: Evaluation of the Spectrophotometric Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) Test in Various Foods, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(38), 9589-9594.

Parr, J. M., and Remillard, R. L., 2014, Handling Alternative Dietary Requests from Pet Owners, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44(4), 667-688.

Paulsen, P., Bauer, S., Bauer, F., and Dicakova, Z., 2021, Contents of Polyamines and Biogenic Amines in Canned Pet (Dogs and Cats) Food on the Austrian Market, *Foods*, 10(10), 2365.

Paulsen, P., Bauer, S., Kukleci, E., Smulders, F. J. M., and Dicakova, Z., 2021, Gehalte an biogenen Aminen in Tierfutterkonserven und in zur Rohverfütterung bestimmter Rindermuskulatur (BARF), *J. Food Saf. Food Qual*, 72, 89-93.

Pereira, A. M., Pinto, E., Matos, E., Castanheira, F., Almeida, A. A., Baptista, C. S., Cabrita, A. R., 2018, Mineral composition of dry dog foods: Impact on nutrition and potential toxicity, *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(29), 7822-7830.

Pesti, G. M., Bakalli, R. I., Qiao, M., and Sterling, K. G., 2002, A Comparison of Eight Grades of Fat as Broiler Feed Ingredients, *Poultry Science*, 81(3), 382-390.

Pezzali, J. G., Aldrich, G., and Koppel, K., 2019, *Process and uses of alternative carbohydrate sources in pet foods and treats*, Kansas State University.

PFI., 2015, *Survey: Dog owners have difficulty choosing pet food*, <https://Www.Petfoodindustry.Com/Pet-Food-Market/Article/15461532/Survey-Dog-Owners-Have-Difficulty-Choosing-Pet-Food>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

Piğłowski, M., 2019, Pathogenic and Non-Pathogenic Microorganisms in the Rapid Alert System for Food and Feed, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 477

Piotrowska, M., Slizewska, K., and Biernasiak, J., 2013, Mycotoxins in cereal and soybean-based food and feed, *Brazil: Soybean-Pest Resistance*, 185-230.

Podolak, R., Enache, E., Stone, W., Black, D. G., and Elliott, P. H., 2010, Sources and Risk Factors for Contamination, Survival, Persistence, and Heat Resistance of Salmonella in Low-Moisture Foods, *Journal of Food Protection*, 73(10), 1919-1936.

Pokorný, J., 2007, Are natural antioxidants better-and safer-than synthetic antioxidants? *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(6), 629-642.

Poojary, M. M., and Lund, M. N., 2022, Chemical Stability of Proteins in Foods: Oxidation and the Maillard Reaction, *Annual Review of Food Science and Technology*, 13(1), 35-58.

Pop, A., Berce, C., Bolfa, P., Nagy, A., Catoi, C., Dumitrescu, I.-B., Silaghi-Dumitrescu, L., and Loghin, F., 2013, Evaluation of the possible endocrine disruptive effect of butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene and propyl gallate in immature female rats, *Evaluation*, 61, 1.

Popović, T., Martačić, J. D., Pokimica, B., Ravić, B., Ranković, S., Glibetić, M., and Stepanović, P., 2023, Phospholipid fatty acid profiles of plasma and erythrocyte membranes in dogs fed with commercial granulated food, *Acta Veterinaria*, 73(1), 119-132.

Prata, J. C., 2022, Survey of Pet Owner Attitudes on Diet Choices and Feeding Practices for Their Pets in Portugal, *Animals*, 12(20), 2775.

Purushothaman, D., Brown, W. Y., Vanselow, B. A., Quinn, K., and Wu, S.-B., 2014, Flaxseed oil supplementation alters the expression of inflammatory-related genes in dogs, *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 5322-5332.

Pühringer, S., Razzazi-Fazeli, E., Kuebber-Heiss, A., Böhm, J., and Iben, C., 2007, Occurrence of ochratoxin A in feline kidneys and pet foods for cats, *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, Vol. 94, No. 7/8, 192-196.

Puschner, B., 2002, Mycotoxins, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 32(2), 409-419.

Ramezanzadeh, F. M., Rao, R. M., Windhauser, M., Prinyawiwatkul, W., Tulley, R., and Marshall, W. E., 1999, Prevention of Hydrolytic Rancidity in Rice Bran during Storage, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(8), 3050-3052.

Randhawa, S., and Bahna, S. L., 2009, Hypersensitivity reactions to food additives, *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 9(3), 278-283.

Raspa, F., Schiavone, A., Pattono, D., Galaverna, D., Cavallini, D., Vinassa, M., Bergero, D., Dalmaso, A., Bottero, M. T., and Valle, E., 2023, Pet feeding habits and the microbiological contamination of dog food bowls: effect of feed type, cleaning method and bowl material, *BMC Veterinary Research*, 19(1), 261.

Re, S., Zanoletti, M., and Emanuele, E., 2008, Aggressive dogs are characterized by low omega-3 polyunsaturated fatty acid status, *Veterinary Research Communications*, 32(3), 225-230.

Remillard, R. L., and Crane, S. W., 2010, Making pet foods at home, *Small Animal Clinical Nutrition*, 207-223.

Riaz, M. N., Asif, M., and Ali, R., 2009b, Stability of Vitamins during Extrusion, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(4), 361-368.

Richard, J. L., 2007, Some major mycotoxins and their mycotoxicoses-An overview, *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 3-10.

Ricci, R., Berlanda, M., Tenti, S., and Bailoni, L., 2009, Study of the chemical and nutritional characteristics of commercial dog foods used as elimination diet for the diagnosis of canine food allergy, *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup2), 328-330

Robards, K., Kerr, A. F., and Patsalides, E., 1988, Rancidity and its measurement in edible oils and snack foods, A review, *The Analyst*, 113(2), 213.

Robertson, G. L., 2016, Packaging and Food and Beverage Shelf Life, *In The Stability and Shelf Life of Food* (pp. 77-106), Elsevier.

Robin, F., Schuchmann, H. P., and Palzer, S., 2012, Dietary fiber in extruded cereals: Limitations and opportunities, *Trends in Food Science & Technology*, 28(1), 23-32.

Rocchini, A. P., Moorehead, C., Wentz, E., and Deremer, S., 1987, Obesity-induced hypertension in the dog, *Hypertension*, 9(6_pt_2), III64.

Rodriguez-Amaya, D. B., and Shahidi, F., 2021, Oxidation of lipids, *In Chemical Changes During Processing and Storage of Foods* (pp. 125-170), Elsevier.

Rokey, G., and Plattner, B., 1995, Process description, *Pet Food Production*, Wenger Mfg, Inc., Sabetha, KS USA, 66534, 1-18.

Rokey, G. J., Plattner, B., and Souza, E. M. de., 2010, Feed extrusion process description, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 510-518.

Rolinec, M., Bíro, D., Gálik, B., Šimko, M., Juráček, M., Tvarožková, K., and Ištuková, A., 2016, The nutritive value of selected commercial dry dog foods, *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 19(1), 25-28.

Rose, J. C., Johnson, M., Ramwell, P. W., and Kot, P. A., 1974, Effects of Arachidonic Acid on Systemic Arterial Pressure, Myocardial Contractility and Platelets in the Dog, *Experimental Biology and Medicine*, 147(3), 652-655.

Roush, J. K., Cross, A. R., Renberg, W. C., Dodd, C. E., Sixby, K. A., Fritsch, D. A., Allen, T. A., Jewell, D. E., Richardson, D. C., Leventhal, P. S., and Hahn, K. A., 2010, Evaluation of the effects of dietary supplementation with fish oil omega-3 fatty acids on weight bearing in dogs with osteoarthritis, *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 236(1), 67-73.

Ruíz, A., Cañada, M. J. A., and Lendl, B., 2001, A rapid method for peroxide value determination in edible oils based on flow analysis with Fourier transform infrared spectroscopic detection, *The Analyst*, 126(2), 242-246,

Rustan, A. C., and Drevon, C. A., 2005, Fatty Acids: Structures and Properties, *In Encyclopedia of Life Sciences*, Wiley.

Rutherford, S. M., Rutherford-Markwick, K. J., and Moughan, P. J., 2007, Available (Ileal Digestible Reactive) Lysine in Selected Pet Foods, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(9), 3517-3522.

Sabchuk, T. T., Lima, D. C., Bastos, T. S., Oliveira, S. G., Félix, A. P., and Maiorka, A., 2019, Crude corn oil as dietary fat source for dogs, *Animal Feed Science and Technology*, 247, 173-182.

Saldana, M. D. A., and Martinez-Monteagudo, S. I., 2013, Oxidative Stability of Fats and Oils Measured by Differential Scanning Calorimetry for Food and Industrial Applications, *In Applications of Calorimetry in a Wide Context-Differential Scanning Calorimetry, Isothermal Titration Calorimetry and Microcalorimetry*, InTech.

Saldarriaga, J. C. D., Posada, S. L., and Trujillo, J. H. A., 2017, Assessment of energy content in dog foods, *Archivos de Zootecnia*, 66(254), 279-286.

Sand, C. K., 2018, Packaging That Appeals to Pet Owners, *Food Technology*, 72(3), 69-71.

Sanderson, S. L., 2021, Pros and Cons of Commercial Pet Foods (Including Grain/Grain Free) for Dogs and Cats, *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 51(3), 529-550.

Schaich, K. M., 1992, Metals and lipid oxidation, Contemporary issues, *Lipids*, 27(3), 209-218.

Schaich, K. M., Shahidi, F., Zhong, Y., and Eskin, N. A. M., 2013, Lipid Oxidation, *In Biochemistry of Foods*, pp. 419-478.

Schleicher, M., Cash, S. B., and Freeman, L. M., 2019, Determinants of pet food purchasing decisions, *The Canadian Veterinary Journal*, 60(6), 644-650.

Schlieck, T. M. M., Petrolli, T. G., Bissacotti, B. F., Copetti, P. M., Bottari, N. B., Morsch, V. M., and da Silva, A. S., 2021, Addition of a blend of essential oils, cloves, rosemary and oregano and vitamin E to replace conventional chemical antioxidants in dog feed: Effects on food quality and health of beagles, *Archives of Animal Nutrition*, 75(5), 389-403.

Scorza, F. A., Cavalheiro, E. A., Arida, R. M., Terra, V. C., Scorza, C. A., Ribeiro, M. O., and Cysneiros, R. M., 2009, Positive impact of omega-3 fatty acid supplementation in a dog with drug-resistant epilepsy: A case study, *Epilepsy & Behavior*, 15(4), 527-528.

Scott, D. W., Miller Jr, W. H., Reinhart, G. A., Mohammed, H. O., and Bagladi, M. S., 1997, Effect of an omega-3/omega-6 fatty acid-containing commercial lamb and rice diet on pruritus in atopic dogs: results of a single-blinded study, *Canadian Journal of Veterinary Research*, 61(2), 145.

Sebranek, J. G., and Cassens, R. G., 1973, Nitrosamines: A Review, *Journal of Milk and Food Technology*, 36(2), 76-91.

Selmi, M., Stefanelli, S., Bilei, S., Tolli, R., Bertolotti, L., Marconi, P., Giurlani, S., De Lucia, P. G., Ruggeri, G., and Pagani, A., 2011, Contaminated commercial dehydrated food as source of multiple Salmonella serotypes outbreak in a municipal kennel in Tuscany, *Vet Ital*, 47(2), 175-190.

Semwal, A. D., Sharma, G. K., and Arya, S. S., 1994, Factors influencing lipid autooxidation in dehydrated precooked rice and Bengalgram dhal, *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 31, No. 4, 293-297

Serhan, M., Hadid, M., Dimassi, H., Deghel, M., and Hassan, H. F., 2022, Microbiological safety of commercial canned and dry pet food products in Lebanon, *Frontiers in Veterinary Science*, 9.

Sgorlon, S., Sandri, M., Stefanon, B., and Licastro, D., 2022, Elemental composition in commercial dry extruded and moist canned dog foods, *Animal Feed Science and Technology*, 287, 115287.

Shahidi, F., 2005, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Wiley. Hoboken

Shahidi, F., and Ambigaipalan, P. (2018, Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Their Health Benefits, *Annual Review of Food Science and Technology*, 9(1), 345-381.

Shahidi, F., and Zhong, Y., 2010, Lipid oxidation and improving the oxidative stability, *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067.

Shields, C. J., Rozzi, N. L., Aldrich, C. G., and Talavera, M. J., 2023, Effects of different chicken protein sources on palatability in dry adult dog food, *Frontiers in Animal Science*, 4, 1292658.

Sarkadi, L. S., 2019, Amino acids and biogenic amines as food quality factors, *Pure and Applied Chemistry*, 91(2), 289-300.

Simopoulos, A. P., 2008, The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases, *Experimental Biology and Medicine*, 233(6), 674-688.

Simopoulos, A. P., 2010, The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications, Oléagineux, Corps Gras, *Lipides*, 17(5), 267-275.

Singh, M., Thompson, M., Sullivan, N., and Child, G., 2005, Thiamine deficiency in dogs due to the feeding of sulphite preserved meat, *Australian Veterinary Journal*, 83(7), 412-417.

Singh, R., Barden, A., Mori, T., and Beilin, L., 2001, Advanced glycation end-products: a review, *Diabetologia*, 44(2), 129-146.

Singh, S. D., and Chuturgoon, A. A., 2017, A comparative analysis of mycotoxin contamination of supermarket and premium brand pelleted dog food in Durban, South Africa, *Journal of the South African Veterinary Association*, 88.

Singh, S. D., Sheik Abdul, N., Phulukdaree, A., Tiloke, C., Nagiah, S., Baijnath, S., and Chuturgoon, A. A., 2018, Toxicity assessment of mycotoxins extracted from contaminated

commercial dog pelleted feed on canine blood mononuclear cells, *Food and Chemical Toxicology*, 114, 112-118.

Singh, S., Gamlath, S., and Wakeling, L., 2007, Nutritional aspects of food extrusion: a review, *International Journal of Food Science & Technology*, 42(8), 916-929.

Snook, J. T., Park, S., Williams, G., Tsai, Y. H., and Lee, N., 1999, Effect of synthetic triglycerides of myristic, palmitic, and stearic acid on serum lipoprotein metabolism, *European journal of clinical nutrition*, 53(8), 597-605.

Spannhake, E. W., Lemen, R. J., Wegmann, M. J., Hyman, A. L., and Kadowitz, P. J., 1978, Effects of arachidonic acid and prostaglandins on lung function in the intact dog, *Journal of Applied Physiology*, 44(3), 397-405.

Spears, J. K., and Fahey Jr, G. C., 2004, Resistant starch as related to companion animal nutrition, *Journal of AOAC International*, 87(3), 787-791.

Stadtman, E. R., and Levine, R. L., 2003, Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins, *Amino Acids*, 25(3-4), 207-218.

Stapelfeldt, H., Nielsen, B. R., and Skibsted, L. H., 1997, Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder, *International Dairy Journal*, 7(5), 331-339.

Steel, R. J. S., 1997, Thiamine deficiency in a cat associated with the preservation of pet meat with sulphur dioxide, *Australian Veterinary Journal*, 75(10), 719-721.

Steele, R., 2004, Understanding and measuring the shelf-life of food, *Woodhead Publishing*.

Steinman EG, H. A. and W., 1986, The effects of soft-drink preservatives on asthmatic children, *South African Medical Journal*, 70(3), 404-406.

Stercova, E., Strakova, E., Tsponova, J., Grmelova, M., Janacova, K., and Muchova, K., 2022, Nutritional evaluation of commercial dry dog foods available on the Czech market, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(3), 614-621.

Stiver, S. L., Frazier, K. S., Mauel, M. J., and Styer, E. L., 2003, Septicemic Salmonellosis in Two Cats Fed a Raw-Meat Diet, *Journal of the American Animal Hospital Association*, 39(6), 538-542.

Streiff, E. L., Bauer, J. E., Zwischenberger, B., Butterwick, R. F., Wagner, E., and Iben, C., 2002, A comparison of the nutritional adequacy of home-prepared and commercial diets for dogs, *The Journal of nutrition*, 132(6), 1698S-1700S.

Stroucken, W. P. J., van der Poel, A. F. B., Kappert, H. J., and Beynen, A. C., 1996, Extruding vs Pelleting of a Feed Mixture Lowers Apparent Nitrogen Digestibility in Dogs, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71(4), 520-522.

Sulaimon, R. O., and Adeyemi, K. D., 2024, Influence of salt types and honey addition on physicochemical properties, cholesterol oxidation products, microbial profile and sensory attributes of sun-dried beef jerky, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(9), 7431-7442.

Swanson, K. S., Carter, R. A., Yount, T. P., Aretz, J., and Buff, P. R., 2013, Nutritional Sustainability of Pet Foods, *Advances in Nutrition*, 4(2), 141-150.

Szczecz, G. M., Carlton, W. W., and Tuite, J., 1973, Ochratoxicosis in Beagle Dogs, 1. Clinical and Clinicopathological Features, *Veterinary Pathology*, 10(2), 135-154.

Şık, Z., Altıntaş, Ö., Atıcı, E. G., Elitok, Y., and Şen, S., 2022, Distribution of Salmonella serovars of animal origin in Türkiye between 2015 and 2020, *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 33(2), 7-14.

Taffe, B. G., and Kensler, T. W., 1988, Tumor promotion by a hydroperoxide metabolite of butylated hydroxytoluene, 2, 6-di-tert-butyl-4-hydroperoxy-4-methyl-2, 5-cyclohexadienone, in mouse skin, *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology*, 61(3), 291-303.

Tatum, V., and Chow, C. K., 2007, Effects of processing and storage on fatty acids in edible oils, *In Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*, (pp. 507-524), CRC Press.

Tegzes, J. H., Oakley, B. B., and Brennan, G., 2019, Comparison of mycotoxin concentrations in grain versus grain-free dry and wet commercial dog foods, *Toxicology Communications*, 3(1), 61-66.

Tesfom, G., and Birch, N., 2010, Do they buy for their dogs the way they buy for themselves? *Psychology & Marketing*, 27(9), 898-912.

Thachil, M. T., Chouksey, M. K., and Gudipati, V., 2014, Amylose-lipid complex formation during extrusion cooking: effect of added lipid type and amylose level on corn-based puffed snacks, *International Journal of Food Science & Technology*, 49(2), 309-316.

The Jamovi Project, 2024, Jamovi (Version 2.5), (Bilgisayar Programı).

Thomas, M., and van der Poel, A. F. B., 1996, Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality, *Animal Feed Science and Technology*, 61(1-4), 89-112.

Thompson, A., 2008, Ingredients: Where Pet Food Start, *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 127-132.

Tian, F., Decker, E. A., and Goddard, J. M., 2013, Controlling lipid oxidation of food by active packaging Technologies, *Food & Function*, 4(5), 669.

Timmons, R. A., 2006, Water activity as a tool for predicting and controlling the stability of pet foods, *Nutritional biotechnology in the feed and food industries: Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium*, 23-26 April 2006, Lexington, Kentucky, USA, North American Biosciences Center, 277-282 ref. 7.

Tran, Q. D., Hendriks, W. H., and van der Poel, A. F., 2008, Effects of extrusion processing on nutrients in dry pet food, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1487-1493.

Tran, Q. D., Hendriks, W. H., and van der Poel, A. F. B., 2011, Effects of drying temperature and time of a canine diet extruded with a 4 or 8mm die on physical and nutritional quality indicators, *Animal Feed Science and Technology*, 165(3-4), 258-264.

Tu, C., and Vertegel, A., 2013, *Extraction of antioxidants from animal blood and its potential application as a pet food preservative*, In ProQuest Dissertations and Theses.

Tuna Keleştemur, G., 2023, Balıkçılık endüstrisinde uygun yem katkı maddelerinin seçimi ve kullanımı, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 783-793.

Turek, J. J., Watkins, B. A., Schoenlein, I. A., Allen, K. G. D., Hayek, M. G., and Aldrich, C. G., 2003, Oxidized lipid depresses canine growth, immune function, and bone formation, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(1), 24-31.

Troutt, H.F., Schaeffer, D., Kakoma, I., and Pearl, G.G., 2001, Prevalence Of Selected Food Borne Pathogens In Final Rendered Products: Pilot Study, *Fats and Proteins Research Foundation*, 312.

Uluata, S., McClements, D. J., and Decker, E. A., 2015, How the Multiple Antioxidant Properties of Ascorbic Acid Affect Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(6), 1819-1824.

USDA, 2019a, *Oil, flaxseed, cold pressed*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/171426/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024]. USDA, 2019b, *Oil, corn*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Food-Details/169867/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2019c, *Oil, palm*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/171015/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2019d, *Fat, beef tallow*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/171400/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2019e, *Lard*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/171401/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2019f, *Fat, chicken*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/173564/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2019g, *Fish oil, cod liver*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Fdc-App.Html#/Food-Details/173577/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2021, *Oil, sunflower*, <https://Fdc.Nal.USda.Gov/Food-Details/1750349/Nutrients>, [Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2024].

USDA, 2024, *Pet Food Sales in Turkiye Are Expected to Double by 2027*, <https://Apps.Fas.Usda.Gov/Newgainapi/Api/Report/DownloadReportByFileName?FileName=Pet%20Food%20Sales%20in%20Turkiye%20Are%20Expected%20to%20Double%20by%202027> Ankara Turkiye TU2024-0003.Pdf, [Ziyaret tarihi: 5 Nisan 2024].

Utrera, M., Morcuende, D., and Estévez, M., 2014, Fat content has a significant impact on protein oxidation occurred during frozen storage of beef patties, *LWT-Food Science and Technology*, 56(1), 62-68.

Uzzau, S., Brown, D. J., Wallis, T., Rubino, S., Leori, G., Bernard, S., Casadeus, J., Platt, D. J., and Olsen, J. E., 2000, Host adapted serotypes of Salmonella enterica, *Epidemiology and Infection*, 125(2), 229-255.

van Bree, F. P. J., Bokken, G. C. A. M., Mineur, R., Franssen, F., Opsteegh, M., van der Giessen, J. W. B., Lipman, L. J. A., and Overgaaouw, P. A. M., 2018, Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs, *Veterinary Record*, 182(2), 50-50.

van Rooijen, C., Bosch, G., van der Poel, A. F. B., Wierenga, P. A., Alexander, L., and Hendriks, W. H., 2013, The Maillard reaction and pet food processing: effects on nutritive value and pet health, *Nutrition Research Reviews*, 26(2), 130-148.

van Rooijen, C., Bosch, G., Wierenga, P. A., Hendriks, W. H., and van der Poel, A. F. B., 2014, The effect of steam pelleting of a dry dog food on the Maillard reaction, *Animal Feed Science and Technology*, 198, 238-247.

Vaughn, D. M., Reinhart, G. A., Swaim, S. F., Lauten, S. D., Garner, C. A., Boudreaux, M. K., Spano, J. S., Hoffman, C. E., and Conner, B., 1994, Evaluation of Effects of Dietary n-6 to n-3 Fatty Acid Ratios on Leukotriene B Synthesis in Dog Skin and Neutrophils, *Veterinary Dermatology*, 5(4), 163-173.

Varga, J., Mézes, B., and Fodor, L., 1990, Serogroups of Campylobacter jejuni from Man and Animals, *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 37(1-10), 407-411.

Verma, T., Wei, X., Lau, S. K., Bianchini, A., Eskridge, K. M., Stratton, J., Anderson, N. M., Thippareddi, H., and Subbiah, J., 2018, Response Surface Methodology for Salmonella

Inactivation During Extrusion Processing of Oat Flour, *Journal of Food Protection*, 81(5), 815-826.

Verma, T., 2017, *Validation of extrusion processing for the safety of low-moisture foods*, Thesis (PhD), University of Nebraska.

Vikis, H. G., Gelman, A. E., Franklin, A., Stein, L., Rymaszewski, A., Zhu, J., Liu, P., Tichelaar, J. W., Krupnick, A. S., and You, M., 2012, Neutrophils are required for 3-methylcholanthrene-initiated, butylated hydroxytoluene-promoted lung carcinogenesis. *Molecular Carcinogenesis*, 51(12), 993-1002.

Visciano, P., Schirone, M., and Paparella, A., 2020, An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products, *Foods*, 9(12), 1795.

Visconti, V., Coton, E., Rigalma, K., and Dantigny, P., 2021, Effects of disinfectants on inactivation of mold spores relevant to the food industry: a review, *Fungal Biology Reviews*, 38, 44-66.

Vu, T. P., He, L., McClements, D. J., and Decker, E. A., 2020, Effects of water activity, sugars, and proteins on lipid oxidative stability of low moisture model crackers, *Food Research International*, 130, 108844.

Vudathala, D., Klobut, J., Cummings, M., Tkachenko, A., Reimschuessel, R., Murphy, L., Bischoff, K., Magnin, G., Pace, E., and Wilson, C., 2020, Multilaboratory Evaluation of a Lateral Flow Method for Aflatoxin B1 Analysis in Dry Dog Food, *Journal of AOAC International*, 103(2), 480-488.

Wander, R. C., Hall, J. A., Gradin, J. L., Du, S.-H., and Jewell, D. E., 1997, The Ratio of Dietary (n-6) to (n-3) Fatty Acids Influences Immune System Function, Eicosanoid Metabolism, Lipid Peroxidation and Vitamin E Status in Aged Dogs 1-4, *The Journal of Nutrition*, 127(6), 1198-1205.

Wani, S.A., Solanke, N., and Kumar, P., 2015, Extruded product based on oat and fenugreek and their storage stability, *Current Nutrition & Food Science*, 11(1), 78-84.

Walters, J. M., Hackett, T. B., Ogilvie, G. K., and Fettman, M. J., 2010, Polyunsaturated Fatty Acid Dietary Supplementation Induces Lipid Peroxidation in Normal Dogs, *Veterinary Medicine International*, 2010, 1-4.

Weese, J. S., and Rousseau, J., 2006, Survival of Salmonella Copenhagen in food bowls following contamination with experimentally inoculated raw meat: effects of time, cleaning, and disinfection, *The Canadian Veterinary Journal*, 47(9), 887.

Weese, J. S., Rousseau, J., and Arroyo, L., 2005, Bacteriological evaluation of commercial canine and feline raw diets, *The Canadian Veterinary Journal*, 46(6), 513.

White, D. G., 2003, Antimicrobial susceptibility and genetic relatedness of Salmonella serovars isolated from animal-derived dog treats in the USA, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 52(5), 860-863.

Wiese, H. F., Yamanaka, W., Coon, E., and Barber, S., 1966, Skin Lipids of Puppies as Affected by Kind and Amount of Dietary Fat, *The Journal of Nutrition*, 89(1), 113-122.

Wimalaweera, U., Jayasooriya, A. P., Abeysinghe, D. C., and Prathapasinghe, G. A., 2021, Determination of Nutritional Properties of Locally Manufactured Dry Dog Food, *Wayamba Journal of Animal Science*, 13, 1880-1887.

Witaszak, N., Stępień, Ł., Bocianowski, J., and Waśkiewicz, A., 2019, Fusarium Species and Mycotoxins Contaminating Veterinary Diets for Dogs and Cats, *Microorganisms*, 7(1), 26.

Witaszak, N., Waśkiewicz, A., Bocianowski, J., and Stępień, Ł., 2020, Contamination of Pet Food with Mycobiota and Fusarium Mycotoxins-Focus on Dogs and Cats, *Toxins*, 12(2), 130.

Witschi, H. P., 1986, Enhanced tumour development by butylated hydroxytoluene (BHT) in the liver, lung and gastro-intestinal tract, *Food and Chemical Toxicology*, 24(10-11), 1127-1130.

WOAH, 2021, *Salmonella enterica* (all serovars), <https://Wwww.Woah.Org/App/Uploads/2021/05/Salmonella-Enterica-All-Serovarsinfection-with.Pdf>, [Ziyaret tarihi: 4 Kasım 2024].

Wojdat, E., Kwiatek, K., and Kozak, M., 2005, Microbiological quality of animal feedingstuffs in Poland, *Bulletin-Veterinary Institute In Pulawy*, 49(3), 315.

Wojdat, E., Kwiatek, K., and Zasadny, R., 2004, Microbiological quality of petfood in Poland, *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 7(3), 207-209.

Worth, A. J., Ainsworth, S. J., Brocklehurst, P. J., and Collet, M. G., 1997, Nitrite poisoning in cats and dogs fed a commercial pet food, *New Zealand Veterinary Journal*, 45(5), 193-195.

Wouters, A. T. B., Casagrande, R. A., Wouters, F., Watanabe, T. T. N., Boabaid, F. M., Cruz, C. E. F., and Driemeier, D., 2013, An outbreak of aflatoxin poisoning in dogs associated with aflatoxin B1-contaminated maize products, *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 25(2), 282-287.

Wyrostek, A., Czyż, K., Sokoła-Wysoczańska, E., Patkowska-Sokoła, B., and Bielas, W., 2023, The Effect of Ethyl Esters of Linseed Oil on the Changes in the Fatty Acid Profile of Hair Coat Sebum, Blood Serum and Erythrocyte Membranes in Healthy Dogs, *Animals*, 13(14), 2250.

Yamka, R. M., McLeod, K. R., Harmon, D. L., Freetly, H. C., Schoenherr, W. D., 2007, The impact of dietary protein source on observed and predicted metabolizable energy of dry extruded dog foods, *Journal of animal science*, 85(1), 204-212.

Yang, Z., Zhou, Y., Xing, J.-J., Guo, X.-N., and Zhu, K.-X., 2021, Influence of extrusion on storage quality of dried oat noodles: Lipid degradation and off-flavours, *Journal of Cereal Science*, 101, 103316.

Yildiz, M., and Demirbilek, S. K., 2024, Investigation of prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella in pet dogs and cats in Turkey, *Veterinary Medicine and Science*, 10(4).

Yörük, N. G., and Danyer, E., 2016, Gıda katkı maddeleri genel bilgiler ve tanımlar, Türkiye Klinikleri, *Food Sciences-Special Topics*, 2(2), 1-10.

Zafalon, R. V. A., Risolia, L. W., Vendramini, T. H. A., Rodrigues, R. B. A., Pedrinelli, V., Teixeira, F. A., and Brunetto, M. A., 2020, Nutritional inadequacies in commercial vegan foods for dogs and cats, *PLoS One*, 15(1), e0227046.

Zglińska, K., Niemiec, T., Bryś, J., Bryś, A., Łozicki, A., Kosieradzka, I., and Koczoń, P., 2020, The combined use of GC, PDSC and FT-IR techniques to characterize fat extracted from commercial complete dry pet food for adult cats, *Open Chemistry*, 18(1), 1136-1147.

Zhang, W., Li, N., Feng, Y., Su, S., Li, T., and Liang, B., 2015, A unique quantitative method of acid value of edible oils and studying the impact of heating on edible oils by UV-Vis spectrometry, *Food Chemistry*, 185, 326-332.

Zhou, W., Luo, J., Zhao, L., Zhao, M., Ouyang, Z., and Yang, M., 2018, Influences of different storage environments and packaging materials on the quality of the traditional Chinese health food *Herba Menthae Haplocalycis*, *Food packaging and shelf life*, 15, 52-61.

Zicker, S. C., 2008, Evaluating Pet Foods: How Confident Are You When You Recommend a Commercial Pet Food? *Topics in Companion Animal Medicine*, 23(3), 121-126.

Quast, D., and Karel, M., 1971, Effects of oxygen diffusion on oxidation of some dry foods, *International Journal of Food Science & Technology*, 6(1), 95-106.

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

FARKLI DEPOLAMA SÜRE VE KOŞULLARININ KÖPEK MAMALARININ KALİTE VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ.pdf

ORJİNALLİK RAPORU

%**5**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**4**

İNTERNET KAYNAKLARI

%**4**

YAYINLAR

%**1**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

2

Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)

Öğrenci Ödevi

%**1**

3

docplayer.biz.tr

İnternet Kaynağı

%**1**

4

www.guvenplus.com.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

5

dspace.yildiz.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%**1**

6

Bayırbağ, Dilek Tulay. "Broyler Rasyonlarında Maya Kültürü (*Saccharomyces Cerevisiae*) ve Prebiyotik (*Mos*) Kullanılmasının Besi Performansı ve Bazı kan Parametreleri Üzerine Etkisi", Ankara Üniversitesi (Turkey), 2024

Yayın

<%**1**

7

zoofed.cu.edu.tr

ETİK KURUL İZİN YAZISI

Uyarı: Canlı denekler üzerinde yapılan tüm araştırmalar için Etik Kurul Belgesi alınması zorunludur.

- ☐ Etik Kurul izni gerekmektedir.
- ☒ Etik Kurul izni gerekmemektedir.

Mehmet KUKİRİK
(İmza)



KURUM İZNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

- ☐ Kurum izni gerekmektedir.
- ☒ Kurum izni gerekmemektedir.

Mehmet KUKİRİK
(İmza)



ÖZGEÇMİŞ

