

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YL-2024-0106

**EKSTRUDE KEDİ DİYETLERİNE SENTETİK ANTİOKSİDAN
VE/VEYA BİTKİSEL EKSTRAKT KARIŞIMI
KATILMASININ ZAMANA BAĞLI LİPİD OKSİDASYONU VE
BESİN MADDE BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

CANSU ÇAVUŞOĞLU AKAR
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Onur TATLI

AYDIN-2024

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Cansu ÇAVUŞOĞLU AKAR tarafından hazırlanan “Ekstrude Kedi Diyetlerine Sentetik Antioksidan ve/veya Bitkisel Ekstrakt Karışımı Katılmasının Zamana Bağlı Lipid Oksidasyonu ve Besin Madde Bileşimi Üzerine Etkileri” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 08/11/2024

Üye (T.D.)	: Dr. Öğr. Üyesi Onur TATLI	Aydın Adnan Menderes ... (imza) ... Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. B. Hakan KÖKSAL	Aydın Adnan Menderes ... (imza) ... Üniversitesi
Üye	: Prof. Dr. Ahmet Yavuz PEKEL	İstanbul Üniversitesi - ... (imza) ... Cerrahpaşa

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumunda alınan nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK

Enstitü Müdürü V.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmamda ilgi, yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Onur TATLI'ya çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince gösterdiği sabır, özveri ve destekleri için eşime ve aileme ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
RESİMLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Hazır Diyetlerin Tarihçesi	3
2.2. Kedilerin Beslenmesi	3
2.3. Antioksidanlar	7
2.3.1. Antioksidanların Etki Mekanizmaları	7
2.3.1.1. Sentetik antioksidanlar	8
2.3.1.2. Doğal antioksidanlar	9
2.3.1.3. Doğal antioksidan olarak tıbbi ve aromatik bitkiler	10
2.3.1.3.1. Zerdeçal	10
2.3.1.3.2. Biberiye	11
2.3.1.3.3. Karanfil	11
3. GEREÇ VE YÖNTEM	13
3.1. Gereç	13
3.1.1. Yem	13

3.1.2. Cihazlar	14
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Ham Besin Madde Analizleri	15
3.2.2. Serbest Yağ Asitleri Düzeyinin Belirlenmesi	20
3.2.3. Peroksit Düzeyinin Belirlenmesi	21
3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme	21
4. BULGULAR	22
4.1. Deneme Diyetlerinde Zamana Bağlı Ham Besin Madde Düzeylerindeki Değişimler	22
4.2. Deneme Diyetlerinde Zamana Bağlı Serbest Yağ Asitleri ve Peroksit Düzeylerindeki Değişimler	22
5. TARTIŞMA	28
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR	32
BİLİMSEL ETİK BEYANI	39
ÖZ GEÇMİŞ	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BHA	: Bütillenmiş hidroksi anisol
BHT	: Bütillenmiş hidroksi tolüen
CAT	: Katalaz
DHA	: Dokosaheksaenoik asitler
EPA	: Eikosapentaenoik asit
ETH	: Etoksikuin
FEDIAF	: Avrupa Evcil Hayvan Diyet Endüstrisi Federasyonu
GP	: Glutasyon peroksidaz
GRAS	: Güvenli bileşikler listesi
GSH	: Glutasyon
KM	: Kuru madde
PG	: Propil gallat
SOD	: Süperoksit dizmutaz
TBHQ	: Tersiyer butil hidrokinon

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.	Araştırma kapsamında kullanılan inkübatör ve deneysel gruplar	14
Resim 2.	Nem tayin cihazı	15
Resim 3.	Kül fırını	16
Resim 4.	Hidroliz cihazı	17
Resim 5.	Ekstraksiyon cihazı	18
Resim 6.	Yakma cihazı	19
Resim 7.	Distilasyon ve titrasyon cihazı	19

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Kedilerin besin madde gereksinimleri, 100 g KM’de en az	5
Tablo 2. Deneme gruplarını oluşturan diyetler	13
Tablo 3. Deneme gruplarında zamana bağlı ham protein düzeylerindeki (%) değişim	24
Tablo 4. Deneme gruplarında zamana bağlı ham yağ düzeylerindeki (%) değişim	24
Tablo 5. Deneme gruplarında zamana bağlı ham kül düzeylerindeki (%) değişim	25
Tablo 6. Deneme gruplarında zamana bağlı nem düzeylerindeki (%) değişim	25
Tablo 7. Deneme gruplarında zamana bağlı su aktivite düzeylerindeki (Wa) değişim	26
Tablo 8. Deneme gruplarında zamana bağlı ham selüloz düzeylerindeki (%) değişim	26
Tablo 9. Deneme gruplarında zamana bağlı serbest yağ asitleri düzeylerindeki (%) değişim	27
Tablo 10. Deneme gruplarında zamana bağlı peroksit düzeylerindeki (mg/g) değişim	27

ÖZET

EKSTRUDE KEDİ DİYETLERİNE SENTETİK ANTİOKSİDAN VE/VEYA BİTKİSEL EKSTRAKT KARIŞIMI KATILMASININ ZAMANA BAĞLI LİPİD OKSİDASYONU VE BESİN MADDE BİLEŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

**Çavuşoğlu Akar C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın,
2024.**

Amaç: Bu tez çalışmasında, ticari olarak üretilen ekstrude kedi diyetlerine sentetik antioksidan karışımı (BHA, BHT) ve/veya bitkisel ekstrakt karışımı (biberiye, zerdeçal, karanfil) katılmasının lipid oksidasyonu ve besin madde bileşimi üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Araştırma, köpek ve kedi ekstrude diyetleri üretimi gerçekleştiren özel bir firmada, deneme gruplarını oluşturacak olan ekstrude kedi diyetleri her bir deneme grubu için birer tonluk üçer parti olacak şekilde, toplam 12 ton yem üretimi 100 °C’de ekstrüzyon işlemiyle gerçekleştirildi. Araştırmada antioksidan katkısı yapılmayan grup birinci deneme grubu olarak tanımlandı. Denemede 1000 gramında 200.000 mg BHT, 50.000 mg BHA, koruyucu olarak 80.000 mg sitrik asit, 20.000 mg ortofosforik asit, bağlayıcı ve taşıyıcı olarak 19.000 mg silisik asit ve %42,10 kalsiyum karbonat kapsayan ticari sentetik antioksidan karışımı firmanın önerdiği düzey olarak ton yeme bir kg olarak katıldı (Grup 2). Araştırmanın diğer faktörü olan ticari bitkisel ekstrakt karışımı ise eşit düzeyde biberiye, zerdeçal ve karanfil ekstraktlarını içerdi ve önerilen düzey olarak diyetle ton başına 500 g eklendi (Grup 3). Her iki ticari antioksidan ürünün de yukarıda belirtilen düzeylerde birlikte katılmasıyla dördüncü deneme grubu oluşturuldu. Araştırmada üretimi yapılan diyetlerde zamana bağlı (0, 4, 8, 12 ve 16. haftalar) ham besin madde bileşimlerindeki değişimler, serbest yağ asitleri ve peroksit düzeyleri belirlendi.

Bulgular: Araştırma sonucunda, gerek sentetik gerekse doğal antioksidan katkısı yapılmasının diyetle zamana bağlı oluşan peroksit düzeyi üzerine ise baskılayıcı etki gösterdiği, birlikte kullanıldıklarında önemli düzeyde etki meydana getirdiği ortaya konmuştur. Diyetin besin madde bileşiminde ise oksidasyona ve antioksidan katkısı yapılmasına bağlı olarak bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Sonuç: Bu çalışmada doğal antioksidan katkısı yapılmasının sentetik antoksidanlara iyi bir alternatif olabileceği, birlikte kullanılmaları durumunda ise meydana getirdikleri istenilen etkilerin daha belirgin olarak ortaya çıktığı sonucuna ulaşıldı.

Anahtar kelimeler: Diyet, Doğal antioksidan, Ekstrude, Kedi, Sentetik antioksidan.

ABSTRACT

EFFECTS OF SUPPLEMENTING SYNTHETIC ANTIOXIDANTS AND/OR HERBAL EXTRACT MIXTURE TO EXTRUDED CAT DIETS ON TIME-DEPENDENT LIPID OXIDATION AND NUTRIENT CONTENT

Çavuşoğlu Akar C. Aydın Adnan Menderes University, Health Sciences Institute, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Master Thesis, Aydın, 2024.

Objective: This study aims to reveal the effects of adding synthetic antioxidant mixtures (BHA, BHT) and/or herbal extract mixtures (rosemary, turmeric, clove) to commercially produced extruded cat diets on lipid oxidation and nutrient degradation.

Material and Methods: The research was carried out in a private company that produces dog and cat extruded diets, and a total of 12 tons of feed was produced by extrusion at 100 °C, with three batches of one ton for each trial group. In the study, the group without antioxidant supplementation was defined as the first trial group. 1000 grams of the commercial synthetic antioxidant mixture used in the trial contained 200,000 mg BHT, 50,000 mg BHA, 80,000 mg citric acid as a preservative, 20,000 mg orthophosphoric acid, 19,000 mg silicic acid and 42.10% calcium carbonate as a binder and carrier, and the level recommended by the company was to eat tons. Participated as one kg (Group 2). The other factor of the study, the commercial herbal extract mixture, contained equal levels of rosemary, turmeric and clove extracts, and 500 g per ton was added to the diet as the recommended level (Group 3). The fourth trial group was created by adding both commercial antioxidant products together at the levels mentioned above. In the research, changes in raw nutrient compositions, free fatty acids and peroxide levels were determined in the diets produced over time (0, 4, 8, 12 and 16 weeks).

Results: As a result of the research, it was revealed that both synthetic and natural antioxidant supplements had a suppressive effect on the peroxide level that formed over time in the diet, and that they had a significant effect when used together. There was no change in the nutrient composition of the diet due to oxidation and antioxidant supplementation.

Conclusion: In this study, it was concluded that the addition of natural antioxidants could be a good alternative to synthetic antioxidants, and when used together, the desired effects they produce were more apparent.

Keywords: Cat, Diet, Extruded, Natural antioxidant, Synthetic antioxidant.

1. GİRİŞ

Avrupa Evcil Hayvan Diyet Endüstrisi Federasyonu'nun (FEDIAF) Haziran 2024 tarihli yayınlanan raporuna göre, Avrupa'da 352 milyon evcil hayvan bulunmakta olup, Avrupa Birliği'nde bulunan 166 milyon hanenin (toplamın yaklaşık %50'si) evcil hayvana sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu rapora göre hanelerin en az %25'inin bir köpeği, en az %27'sinin bir kedisi bulunmaktadır. 2022 yılı verilerine göre Avrupa'da 106 milyon köpek ve 129 milyon kedi bulunduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'de ise 1,4 milyon köpek ve 4,7 milyon kedinin evlerde barındırıldığı bildirilmektedir. Ayrıca bu raporda, evcil hayvan yemlerinin yıllık üretim hacminin 9,9 milyon ton, yıllık satışının 29,2 milyar euro ve evcil hayvan yemi üreten firmaların sayısının da 375 adet olduğu bildirilmiştir. Avrupa'da evcil hayvan diyet endüstrisinin yıllık büyüme oranı %9 olup, doğrudan istihdam sayısı ise 283.000 kişi, dolaylı istihdam sayısı 2.300.000 kişidir (FEDIAF, 2022). Hayvan besleme endüstrisinde, evcil hayvan diyetleri daha kompleks bir yapı kazanırken çiftlik hayvanı yemleri gibi diğer sektörlere göre çok daha hızlı bir gelişim göstermektedir (Shakersain, 2023).

Gıda güvenliğinin sağlanması günümüzün en önemli konularından biridir. "Gıda güvenliği" terimi sürdürülebilir, yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlayarak çeşitli ürünlere ekonomik olarak erişilebilir gıda arzı olarak tanımlanabilir. Gıda güvenliğinin sağlanması; üretilen gıdaların kayıplarının önlenmesi, üretimin artırılması, besinin bol olduğu dönemlerde kalitelerinin korunarak saklanması ve raf ömrünün uzatılması açısından önemlidir. Günümüzde beslenme alanında gıda güvenliğini sağlayan yem katkı maddeleri, çoğu entansif işletmelerde performansı artırmak, bağışıklığı güçlendirmek ve sağlığı korumak için kullanılmakta ve böylece sürdürülebilir hayvancılığın devamını desteklemektedir (Nascimento ve diğerleri, 2005; Saraiva ve diğerleri, 2014).

Evcil hayvan diyet ürünlerinin raf ömrünü artırmak için formülasyonlarda antioksidan kullanımı günümüzde yaygın bir uygulamadır. Geleneksel sentetik antioksidanlar yerine doğal alternatiflerin kullanımının tercih edilmesi, özellikle sentetik bileşenlerin kullanımının sağlığa ilişkin endişeleri nedeniyle önem kazanmıştır. Doğal antioksidanlara yönelik pazar talepleri, ürünlerin raf ömrünü uzatma gereksiniminin yanı sıra, bu bileşenlerin evcil hayvan sağlığına olan ek faydalarının gittikçe daha çok bilinmesinden dolayı sürekli olarak artmaktadır (Shakersain, 2023).

Hayvan yemlerinde kullanılan antioksidan pazarının büyüklüğü ve büyüme beklentileri hakkında pazar araştırması yapan şirketler çeşitli tahminlerde bulunmaktadır. Bu tahminlerin ortalaması ele alındığında, 2022-2030 dönemi için bileşik yıllık büyüme oranı beklentisinin %4,2 civarında olduğu görülmektedir. 2021 yılı için tahmin edilen 270 milyon dolarlık pazar büyüklüğü ve %4,2 oranındaki bileşik yıllık büyüme oranı temel alındığında, pazarın 2030'a kadar yaklaşık 400 milyon dolara ulaşması ihtimali bulunmaktadır (Shakersain, 2023).

Bu tez çalışmasında, ticari olarak üretilen ekstrude kedi diyetlerine sentetik antioksidan karışımı (BHA, BHT) ve/veya bitkisel ekstrakt karışımı (biberiye, zerdeçal, karanfil) katılmasının lipid oksidasyonu ve besin madde bileşimi üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hazır Diyetlerin Tarihçesi

Hayvan besleme, evcilleştirme süreciyle birlikte başlamış ve insanın yemle ilgili uğraşlarını da beraberinde getirmiştir. Başlangıçta insanoğlu, hayvanları beslemek için doğada kendiliğinden yetişen yem niteliğindeki materyalleri kullanmış, ancak zamanla zekâsı ve bilimsel gelişmelerin ışığında alternatif yem kaynaklarını araştırıp kullanmaya yönelmiştir. Bu süreç, günümüz yem teknolojisinin ve hayvan besleme yöntemlerinin kademeli olarak gelişmesine katkı sağlarken, hayvan yetiştirme şekillerinin ayrışmasına ve yemlerin çeşitlenip içeriğinin karmaşıklaşmasına yol açmıştır. Sonuç olarak yem üretim süreci, teknolojik imkanların önemli bir rol oynadığı önemli bir üretim sektörü haline gelmiştir (Budağ, 2011).

İlk ticari köpek diyeti James Spratt tarafından 1860 yılında köpek bisküvisi üretimi ile başlamıştır. Spratt geliştirdiği kuru köpek diyetini İngiliz avcılara satmış, Amerika'daki şirketi 1950'lerin sonlarına kadar faaliyet göstermiştir. 1907'de Bennett, "Milk-Bone" köpek bisküvilerini üretmeye başlamıştır. 1920'lerde at etine dayalı "Ken LRation" konserve diyetler üretilmiştir. Daha sonraları "Gaines Dog Meal" üretilmiştir. 1930'larda üretilen "Cadet and Snappy" konserve diyetleri kuru diyetlerden daha yaygın üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. 1946'da ise marketlerde kuru diyetler daha yaygın hale gelmiştir. 1957'de başlayan modern kuru diyet üretimi, ilk ekstrude köpek diyetinin 1960'larda Purina firmasının "Dog Chow" ismiyle piyasaya sunulmasıyla başlamıştır (Case ve diğerleri, 2011). Zamanla kaliteli konserve ve yarı yaş diyetler de geliştirilmiştir. Ticari diyet üretimi 1970'lerden günümüze kadar artarak devam etmektedir (Cowell ve diğerleri, 2000). Ülkemizdeki ekstrude diyet üretimi ise 2005 yılında başlamıştır (Zafer Kalkınma Ajansı, 2021).

2.2. Kedilerin Beslenmesi

Gelişmiş ülkelerde aile bireylerinin sayısındaki azalmaya bağlı olarak, köpek ve kedi gibi evcil hayvanların "aile üyeleri" olarak kabul edilmesi önem kazanmış, bu üyelerin sağlıkları ve mutlulukları sahipleri için önemli bir konu haline gelmiştir (Çoban, 2008; Buchanan ve

diğerleri, 2011). Öte yandan evcil hayvanların, en yaygın olarak da köpekler ve kedilerin insanların duygusal (Allen ve diğerleri, 1991; Yılan, 1991) ve fiziksel sağlıkları üzerinde (Friedmann ve Thomas, 1995; Headey, 1999) önemli olumlu etkiler oluşturduğu bilinmektedir.

Yağlar, proteinler ve karbonhidratlar gibi, canlıların yaşamı için temel ve hayati öneme sahip besin maddelerindendir ve hayvan beslemede oldukça önemlidir. Yüksek enerji içerikleri sayesinde yem endüstrisinde kritik bir hammadde olarak kabul edilirler. Evcil hayvan diyetlerindeki yağ düzeyi, diyetin %5-40'ı arasında değişkenlik göstermektedir. Bu yağ kaynakları hayvansal, bitkisel veya bazen her ikisinin karışımı olabilmektedir. Diyetteki yağların bozukluk ve hastalıklarla ilişkisi, son yıllarda üzerinde durulan önemli konulardan birisidir. Kedilerde omega-3 ve 6 yağ asitlerine yönelik gereksinimler belirlenmemiştir, ancak yaşam döngülerinin belirli aşamalarında gereksinim duydukları bilinmektedir. Tüy ve deri ile ilgili sorunları azaltmak için kedilerde sıklıkla çok sayıda yağ asidi takviyesi kullanılmaktadır (Bauer, 2007). Bu takviyeler, omega-3 ve 6 yağ asitlerinin karışımını ve bazen de deniz kaynaklarından elde edilen eikosapentaenoik asit (EPA; C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asitleri (DHA; C22:6n3) içermektedir. Diyetteki yağların işlenmesi ve depolanması ise fiziksel ve kimyasal bazı değişikliklere neden olmaktadır. Yüksek düzeyde doymamış yağ asitleri içeren yemler, depolama sırasında meydana gelen ve büyük duyuşal değişikliklere neden olan oksidasyon hasarına ve acılaşmaya karşı oldukça hassastır (Brewer, 2011). Erişkin kedilerin diyetlerinde bulunması gereken besin madde düzeyleri Tablo 1'de gösterilmektedir (FEDIAF, 2022).

Yağların oksidasyona uğraması yem hammaddelerinin kalitesini düşürür ve besin değerlerini olumsuz etkiler. Yağ oksidasyonu, özellikle karma yemlerin bozulmasına yol açan başlıca sorunlardan biridir. Oksidasyonun sonucu olarak karma yemlerin bazı duyuşal özelliklerinde, örneğin renk, tat ve kokuda bozulmalar gözlenir. Bu durum, yemlerin hayvanlar tarafından tüketilme isteğini azaltırken, tüketen hayvanlarda da ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Gordon, 1991; Sahoo ve Verma, 1999; Frankel, 2005). Bu kimyasal değişimler aynı zamanda tüketicilerin yemlere olan güvenini zedeler ve yem sanayinde ekonomik kayıplara neden olabilir (Frankel, 2005). Hidroperoksite ek olarak, doymamış yağlar oksitlendiğinde karbonil bileşikler, aldehitler, asitler, ketonlar, epoksitler ve karbondioksit gibi zararlı maddeler üretilir (Yanishlieva ve Marinova, 2001; Yu ve diğerleri, 2002; Singh ve diğerleri, 2005; Sarkardei ve Howell, 2007). Yağların kimyasal yapısı, yağların yaklaşık %98'inin trigliseritlerden oluştuğunu göstermektedir. Oksidasyonun oleik, linoleik ve linolenik asitler gibi doymamış yağ asitlerini doymuş yağ asitlerinden daha fazla etkilediği tespit edilmiştir.

Yağların oksidasyon hızı, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi faktörden etkilenir:

- Oksijen seviyeleri,
- Yağın oksijenle temas ettiği yüzey alanının genişliği,
- Yağ asitlerinin türü,
- Saklama koşulları (sıcaklık, nem gibi),
- Prooksidan ve antioksidan miktarları ve etkinlik dereceleri (Çakmak, 2003).

Tablo 1. Kedilerin besin madde gereksinimleri, 100 g KM’de en az (FEDIAF, 2022)

Besin maddesi	Düzy	Besin maddesi	Düzy
Protein, g	25,00	Bakır, mg	0,50
Arjinin, g	1,00	Demir, mg	8,00
Histidin, g	0,26	Çinko, mg	7,50
İzolöysin, g	0,43	Manganez, mg	0,50
Lizin, g	0,34	İyot, mg	0,13
Löysin, g	1,02	Selenyum, µg	21,00
Metiyonin, g	0,17	(kuru diyet)	
Metiyonin + sistin, g	0,34	Selenyum, µg (yaş	26,00
Fenilalanin, g	0,40	diyet)	
Fenilalanin + tirozin, g	1,53	A vitamini, IU	333,00
Treonin, g	0,52	D vitamini, IU	25,00
Valin, g	0,51	E vitamini, IU	3,80
Taurin, g (kuru diyet)	0,10	Tiamin,mg	0,44
Taurin, g (konserve diyet)	0,20	Riboflavin, mg	0,32
Yağ, g	9,00	Niasin,mg	3,20
Linoleik asit, g	0,50	Pantotenik asit, mg	0,58
Araşidonik asit, mg	6,00	Vitamin B ₆ , mg	0,25
Kalsiyum, g	0,40	Vitamin B ₁₂ , µg	1,76
Fosfor, g	0,26	Folik asit, µg	75,00
Ca / P oranı	1/1	Kolin, mg	240,00
Potasyum, g	0,60	Biyotin, µg	6,00
Sodyum, g	0,08		
Klorid, g	0,11		
Magnezyum, g	0,04		

Yağların oksijenle reaksiyona girmesi, otooksidasyon (peroksidasyon) olarak bilinen süreci başlatır. Bu süreç, yağların sadece acılaşmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda kansere, iltihaplı hastalıklara, kalp ve damar rahatsızlıklarına ve yaşlanma ile ilişkili doku hasarlarına da yol açar. Hayvanlarda acılaşmış yağ içeren diyetlerin tüketimi, yem tüketiminde azalmaya ve yemin enerji değerinde düşüşe neden olur. Ayrıca, yağ peroksidasyonu sonucu oluşan bazı bileşikler, lizin amino asidinin ε-amino grubu ile reaksiyona girerek lizin kullanımını azaltır (Trelstad ve diğerleri, 1981).

Otooksidasyonun zararlı etkileri, çoklu doymamış yağ asitlerindeki karbon atomları arasında bulunan çift bağların peroksit oluşumu sırasında serbest radikaller üretmesiyle başlar. Yağ peroksidasyonu, bir zincir reaksiyonudur ve bu zincir reaksiyonunun başlatıcısı, başlangıç aşamasında oluşan hidroksiperoksitlerdir (ROOH). Serbest radikaller, bir elektronunu kaybetmiş ve bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip bileşiklerdir (ROO, RO, OH) (Yeşilbağ, 2009).

Yağların oksidasyonu üç aşamada gerçekleşir:

1. *Başlangıç Aşaması*: Doymamış yağ asitlerinin çift bağları, ısı, ışık veya bazı metallerin etkisiyle oksijenle birleşir ve serbest radikaller oluşur. Bu aşamada yağların yapısında büyük değişiklikler meydana gelmez.

2. *İlerleme Aşaması*: Serbest radikallerin miktarı kritik seviyeye ulaştığında, zincirleme reaksiyonlar hızlanır ve oksidasyon hızı artar. Oksijen hızla emilir ve peroksidasyon serbest radikallerin etkisiyle hızlanır.

3. *Sonuç Aşaması*: Oksidasyonun hızı azalır; serbest radikaller birbirleriyle birleşerek son ürünleri oluşturur (Şenköylü, 2001).

Yağların oksidasyonunu önlemek için çevresel koşulların ve diğer etkenlerin yönetilmesi gereklidir. Frankel (1996), yağların oksidasyonunu kontrol altına almak için etkili yöntemleri üç ana kategoriye ayırmıştır:

- Doğal tokoferol kaybını minimumda tutmak,
- Metal kirleticilerinden arınmak,
- Antioksidan kullanmak.

Katkı maddeleri, besinsel faydalar ve gıda güvenliğinin sağlanması, istenen renk, tat, doku, stabilite ve bozulmaya karşı direnç özelliklerinin korunması için işlenmiş evcil hayvan diyetlerine dahil edilmektedir (Craig, 2021). Yağların veya yağ içeren yemlerin oksidasyonunu önlemek için antioksidanlar eklemek etkili bir yöntemdir (Gray ve diğerleri, 1996; Frankel, 2005).

2.3. Antioksidanlar

Yağ ve yağ içeren diyetlerin oksidasyonu, havadaki oksijene maruz kaldığında kendiliğinden gerçekleşebilir. Otooksidasyon olarak bilinen bu süreç, oksijenin diyetin bileşenleri ile etkileşimi ile başlatılır. Ayrıca ışık, ısı, çeşitli metaller ve yağ asidi bileşimi de oksidasyon reaksiyonunu başlatabilir veya hızlandırabilir. Antioksidan maddeler bu istenmeyen reaksiyonu önlemek veya geciktirmek için kullanılır (Löliker, 1990; Diaz ve diğerleri, 2003).

Oksidatif gıda bozulmasını durduran veya yavaşlatan bileşikler antioksidanlar olarak bilinir. Bu bileşikler oksidasyon ve otooksidasyon süreçlerinin başlangıcında etkilidir ve böylece istenmeyen reaksiyon ürünlerinin oluşmasını önler. Uluslararası Gıda Kodeksi Komisyonu'na göre antioksidanlar “yağların acılaşması ve renk değişikliği gibi oksidasyon reaksiyonlarından kaynaklanan bozulmaları önleyerek gıdaların raf ömrünü uzatan maddelerdir” (Gür ve Altuğ, 2006). Hem doğal hem de sentetik birçok bileşenin antioksidan özellikler taşıdığı bilinmektedir (Yeşilbağ, 2009). Antioksidanlarda aranan başlıca nitelikler şu şekildedir:

- Ucuz olmalı, toksik olmamalı ve düşük konsantrasyonlarda etkili olmalıdırlar.
- Yüksek kararlılık ve dayanıklılığa sahip olmalıdırlar.
- Kokusuz, tatsız ve renksiz olmalıdırlar.
- Ürüne kolay bir şekilde eklenebilmeli ve iyi bir çözünürlüğe sahip olmalıdırlar (Fennema, 1996).

2.3.1. Antioksidanların Etki Mekanizmaları

Antioksidan bileşikler, vücudun antioksidan kapasitesini artırarak iki temel mekanizma yoluyla etki eder. İlk mekanizma, hidrojen peroksit gibi reaktif elementlerin ve serbest demir varlığı gibi reaksiyonları kolaylaştıran metallerin ortadan kaldırılması ve oksijen konsantrasyonunun azaltılması gibi önleyici süreçleri kapsar. Sonraki mekanizma, serbest radikallerin nötralizasyonu, protonların eklenmesi yoluyla etkilerinin azaltılması, radikalleşmiş antioksidanların veya moleküllerin rejenerasyonu ve otooksidasyonun bozulması gibi doğrudan müdahaleleri içerir (Benzie, 2003). Antioksidanlar, genellikle sentetik ve doğal olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

2.3.1.1. Sentetik Antioksidanlar

Yağların oksidasyonunu önlemek amacıyla antioksidanların sentezi üzerine önemli miktarda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar, laboratuvar ortamında doğal antioksidanların sentezlenmesini ve tamamen sentetik antioksidanların üretilmesini kapsamaktadır. 1940'lardan bu yana çok sayıda yapay antioksidan geliştirilmesine rağmen, şu anda sadece birkaçı aktif olarak kullanılmaktadır. Gıda ürünlerinde en yaygın kullanılan sentetik antioksidanlar BHA (bütillenmiş hidroksianisol), BHT (bütillenmiş hidroksitoluen), PG (propil gallat) ve TBHQ'dur (tersiyer butilhidrokinon). Sentetik antioksidanların gıda ürünlerinde kullanımı yaklaşık 60 yıl öncesine dayanmaktadır. Bu maddeler, doğal antioksidanlara kıyasla daha düşük maliyetleri ve daha yüksek etkinlikleri nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (Suja ve diğerleri, 2004).

Çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu genellikle yapay antioksidanların ilave edilmesi ile kontrol altına alınmaktadır (Taghvaei ve Jafari, 2015). Sentetik antioksidanlar, doğal olanlara kıyasla daha ucuz, daha stabil ve etkili oldukları için yaygın olarak kullanılır (Suja ve diğerleri, 2004). Üreticiler ucuz olmaları, yüksek düzeyde stabilite ve güçlü antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı sentetik antioksidanları tercih ederken (Bandoniene ve diğerleri, 2002), tüketiciler sentetik katkıların insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceğinden endişe etmektedir. Yapılan bazı toksikolojik çalışmalarla bu sentetik antioksidanların kanserli hücre gelişimini teşvik ettiği ve toksik etkilere sahip olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca sentetik antioksidanların kızartılmış ürünlerde tam etki göstermediği, hoş olmayan tat ve kokulara sebep olduğu belirlenmiştir (Akgül, 1989; Akgül ve Ayar, 1993; Botsoglou ve diğerleri, 2002; Prior, 2004). Yapay antioksidanlar nükleik asit bağlarında mutajenik etki ve kanser oluşumunu tetikleyen sitotoksik etkileri ile DNA'ya zarar verebilmektedir. Bunun yanında yapay antioksidanların uçuculuğunun yüksek olması ısıtma işlemi sırasında miktarlarının azalmasına neden olmaktadır (Taghvaei ve Jafari, 2015). Birçok ülkede yapay antioksidanların sağlık üzerine çeşitli zararlı etkilerinin anlaşılması üzerine kullanımı kısıtlanmış veya yasaklanmıştır. Örneğin Japonya, Kanada ve Avrupa'da gıda uygulamalarında en güçlü yapay antioksidan olarak bilinen TBHQ kullanılmamaktadır. Benzer şekilde, BHA güvenli bileşikler listesinden (GRAS) çıkarılmıştır (Goli ve diğerleri, 2005; Taghvaei ve Jafari, 2015).

Günümüze yaklaştıkça sentetik antioksidanların olası toksisitesi ve potansiyel yan etkileri konusunda artan endişeler bu antioksidanları dikkate alınan bir konu haline getirmiştir. Bu nedenle meyve, sebze, baharat, tahıl ve diğer bitkilerden elde edilen doğal antioksidanlara ilgi giderek artış göstermektedir (Glodde ve diğerleri, 2018). Bu güvenlik kaygıları nedeniyle, gıda

üreticileri arasında yapay antioksidanları genellikle daha güvenli olması beklenen doğal olanlarla değiştirmeye yönelik artan bir eğilim vardır (Yanishlieva ve Marinova, 2001; Yeşilbağ, 2009).

2.3.1.2. Doğal Antioksidanlar

Doğal antioksidanların ayrılabilceği çeşitli kategoriler vardır:

Enzimler: Süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon redüktaz, glutatyon peroksidaz (GP), sitokrom-C-oksidad ve hidroksiperoxidaz enzimlere örnek olarak verilebilir.

Makromoleküller: Miyogloblin, haptoglobulin, ferritin, seruloplazmin ve transfer gibi büyük moleküllerdir.

Mikromoleküller: A, C, E vitaminleri, tokoferoller, tiyol içeren bileşikler, β -karoten ve glutatyon (GSH) ve metiyonin örnek olarak verilebilir. Yapılan bir çalışmada palm veya soya yağına metiyonin katılmasının bir antioksidan gibi davranarak yağların oksidasyona direncini artırdığı bildirilmiştir (Heng ve diğerleri, 2020). Vitamin C oluşan reaktif oksijen türlerini temizler, E vitamininin hidroperoksil gruplarını yakalamasına yardımcı olur. E vitamini ise yağlarda oluşan hidroperoksil gruplarını temizleyerek antioksidan etkinlik gösterir (Traber ve Stevens, 2011). A vitamini de E vitaminine benzer şekilde reaktif oksijen moleküllerini yakalayıp temizler ve bu şekilde antioksidan etki gösterir. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalar hem A vitamini hem de öncü maddelerinin doğrudan bir antioksidan etkisi olmadığını üstüne basarak bildirmektedir (Blaner ve diğerleri, 2021).

Ayrıca flavonoidler ve fenolik asitler içeren maddeler ile tıbbi ve baharat bitkilerinde bulunan uçucu yağ bileşenleri de doğal antioksidanlara örnektir. (Lee ve Shibamoto, 2002).

Tokoferoller bu kategorilerde en yaygın olarak kullanılan doğal antioksidanlardır. Askorbik asit ve tokoferoller gibi doğal antioksidanlar hayvanlardan elde edilen gıdalarda tipik olarak bulunmaz veya az miktarda bulunur. Öte yandan, tokoferoller bitkisel bazlı yağlarda ve gıda maddelerinde etkili oksidatif stabilite sağlamak için yeterli konsantrasyonlarda bulunur. Bu nedenle, bu ürünler rafinasyon gibi ısı işlemlerden geçmediği sürece, ekstra tokoferol ilavesine gerek yoktur. Bununla birlikte, belirli bir seviyenin üzerinde kullanıldığında, tokoferoller, diğer birçok doğal ve sentetik antioksidana benzer şekilde, azalan etkinlik ve prooksidan etkiler gösterebilir (Gür, 2006).

2.3.1.3. Doğal Antioksidan Olarak Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

1950'li yıllardan itibaren, gıdalara tat ve koku eklemek veya raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan baharatların antioksidan etkileri üzerine yapılan araştırmalar artış göstermiştir. Bu araştırmalar, özellikle biberiye ve adaçayının baharatlar arasında en güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Adaçayı, kekik, biberiye ve karanfil gibi fenolik bileşikler bakımından zengin kokulu ve şifalı bitkilerin gıda koruyucusu olarak kullanımına ilişkin çalışmalar özellikle son yıllarda hız kazanmıştır. Bunlar arasında biberiye çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu bitki hem Avrupa hem de Amerika Birleşik Devletleri'nde ticari antioksidan olarak pazarlanmaktadır (Bozin ve diğerleri, 2007).

Bitkisel fenolik bileşikler, antioksidan özellikleri nedeniyle önemli bileşiklerdir. Bu bileşikler, serbest radikalleri temizleme ve metal iyonlarıyla bileşikler oluşturma gibi çeşitli mekanizmalarla oksidatif reaksiyonlarını engeller veya geciktirir. Ayrıca, tekli oksijen oluşumunu önleyerek ya da azaltarak oksidasyon süreçlerini durdurabilir. Bu özellikler, fenolik bileşiklerin antioksidan etkinliğinin temel nedenlerindendir (Rice Evans ve diğerleri, 2005).

2.3.1.3.1. Zerdeçal

Zerdeçal gıdalara renklendirici olarak sıkça eklenir. Isıya dayanıklı ve kokusuz bir antioksidan molekül olan tetrahidrokurkumin içinde mevcuttur (Feredioon ve diğerleri, 1992). Zerdeçal kendine özgü sarı rengini kurkumin I (%94), kurkumin II (%6) ve kurkumin III'te (%0,3) bulunan kurkuminden (diferuloilmetan) (%3-4) alır. Kurkuminoidler, gıdaları tatlandırmak, renklendirmek ve korumak için kullanılabilen bir tür gıda katkı maddesidir (Kong ve diğerleri, 2009). Roughley ve Whiting, ilk olarak 1815 yılında keşfedilen kurkuminin kimyasal yapısını 1973 yılında tanımlamıştır. Zerdeçalın %3-5'ini oluşturan kurkumin, $C_{22}H_{20}O_6$ kimyasal formülüne sahiptir ve 184 °C'de erir. Gıdaların peroksit oluşturmalarını engellediği için zerdeçal, muhafaza süresini uzatır. Zerdeçalın lipid oksidasyonunu durdurmak için E vitamininden daha iyi çalıştığı öne sürülmüştür. *Curcuma longa*'dan ayrıştırılan bileşenlerin güçlü bir antioksidan etkiye sahip olduğu ve lipid oksidasyonunda önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir (Roughley ve Whiting, 1973; Kapoor, 1990; Vopel ve diğerleri, 1990; Ruby ve diğerleri, 1995; Jayaprakasha ve diğerleri, 2005). Hızlı stabilite testi sırasında, öğütülmüş fındık

yağlarına %0,5-1,0 oranında zerdeçal ekstraktı eklenmesinin peroksit üretimini büyük ölçüde azalttığı ve yağların raf ömrünü uzattığı gösterilmiştir (Rimpler ve diğerleri, 1970). Zerdeçalın alkollü ve sulu özütlerinin bütillenmiş hidroksi anisol (BHA) kadar etkili antioksidan özellikler sergilediği gösterilmiştir (Shalini ve diğerleri, 1987).

2.3.1.3.2. Biberiye

Önemli aromatik ve tedavi edici bitki türlerinden biri, Laminaceae (Labiatae) familyasına ait olan biberiyedir (*Rosmarinus officinalis L.*). Ayrıca biberiyenin güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğu söylenmektedir. (Banyai ve diğerleri, 2003). Biberiyenin yapısı, ona antioksidan nitelikler sağlayan rosmarinik asit, karnosik asit ve karnosol içerir. Raporlara göre karnosik asit, BHT ve BHA'nın yedi katı, karnosolün ise üç katı antioksidan kapasiteye sahiptir (Frankel, 1996; Richheimer ve diğerleri, 1996). Araştırmalara göre biberiye antibakteriyel, antioksidan ve bağışıklık sistemini güçlendirici özelliklere sahiptir (Gachkar ve diğerleri, 2007) Bitkinin uçucu yağı antimikrobiyal özelliklere sahipken (Elgayyar ve diğerleri, 2001; Gachkar ve diğerleri, 2007), özü güçlü antioksidan özelliklere sahiptir (Bracco ve diğerleri, 1981). Biberiyenin antioksidan bileşenleri, oranları ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarının yılın zamanına, bulunduğu yere, kullanılan bitki kısmına, ekstraksiyon tekniğine ve ekstraksiyon çözücüsüne bağlı olarak farklılık gösterdiğini belirtmek önemlidir. Ayrıca vejetasyon dönemi, su, ışık ve genetiğin de etkili olduğu bildirilmiştir (Del Baño ve diğerleri, 2003).

2.3.1.3.3. Karanfil

Karanfil lezzetini ve kokusunu “öugenol” olarak bilinen uçucu bir yağdan alır. Söz konusu bitkinin antioksidatif bileşeni olan öjenol, karanfil özütünün önemli bir bölümünü oluşturur. Konuyla ilgili bir araştırmaya göre karanfil, BHT ve BHA kadar güçlü bir antioksidatif etki göstermiştir (Lean ve Mohamed, 1999). Lee ve Shibamoto (2002), karanfil tomurcuğundan elde edilen özleri antioksidan özellikleri açısından incelenmiştir. Eugenol ve eugenil asetat, yürütülen çalışmada ekstraktın antioksidan özelliklerini değerlendirmek için kullanılan her iki yöntemde de karanfilin ana bileşenleri olarak belirlenmiştir. Karanfil ve kekik

uçucu yağlarının oda sıcaklığındaki pamuk tohumu yağı üzerinde antioksidan etkileri olduğu, karanfilin kekikten daha gl bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Yanishlieva ve Marinova, 2001).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Yem

Araştırmada, köpek ve kedi ekstrude diyetleri üretimi gerçekleştiren özel bir firmada deneme gruplarını oluşturan ekstrude kedi diyetleri her bir deneme grubu için birer tonluk üçer parti olacak şekilde toplam 12 ton yem üretimi 100 °C’de ekstrüzyon işlemiyle (Jiangsu Muyang SJPS215, China) gerçekleştirildi. Üretilen diyetler, kullanılacak olan yem hammaddeleri (mısır, buğday, buğday kepeği, işlenmiş tavuk proteini, et-kemik unu, tavuk yağı) her bir deneme grubunda aynı düzeyde olacak şekilde %27 ham protein, %10 ham yağ, %8 ham kül ve %2,5 ham selüloz kapsayacak şekilde hazırlandı. Köpek diyetlerine kıyasla kedi diyetlerinin daha yüksek düzeyde ham protein ve enerji kapsamı nedeniyle araştırmada kedi diyeti tercih edildi. Deneme gruplarını oluşturan diyetlerde yem hammaddelerinden gelen antioksidanlar göz ardı edildi ve deneme faktörü olarak kullanılan antioksidanların durumuna göre diyetler aşağıdaki şekilde hazırlandı.

Tablo 2. Deneme gruplarını oluşturan diyetler

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu
Grup 1	Yok
Grup 2	Sentetik (BHA + BHT)
Grup 3	Bitkisel Ekstrakt Karışımı
Grup 4	Sentetik (BHA + BHT) + Bitkisel Ekstrakt Karışımı

Araştırmada antioksidan katkısı yapılmayan grup birinci deneme grubu olarak tanımlandı. Denemede kullanılacak olan ticari sentetik antoksidan (MiaRadOx P2, MIAVIT, Germany) karışımının 1000 gramında 200.000 mg BHT, 50.000 mg BHA, koruyucu olarak 80.000 mg sitrik asit, 20.000 mg ortofosforik asit, bağlayıcı ve taşıyıcı olarak 19.000 mg silisik asit ve %42,10 kalsiyum karbonat bulunmakta olup firmanın önerdiği düzey olarak ton yeme bir kg olarak katıldı (Grup 2). Araştırmanın diğer faktörü olan ticari bitkisel ekstrakt karışımı (Pro’Age™, Vivae, France) ise eşit düzeyde biberiye, zerdeçal ve karanfil ekstraktlarını

içermekte olup önerilen düzey olarak diyet ton başına 500 g eklendi (Grup 3). Her iki ticari antioksidan ürünün de yukarıda belirtilen düzeylerde birlikte katılmasıyla dördüncü deneme grubu oluşturuldu.

Araştırmada her bir deneme grubu için üretilen üç partiden alınan örnekler ticari olarak ambalajlanmış olup (her bir deneme grubu için 15, toplamda 60 adet) 0, 4, 8, 12 ve 16. haftalarda analizleri gerçekleştirilmek üzere hızlandırılmış peroksidasyon koşulu oluşturmak amacıyla inkübatörde (Nüve, EN 055, Türkiye, Resim 1) 50 °C sabit sıcaklıkta saklandı (Gross et al., 1994). Kullanılan ticari ambalajın yapısını; 12 µ yüksek performans şeffaf pet, 12 µ metalize pet film, 80 µ şeffaf polietilen malzemelerin birleşimi oluşturmaktadır.



Resim 1. Araştırma kapsamında kullanılan inkübatör ve deneysel gruplar

3.1.2. Cihazlar

Çalışma kapsamında Türkiye’de ticari yem üreten özel bir firmanın araştırma laboratuvarında bulunan inkübatör (Nüve, EN 055, Türkiye), etüv (Elektro Mag, M6040P, Türkiye), nem tayin cihazı (Rad-Wag, NA 50.R, Almanya), kül fırını (Cem, BR601050, Türkiye), hidroliz cihazı (Buchi, H-506, İsviçre), ekstraksiyon cihazı (Buchi, E-812, İsviçre), yakma cihazı (Buchi, K-436, İsviçre), distilasyon cihazı (Buchi, K-360, İsviçre), titrasyon cihazı (SI Analitik, Titrator Line 500, Almanya) kullanıldı ayrıca yem üretiminin yapıldığı firmada bulunan pelet pres makinası (Jiangsu Muyang SJPS215, China) kullanıldı.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ham Besin Madde Analizleri

Araştırmada üretimi gerçekleştirilmiş olan diyetlerin besin madde bileşimlerini ortaya koymak ve zamana/oksidasyona karşı oluşabilecek besin madde değişimlerini belirlemek amacıyla kuru madde, ham kül, ham yağ, ham protein ve ham selüloz analizleri denemenin başlangıcında itibaren 0, 4, 8, 12 ve 16. haftalarda gerçekleştirildi.

Kuru madde düzeyi hızlı nem tayin cihazı (Rad-Wag, NA 50.R, Almanya, Resim 2) kullanılarak belirlendi. Öğütülen örnekten 5 g alınarak cihazın sıfırlama ayarı yapılmış olup ve hazneye örnek eşit bir şekilde yaydırıldı. Hazneye örnek koyma işlemi bittikten sonra cihaz çalıştırıldı. Cihaz içindeki örnekte nem tamamen uçtuğunda cihaz uyarı vermiş olup sonuç kaydedildi.



Resim 2. Nem tayin cihazı

Ham kül düzeyinin belirlenmesinde krozeler etüvde (Elektro Mag, M6040P, Türkiye) 10 dakika ısıtıldı, ısıtılan krozeler desikatöre alınıp oda sıcaklığına düşene kadar bekletildi. Soğuyan krozeler tartılıp üzerine 1-2 g arası öğütülmüş örnek konuldu. Hazırlanan krozeler kül fırınına (Cem, BR601050, Türkiye, Resim 3) yerleştirildi. Organik madde tamamen yandıktan

sonra krezeler desikatöre alındı ve oda sıcaklığına düşmesi beklendi. Krezeler desikatörden çıkarılıp tartıldı. Ham kül düzeyinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanıldı:

$$\% \text{ Ham Kül} = \frac{\text{İlk tartım} - \text{son tartım}}{\text{örnek miktarı}} \times 100$$



Resim 3. Kül fırını

Ham yağ düzeyi aşağıdaki metotla belirlenmiştir;

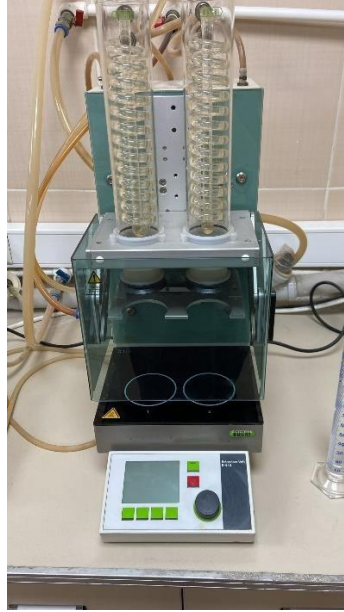
Filtreli tüplere 50 g kuvars kumu konuldu, hazırlanan tüplerin içine Celite 545'ten 5 g tartılarak eklendi. Tüplerin içleri düzleştirildi ve buchi hidroliz ünitesindeki boş yerlere yerleştirildi. Cihaz (Buchi, H506, İsviçre, Resim 4) açılarak ön ısıtma moduna getirildi ve 10 dakika açık olarak bekletildi. Buchi tüplerinin içine öğütülmüş örnekler 5-7 gr arası tartıldı ve tüp çalkalandı, tüplerin üzerine 100 mL 4 mol HCl eklenerek bir kez daha çalkalandı. Hidroliz ünitesine tüpler yerleştirilerek başlıklar takılıp su açıldı. Hidroliz ünitesinin ayarı 2-3 arasına getirildi. Tüplerde köpürme başlayınca 4 mol HCl eklemesi yapıldı ve köpürme durup kaynama başlayınca HCl eklemesi durduruldu, 30 dakika kaynama beklendi. 30 dakika sonrasında hidroliz ünitesindeki tüpler yukarı kaldırıldı. Tüpler boşalana kadar saf su eklemesi yapıldı

hidroliz ünitesinden tüpler çıkartılarak 15 dakika bekletildi. Bekleme sonrası tüpler alınarak kuvars kumuna denk gelmeyecek şekilde karıştırıldı. Örnekler mikrodalga fırına alınıp ve 460 watt'da 20 dakika ve sonra 460 watt'da 15 dakika kurutma yapıldı. Buchi ekstraksiyon ünitesi (Buchi, E-812, İsviçre, Resim 5) cam kavanozunun içine kaynama esnasında şiddetini düşürmek için üçer adet cam balon konuldu ve tüpler tartıldı. Tartılan tüplerin üzerine 20 g quartz kumu eklendi ve filtreli tüplerin mandalları takıldı. Mandalları takılan tüpler ekstraksiyon kavanozlarının içine konularak makineye yerleştirildi. Makineye yerleştirilen tüplerin içine 75 mL hekzan ilave edildi. Süzme işlemi bitince start verildi. Bu işlem 1 saat sürdürüldü. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra tüpler çıkartılarak etüve konuldu. Etüvden alınan kavanozlar desikatöre alındı ve 10 dakika oda sıcaklığına düşene kadar beklenildi. Tüpler desikatörden çıkartılarak tartıldı. İlk yapılan tartımla sonraki yapılan tarım arasındaki fark yüzde olarak hesaplandı.

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{\text{İlk tartım} - \text{ikinci tartım}}{\text{örnek ağırlığı}} \times 100$$



Resim 4. Hidroliz cihazı



Resim 5. Ekstraksiyon cihazı

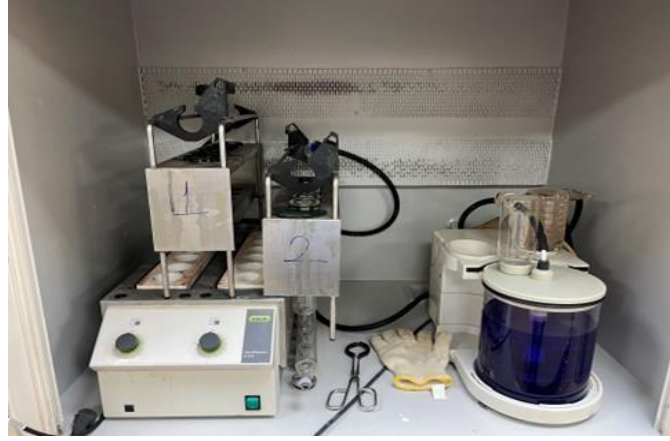
Ham protein düzeyinin belirlenmesinde Kjeldahl metodu kullanıldı. Bunun için 1-1.05 g arası öğütülmüş örnek tartıldı ve tüplere konuldu. Boş tüpler dahil her tüpe ikişer adet Kjeldahl tablet eklendi, 20 mL %95-98'lik sülfürik asit her tüpe konuldu. Çeker ocağa tüpler yerleştirildi. Hava emiş hortumu takılmış olup su belirli bir seviye açılarak 1 saat 15 dakika yakma işlemi (Buchi, K436, İsviçre, Resim 6) gerçekleştirildi. İşlem tamamlandıktan sonra hava emiş hortumu çıkartılmadan yan tarafa alınarak tüpler soğumaya bırakıldı. Her tüp için 250 mL'lik beherler hazırlanıp içine manyetik balık konuldu, her tüp için ayrı ayrı distilasyon (Buchi, Kjelflax K360, İsviçre, Resim 7) yapıldı, sonrasında titrasyon aşamasına geçildi. Distilasyonu biten beher alınarak titrasyon cihazına (SI Analitik, Titrator Line 500, Almanya) yerleştirildi. Burada pH 4.65 olana kadar titrasyona devam edildi. pH yakalanınca harcanan H₂SO₄ mL miktarı kayıt altına alındı.

$$\text{Azot Değeri} = \frac{(w-b) \times 2 \times 14 \times 0.25}{\text{Örnek ağırlığı} \times 1000}$$

w: Numuneli olan titrasyon

b: Kör değeri sonucu

% Ham Protein = Azot değeri x 100 x 6.25



Resim 6. Yakma cihazı



Resim 7. Distilasyon ve titrasyon cihazı

Ham selüloz analizin yapılışında 1 g yem numunesi alınarak ağzı rodajlı balona koyuldu. Üzerine 100 mL %1.25'lik sülfürik asit çözeltisi ve köpürmeyi engellemek amacıyla silikon veya amil alkol eklendi. Rodajlı balon geri soğutucuya bağlanarak 30 dakika kaynatıldı. Çözeltinin üzerine 10 mL %28'lik potasyum hidroksit çözeltisi eklenerek bir 30 dakika daha kaynatıldı. Gooch krozesi nuche erleninin üzerine oturtuldu. Sıcak örnek Gooch krozesinin içerisine dökülerek vakum yapıldı. Süzülme işlemi bittikten sonra kroze; 2 kere sıcak su ile, 10 mL %1'lik sülfürik asit çözeltisiyle, tekrar sıcak saf su ile, 10 mL %1'lik sodyum hidroksit çözeltisi ile, tekrar sıcak su ile, 10 mL %1'lik sülfürik asit çözeltisi ile ve son olarak iki kere sıcak saf su ile yıkandı. Kroze son olarak aseton ile yıkandı ve 130 °C'a ayarlanmış etüvde iki

saat bekletildi. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulup tartıldı (M1). Daha sonra kroze 550 °C' ye ayarlı kül fırınına koyuldu. İki saat bekletildikten sonra desikatöre alınarak soğutuldu ve tartım alındı (M2).

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

M1: Sabit ağırlığa getirilen cam süzgeç + kuvars kum + örnek ağırlığı (g)

M2: Kül fırınından çıktıktan sonra cam süzgeç + kuvars kum + kalıntı ağırlığı

(g) m: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.2. Serbest Yağ Asitleri Düzeyinin Belirlenmesi

Araştırmada, her bir deneme grubundan alınan örnekler ticari olarak ambalajlanmış ve toplamda 60 adet örnek 0, 4, 8, 12 ve 16. haftalarda serbest yağ analizleri için incelenmiştir. Serbest yağ analizinin belirlenmesi için aşağıdaki prosedür uygulanmıştır:

1. *Örnek Hazırlığı:* Her örnekten 5-10 gram, 0.01 gram duyarlılıkla ölçülen 250 mL hacmindeki bir erlenmeye konmuştur.

2. *Çözme:* Örneğe 50-150 mL, 1/1 (hacim/hacim) oranında etil alkol/dietil eter çözeltisi eklenmiş ve yağın çözünmesi sağlanmıştır.

3. *Titrasyon:* Çözeltinin içine 2-3 damla fenolftalein çözeltisi eklenmiş ve bu karışım, bürete konan 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi ile kalıcı açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. (Bu pembe renk 30 saniye boyunca kalmalıdır).

4. *Hesaplama:* Harcanan 0.1 N etil alkollü potasyum hidroksit miktarı kaydedilmiş ve hesaplama yapılmıştır. Aynı örnek için iki paralel analiz gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

Serbest yağ asidi oranı, kütlece yüzde olarak ve oleik asit üzerinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\%A = (V \times 0,028 \times 100) / m$$

V= Titrasyonda harcanan 0,1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi hacmi (mL)

m= Alınan örneğin ağırlığı (g)

Harcanan her mL 0.1 N KOH 0.028 g oleik aside eş değerdir.

3.2.3. Peroksit Düzeyinin Belirlenmesi

Araştırmada her bir deneme grubu için üretilen üç partiden alınan örnekler ticari olarak ambalajlanmış olup (her bir deneme grubu için 15, toplamda 60 adet) 0, 4, 8, 12 ve 16. haftalarda peroksit analizleri yapıldı.

Peroksit düzeyinin belirlenmesinde aşağıdaki prosedür gerçekleştirildi.

Analizi yapılacak örnekten erlen içerisine 4-5 g tartılarak alındı. Üzerine 10 mL kloroform ilave edilerek çözdürüldü. Ardından üzerine 30 mL buzlu asetik asit ve 1 mL potasyum iyodür çözeltisi ilave edildi. Erlenin kapağı hemen kapatıldı, bir dakika çalkalandı ve ışıktan uzak bir yerde bir dakika bekletildi. Üzerine yaklaşık 75 mL su ilave edildi, kuvvetle çalkalanarak 1 mL nişasta çözeltisi ilave edildi. Açığa çıkan iyot ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edildi.

Analiz örneğinin peroksit düzeyinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanıldı:

$$\text{Peroksit değeri (mg/g): } V \times N \times 1000 / m$$

V: titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat miktarı, ml

N: sodyum tiyosülfatın normalitesi

m: alınan örnek miktarı, g

3.2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 29 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanıldı. Veriler her grupta ortalama ve standart hata değerleri olarak sunuldu. Değişkenlerin normalliği analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenlerin homojenliği Levene testi ile kontrol edildi. Homojen olmayan değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmasında Welch T testi, homojenliğin sağlandığı değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmasında Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi uygulandı. Çiftler halinde post-hoc karşılaştırmalar Tukey testi kullanılarak yapıldı. Normal dağılım göstermeyen değişkenler için Kruskal Wallis testi, çiftler halinde karşılaştırmalar ise Mann-Whitney U testi kullanılarak yapıldı ve Bonferroni düzeltmesi ile değerlendirildi. Verilerin değerlendirilmesinde 0,05'ten küçük P değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Deneme Diyetlerinde Zamana Bağlı Ham Besin Madde Düzeylerindeki Değişimler

Deneme diyetlerinde kullanılan ham besin maddelerinin değişimleri incelendiğinde, özellikle ham protein düzeylerinde deneme boyunca istikrarlı bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 3). Deneme başlangıcında 4. deneme grubu ile 1. ve 2. deneme grupları arasında, 4. haftada ise 2. ve 3. deneme grupları arasında farklılık ($P<0,05$) gözlenmesine rağmen, 8., 12. haftalarda ve deneme sonunda bir fark gözlenmemesi nedeniyle çalışmada diyetler arasında belirgin bir fark olmadığını kanısına varılmıştır.

Ham yağ düzeyleri incelendiğinde, çalışma süresinin sonunda (12. haftada 1. ve 3. deneme diyetleri arasında ve 16. haftada 1. ve 4. deneme diyetleri arasında), özellikle antioksidan katkısı yapılmayan diyetin diğer diyetlere göre daha düşük değerlere ($P<0,05$) sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Ham kül, nem ve su aktivitesi düzeyleri açısından ise istatistiksel olarak bazı haftalarda gruplar arasında fark ($P<0,05$) oluşmasına karşın, anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7). Ham selüloz düzeylerinde ise denemede ele alınan diyetler arasında herhangi bir farklılık meydana gelmemiş, 16. haftada gerçekleştirilen ham selüloz analiz sonuçları ise kullanılan analitik kimyasallardan kaynaklı aksaklık nedeniyle belirtilmemiştir (Tablo 8). Ham kül, nem ve su aktivitesi düzeylerinde görülen farklılıkların deneysel koşullar ya da kullanılan analiz yöntemleriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu bulgular, deneysel diyetlerin besin madde bileşimlerinin zaman içinde büyük ölçüde sabit kaldığını, ancak bazı parametrelerde küçük farklılıkların gözlemlenebileceğini ortaya koymaktadır.

4.2. Deneme Diyetlerinde Zamana Bağlı Serbest Yağ Asitleri ve Peroksit Düzeylerindeki Değişimler

Serbest yağ asitleri ve peroksit düzeylerindeki değişimler değerlendirildiğinde, serbest yağ asitlerinde deneme grupları arasında belirgin bir fark bulunmamıştır. Ancak, tüm deneme

gruplarında artan zamana bağlı olarak serbest yağ asitlerinin seviyelerinde azalma tespit edilmiştir (Tablo 9).

Peroksit düzeyleri açısından başlangıçta gruplar arasında fark yokken, araştırma sonunda antioksidan katkısı olmayan grupta en yüksek peroksit seviyeleri kaydedilmiştir. Buna karşılık, her iki antioksidanı içeren 4. grupta en düşük ($P<0,05$) peroksit düzeyi bulunmuştur. 2. ve 3. gruplar ise peroksit düzeyleri bakımından diğer grupların arasında yer almıştır (Tablo 10). Bu sonuçlar, antioksidan katkısının oksidatif stabiliteyi artırarak peroksit oluşumunu azalttığını, sentetik ve doğal antioksidanların birlikte kullanılmasının ise peroksit oluşumu üzerine önemli düzeyde baskılayıcı etki oluşturduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, zamana bağlı olarak diyetlerin bazı besin maddelerinde sınırlı değişikliklerin gözlenmesine rağmen, antioksidan katkısının lipid oksidasyonu üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle peroksit değerlerindeki azalma, antioksidan katkılı diyetlerin oksidatif stabiliteyi sağlama konusunda etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Deneme gruplarında zamana bağlı ham protein düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	26,96±0,22 ^b	27,87±0,21 ^{ab}	26,76±0,24	27,51±0,63	27,65±0,14
Grup 2	-	+	-	9	27,09±0,16 ^b	27,47±0,11 ^b	26,71±0,17	26,83±0,19	27,53±0,12
Grup 3	-	-	+	9	27,44±0,11 ^{ab}	28,47±0,26 ^a	26,50±0,16	26,67±0,13	27,65±0,19
Grup 4	-	+	+	9	27,82±0,19 ^a	27,98±0,16 ^{ab}	27,15±0,14	26,73±0,17	27,80±0,21
P					0,005	0,010	0,096	0,680	0,735

a, b: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 4. Deneme gruplarında zamana bağlı ham yağ düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	11,94±0,11	12,05±0,13	12,31±0,19	11,64±0,14 ^b	11,42±0,11 ^b
Grup 2	-	+	-	9	12,17±0,19	12,15±0,26	12,33±0,13	11,82±0,13 ^{ab}	11,79±0,13 ^{ab}
Grup 3	-	-	+	9	12,19±0,24	11,64±0,17	11,95±0,10	12,27±0,10 ^a	11,81±0,12 ^{ab}
Grup 4	-	+	+	9	12,19±0,29	11,89±0,16	12,23±0,51	11,80±0,17 ^{ab}	12,07±0,18 ^a
P					0,809	0,279	0,272	0,019	0,020

a, b: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 5. Deneme gruplarında zamana bağlı ham kül düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	6,87±0,06 ^a	6,34±0,06	6,61±0,12	6,48±0,06	6,19±0,07 ^a
Grup 2	-	+	-	9	6,40±0,16 ^b	6,22±0,08	6,41±0,09	6,47±0,07	6,07±0,06 ^a
Grup 3	-	-	+	9	6,53±0,12 ^{ab}	6,09±0,08	6,28±0,05	6,42±0,04	6,07±0,07 ^{ab}
Grup 4	-	+	+	9	6,81±0,14 ^a	6,01±0,13	6,25±0,06	6,23±0,03	5,97±0,07 ^b
P					0,047	0,077	0,080	0,080	0,190

a, b: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 6. Deneme gruplarında zamana bağlı nem düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	3,61±0,04	3,67±0,12	3,40±0,06 ^b	3,24±0,03	3,42±0,06 ^{ab}
Grup 2	-	+	-	9	3,82±0,14	3,31±0,08	3,98±0,08 ^a	3,41±0,09	3,76±0,11 ^a
Grup 3	-	-	+	9	3,70±0,06	3,43±0,11	3,49±0,03 ^b	3,48±0,07	3,33±0,08 ^b
Grup 4	-	+	+	9	3,64±0,17	3,38±0,11	3,05±0,08 ^c	3,32±0,06	3,47±0,15 ^{ab}
P					0,432	0,117	<0,0001	0,050	0,040

a, b, c: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 7. Deneme gruplarında zamana bağlı su aktivite düzeylerindeki (Wa) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	0,16±0,004 ^a	0,12±0,004 ^{ab}	0,13±0,005 ^b	0,15±0,004 ^c	0,14±0,008 ^a
Grup 2	-	+	-	9	0,19±0,014 ^a	0,17±0,006 ^a	0,17±0,007 ^a	0,20±0,016 ^{ab}	0,15±0,004 ^a
Grup 3	-	-	+	9	0,15±0,005 ^b	0,10±0,003 ^b	0,10±0,004 ^c	0,17±0,008 ^{bc}	0,12±0,004 ^b
Grup 4	-	+	+	9	0,15±0,006 ^a	0,11±0,003 ^{ab}	0,11±0,004 ^c	0,21±0,004 ^a	0,12±0,006 ^b
P					0,049	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001

a, b, c: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 8. Deneme gruplarında zamana bağlı ham selüloz düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu				Zaman (Hafta)				
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	3,55±0,08	3,60±0,07	2,97±0,14	3,49±0,08	-
Grup 2	-	+	-	9	3,76±0,05	3,39±0,06	3,28±0,05	3,41±0,12	-
Grup 3	-	-	+	9	3,71±0,14	3,42±0,28	2,96±0,14	3,65±0,04	-
Grup 4	-	+	+	9	3,59±0,04	3,69±0,12	3,04±0,17	3,68±0,05	-
P					0,174	0,218	0,432	0,055	

Tablo 9. Deneme gruplarında zamana bağlı serbest yağ asitleri düzeylerindeki (%) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu			Zaman (Hafta)					
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	5,42±0,17	4,95±0,18 ^a	4,91±0,25	4,89±0,22	4,71±0,20
Grup 2	-	+	-	9	6,39±0,37	4,30±0,25 ^{ab}	4,37±0,24	4,48±0,12	4,57±0,20
Grup 3	-	-	+	9	5,98±0,15	4,90±0,19 ^a	4,59±0,16	4,48±0,22	4,35±0,29
Grup 4	-	+	+	9	5,85±0,08	4,07±0,18 ^b	3,91±0,19	4,44±0,13	4,35±0,07
P					0,062	0,009	0,053	0,387	0,650

a, b: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

Tablo 10. Deneme gruplarında zamana bağlı peroksit düzeylerindeki (mg/g) değişim (Doğal halde)

Deneme Grupları	Antioksidan Durumu			Zaman (Hafta)					
	Yok	Sentetik	Bitkisel	n	0	4	8	12	16
					(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)	(Ortalama±SE)
Grup 1	+	-	-	9	0,86±0,15	0,83±0,05 ^b	1,90±0,07 ^a	6,05±0,66 ^a	6,49±0,54 ^a
Grup 2	-	+	-	9	0,87±0,03	0,82±0,03 ^b	1,55±0,18 ^{ab}	3,90±0,41 ^{bc}	5,76±0,19 ^a
Grup 3	-	-	+	9	0,98±0,26	0,87±0,02 ^{ab}	1,32±0,14 ^b	4,27±0,24 ^{ab}	5,71±0,44 ^a
Grup 4	-	+	+	9	0,79±0,05	0,97±0,04 ^a	1,38±0,07 ^b	3,02±0,08 ^c	3,14±0,21 ^b
P					0,721	0,018	0,005	0,001	0,000

a, b, c: Aynı sütunda bulunan değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05)

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, ticari olarak üretilen ekstrude kedi diyetlerine sentetik antioksidan karışımı (BHA, BHT) ve/veya bitkisel ekstrakt karışımı (biberiye, zerdeçal, karanfil) katılmasının lipid oksidasyonu ve besin madde bileşimi üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlandı. Çalışmada etkinliği bilinen sentetik ticari antioksidanların lipid peroksidasyonu üzerine bilinen etkilerine karşın, doğal antioksidanların oluşturacağı etki büyüklüğünün ne düzeyde meydana geldiği, bunun yanı sıra hem sentetik hem doğal antioksidanların kombine edilerek kullanılmasının peroksit oluşumunun baskılanmasında daha büyük bir etki meydana getirip getirmeyeceği sorusuna cevap aranmıştır. Diğer yandan peroksidasyon sürecinin yemin besin madde bileşimi üzerine herhangi bir etki oluşturmayacağı beklenmesine rağmen, konu ile ilgili bir literatür ile karşılaşılmamış olması nedeni ile başta ham yağ ve ham protein olmak üzere besin maddesi düzeylerindeki olası değişimlerin gözlenmesi amacıyla ham besin madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

Antioksidanlar, gıdalardaki oksidatif bozulmayı önleyen veya geciktiren maddelerdir. Bu bileşikler, oksidatif ve otooksidatif reaksiyonların başlangıcında etkili olarak, oksidasyonun ve bu süreçle birlikte ortaya çıkan istenmeyen kimyasal ürünlerin oluşumunu engelleyebilirler. Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC) tarafından antioksidanlar “gıdalarda yağın acılaşması ve renk değişiklikleri gibi oksidasyon reaksiyonları sonucunda meydana gelen bozulmaları önleyerek raf ömrünü uzatan maddeler” olarak tanımlanmaktadır (Gür, 2006). Bu çalışmada ele alınan besin maddeleri (ham protein, ham yağ, nem, ham kül, ham selüloz) ve su aktivite değerleri yapılan farklı (sentetik/doğal) antioksidan katkılarından çalışmadan beklendiği şekilde etkilenmemiştir. Diğer yandan, deneme diyetlerinde zamana bağlı peroksit düzeyleri incelenmiş, özellikle antioksidan katkısı olmayan gruplarda lipid oksidasyonu ile peroksit düzeylerinin arttığı gözlemlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında; benzer bulguların elde edildiği, ancak bazı farklılıkların da olduğu görülmektedir.

Hras ve diğerleri (2000), biberiye ekstraktı (%0.02), α -tokoferol (%0.01), askorbil palmitat (%0.01) ve sitrik asidin (%0.01) antioksidan aktivitelerini 60 °C'de 11 gün depolanan ayçiçek yağında incelemişlerdir. Bunların arasında biberiye ekstraktının en iyi antioksidan etkinliği sergilediği peroksit ve anisidin değer ölçümleriyle ortaya konmuştur. Benzer bir çalışmada, suyu uzaklaştırılmış tavuk etinin oksidatif stabilitesini artırmak amacıyla biberiye,

ay, zm kabuğu, kahve ekstraktları ile sentetik antioksidanlar (BHA, octyl gallat) ete uygulanmış ve biberiye~sentetik antioksidanlar>kahve~ay>zm kabuğu şeklindeki sıralama ile lipid oksidasyonu engellediği ortaya konmuştur (Nissen ve diğerleri, 2000). Diğer yandan, evcil hayvan yemi endüstrisinde sıklıkla kullanılan kanatlı yağına beş farklı sentetik (BHA, BHT, ETH, propil gallat ve sitrik/askorbik asit) ve iki farklı doğal (biberiye ve tokoferoller) antioksidan katkısı yapılmasının oksidatif stabilite üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada, doğal antioksidanların sentetik antioksidanlara göre tatmin edici bir koruma sağlamadığı bildirilmiştir (Rocha Junior ve diğerleri, 2021).

Antioksidan katkısının lipid oksidasyonunu azaltmadaki etkisi literatürde yaygın bir şekilde desteklenmektedir. Köpek ve kedilerde diyetle antioksidan olarak artan düzeylerde (500, 1000 ve 1500 IU/kg) E vitamini ile C vitamini (100 ppm) ve ̢ karoten (1,5 ppm) katılmasının dolaşımdaki E vitamini konsantrasyonunda ve bağışıklık hcreti korumasında artış, DNA hasarında azalma ve antioksidan durumunda iyileşme ile sonuçlandığı bildirilmektedir (Jewell ve diğerleri, 2024). Song ve diğerleri (2014), okside edilmiş sütten kesme dönemindeki domuz diyetlerinin büyüme performansı üzerinde olumsuz etkiler yarattığını, ancak E vitamini katkısının oksidatif stresi azalttığını ve performansı iyileştirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, çalışmamızda da antioksidan katkısının olduğu gruplarda lipid peroksit değerlerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte yapılan bir çalışmada, okside yağların sindirilebilirliği ve mikrobiyal protein sentezi üzerinde olumsuz etkiler yarattığı, ancak antioksidan katkısının bu olumsuz etkileri kısmen hafiflettiği ortaya konmuştur (Vzquez-Aon ve Jenkins, 2007). Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde antioksidan katkısının lipid oksidasyonunu baskılaması dikkat çekmiştir.

Ayrıca, Aoki ve diğerleri (2010), antioksidan içeren süt ineği rasyonlarının lipid peroksit seviyelerini düşürdüğü ve süt gibi hayvansal ürünlerde oksidatif dengeyi iyileştirdiğini belirtmiştir. Bizim alışmamızda da benzer şekilde, antioksidan katkısının olduğu gruplarda peroksit değerlerinde düşüş gözlenmiştir, bu da antioksidanların oksidatif stres üzerindeki koruyucu etkisini doğrulamaktadır.

Etlik piliçler ile yapılan bir çalışmada, zeytin işleme yan ürünleri katılan yemlerin broylerlerde oksidatif stresi azalttığını ve lipid oksidasyonunu baskıladığını belirtilmiştir (Gerasopoulos ve diğerleri., 2015). Bir diğer araştırmada, sıcak stresi altında yetiştirilen etlik piliçlerde içme suyuna katılan doğal (safran ve kurkumin) ve sentetik (BHT ve E vitamini) antioksidanların performans ve toplam antioksidan kapasiteyi önemli düzeyde iyileştirdiği bildirilmiştir (Mustafa ve Othman, 2024). Benzer şekilde, çalışmamızda da antioksidan

katkısının lipid peroksit düzeylerinde azalma sağladığı görülmüştür. Liu ve diğerleri (2014), termal olarak okside edilmiş yağların genç domuzlarda büyüme performansını olumsuz etkilediğini, ancak antioksidan katkısının bu etkileri hafiflettiğini raporlamıştır. Çalışmamızda da benzer şekilde, antioksidan katkısının peroksit seviyelerini kontrol altına aldığı ve oksidatif dengeyi sağladığı gözlemlenmiştir.

Genel olarak, antioksidan katkılarının lipid oksidasyonu ve peroksit düzeyleri üzerindeki olumlu etkileri literatürde yaygın olarak raporlanmaktadır. Ancak protein oksidasyonu ve antioksidan kapasitenin uzun vadeli etkileri üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiği görülmektedir. Çalışmamız, antioksidanların yem bileşenlerinin stabilitesini sağlamada önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Evcil hayvan diyet ürünlerinin raf ömrünü artırmak için formülasyonlarda antioksidan kullanımı günümüzde yaygındır. Geleneksel sentetik antioksidanların doğal alternatiflerle değiştirilmesi, özellikle sentetik bileşenlerin kullanımıyla ilgili sağlık endişeleri nedeniyle acil bir hal almıştır. Doğal antioksidanlara yönelik pazar talepleri, sadece ürünlerin raf ömrünü uzatma gereksiniminden değil, aynı zamanda bu bileşenlerin evcil hayvanlar için sağlığı teşvik eden ek faydalarının daha fazla ortaya çıkmasından dolayı sürekli olarak artmaktadır (Shakersain, 2023).

Yağların oksidasyonu, sadece yağların acılaşmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda hayvanlarda doku hasarına da yol açar. Peroksidasyon adı verilen bu süreç, yağların kimyasal yapısında değişiklikler yaparak, besin değerlerini ve kalitesini bozar. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, acılaşmış yağ içeren diyetlerin yem tüketiminde azalmaya ve yemin enerji değerinin düşmesine neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, lipid peroksidasyonu sonucunda oluşan bazı bileşikler, lizin amino asidinin ϵ -amino grubu ile reaksiyona girerek lizin emilimini ve kullanımını azaltmaktadır (Trelstadt ve diğerleri, 1981).

Protein oksidasyonu üzerine yapılan araştırmalar, antioksidan katkısının sadece lipid oksidasyonunu değil, aynı zamanda protein oksidasyonunu da azalttığını göstermektedir. Savary-Auzeloux ve diğerleri (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, kısıtlı beslenme sonrasında yeniden beslenen kuzu kaslarında protein oksidasyonunun önemli ölçüde değişmediği, ancak genel antioksidan kapasitenin azaldığı gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda protein oksidasyonuna dair veri bulunmamakla birlikte, bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Ticari olarak üretilen ekstrude kedi diyetlerine sentetik antioksidan karışımı (BHA, BHT) ve/veya bitkisel ekstrakt karışımı (biberiye, zerdeçal, karanfil) katılmasının lipid oksidasyonu ve besin madde bileşimi üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanan bu çalışmada sentetik antioksidanların yerine doğal antioksidan katkılarının kullanılabileceği, birlikte kullanılmaları durumunda ise daha etkili sonuçlar ortaya çıkardıkları belirlenmiştir. Her iki antioksidan grubunun birlikte kullanılması, dolayısı ile diyetteki düzeyin iki katına çıkmasıyla oluşan antioksidan etkinin büyüklüğü nedeniyle gerek sentetik gerekse doğal antioksidanların artan düzeylerinin etkilerinin ele alınacağı çalışmaların gerekli olduğu kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Akgül, A. (1989). Baharatların antioksidan özellikleri. *Doğa - Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 13, 11-24.
- Akgül, A., Ayar, A. (1993). Yerli baharatların antioksidan etkileri, *Doğa - Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 17, 1061-1068.
- Allen, K.M., Blascovich, J., Tomaka, J., Kelsey, R.M. (1991). Presence of human friends and pet dogs as moderators of autonomic responses to stress in women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 582-589.
- Aoki, N., Furukawa, S., Sato, K., Kurokawa, Y., Kanda, S., Takahashi, Y., Itabashi, H. (2010). Supplementation of the diet of dairy cows with trehalose results in milk with low lipid peroxide and high antioxidant content. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4189-95.
- Bandoniene, D., Venskutonis, P.R., Gruzdiene, D., Murkovic, M. (2002). Antioxidative activity of sage (*Salvia officinalis* L.) savory (*Satureja hortensis* L.) and borage (*Borago officinalis* L.) extracts in rapeseed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 286-292.
- Banyai, E.S., Tulok, M.H., Hgedüs, A., Renner, C., VargaI.S. (2003). Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarium officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4), 111-113.
- Bauer, J.E. (2007). Responses of dogs to dietary omega-3 fatty acids, *Journal of the American Veterinary Medicine Association*, 231, 1657-1661.
- Benzie, I.F.F. (2003). Evolution of dietary antioxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 136, 113-126.
- Blaner, W.S., Shmarakov, I.O., Traber, M.G. (2021). Vitamin A and vitamin E: will the real antioxidant please stand up? *Annual Review of Nutrition*, 41(1), 105-131.
- Botsoglou, N.A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D.J., Spais, A.B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43, 223-230.
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Jovin, E. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L.,

- Lamiaceae) essential oils. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 55, 7879-7885.
- Bracco, U., Loliger, J., Viret, J.L. (1981). Production and use of natural antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58, 686-690.
- Brewer, M.S. (2011). Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications, *Comparative Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 1541-4337.
- Buchanan, R.L., Fıncı, R.C., Charlton, A.J., Riviere, J.E., Standaert, R. (2011). Pet food safety: a shared concern, *British Journal of Nutrition*, 106(1). S78-S84.
- Budağ, C. (2011). Yem fabrikalarında hijyen sorunu ve zoonoz hastalıklar, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 141-154.
- Case, L.P., Daristotle, L., Hayek, M.G., Raasch, M.F. (2011). *History and regulation of pet foods*, In: Canine and Feline Nutrition (Third Edition), Case, L.P., Daristotle, L., Hayek, M.G., Raasch, M.F. (eds.), Mosby, pp. 121-129.
- Cowell, C.S., Stout, N.P., Brinkmann, M.F., Moser, E.A., Crane, S.W. (2000). *Making commercial pet foods*, Chapter 4. In: Small Animal Clinical Nutrition, Eds. Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P, 4th ed, Missouri, Walsworth Publishing Company, p. 129.
- Craig, J.M. (2021). Additives in pet food: are they safe? *Journal of Small Animal Practice*, 62 (8), 624-635.
- Çakmak, B. (2003). Yemlik yağlarda oksidasyon ve koruma yöntemleri, *NRA Bülteni*, Haziran, Sayı 25.
- Çoban, A.J. (2008). Results of the 2006 AVMA survey of companion animal ownership in US pet-owning households. *Journal of Veterinary Medicine Association*, 232, 695-696.
- Del Baño, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente García, O., Del Río, J.A., Ortuño, A., Quirin, K.W., Gerard, D. (2003). Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51, 4247–4253.
- Diaz, M., Dunn, C.M., McClements, J.D., Decker, E.A. (2003). Use of caseinophosphopeptides as natural antioxidants in oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2365–2370.

- Elgayyar, M., Draughon, F.A., Golden, D.A., Mount, J.R. (2001). Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64, 1019- 1024.
- FEDIAF (European Pet Food Industry Federation) (2022) Annual Report 2022- Facts & Figures 2021. https://europeanpetfood.org/_/news/new-fediaf-facts-figures-highlights-the-growth-of-european-pet-ownership/ 2. Pet Food Production adresinden erişildi
- FEDIAF (European Pet Food Industry Federation) (2024) Annual Report 2024 https://europeanpetfood.org/wp-content/uploads/2024/06/FEDIAF-Annual-Review-2024_Online.pdf adresinden erişildi
- Fennema, O.R. (1996). *Food chemistry*. Marcel Dekker, New York.
- Feredioon, S., Janitha, P.K., Wanasundara, P.D. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32(1), 67-103.
- Frankel, E.N. (1996). Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chemicals*, 57, 51-55.
- Frankel, E.N. (2005). *Lipid oxidation*, 2nd ed. Bridgwater, U.K. The Oily Press, p:470.
- Friedmann, E., Thomas, S.A. (1995). Pet ownership, social support, and one-year survival after acute myocardial infarction in the Cardiac Arrhythmia Suppression Trial (CAST). *Journal of Cardiology*, 76, 1213-1217.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh, S.A., Rasooli, I. (2007). Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry*, 102, 898-904.
- Gerasopoulos, K., Stagos, D., Kokkas, S., Petrotos, K., Kantas, D., Goulas, P., & Kouretas, D. (2015). Feed supplemented with byproducts from olive oil mill wastewater processing increases antioxidant capacity in broiler chickens. *Food and Chemical Toxicology*, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.04.021>
- Glodde, F., Günal, M., Kinsel, M.E., AbuGazleh, A. (2018). Effects of natural antioxidants on the stability of omega-3 fatty acids in dog food. *Journal of Veterinary Research*, 62, 103-108.
- Goli, A.H., Barzegar, M., Sahari, M.A. (2005). Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry*, 92, 521-525.

- Gordon, M.H. (1991). Oils and fats: taint or flavour? *Chemistry in Britain*, November, 1020-1022.
- Gray, J.I., Gomaa, E.A., Buckley, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Gür, E., Altuğ, T. (2006). *Antioksidanlar*, In. Altuğ, T. (ed.), Gıda Katkı Maddeleri, İzmir, Türkiye, p:17- 41.
- Headey, B. (1999). Health benefits and health cost savings due to pets: Preliminary estimates from an Australian national survey. *Social Indicators Research*, 47, 233-243.
- Heng, H.E., Ong, X.L., Chow, P.E. (2020). Antioxidant action and effectiveness of sulfur-containing amino acid during deep frying. *Journal of food science and technology*, 57(3), 1150-1157.
- Hras, A.R., Hadolin, M., Knez, Z., Bauman, D. (2000). Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. *Food Chemistry*, 71, 229-233.
- Jayaprakasha, G.K., Jagan, L., Sakariah, K.K. (2005). Chemistry and biological activities of *C. longa*. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 533–548.
- Jewell, D.E., Motsinger, L.A., Paetau-Robinson, I. (2024). Effect of dietary antioxidants on free radical damage in dogs and cats. *Journal of Animal Science*, 102, skae153.
- Kapoor, L.D. (1990). *Handbook of ayurvedic medicinal plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 185.
- Kong, Y., Ma, W., Liu, X., Zu, Y.G., Fu, Y.J., Wu, N., Liang, L., Yao, L.P., Efferth, T. (2009). Cytotoxic activity of curcumin towards CCRF-CEM leukemia cells and its effect on DNA damage. *Molecules*, 14, 5328–5338.
- Lean, L.P., Mohamed, S. (1999). Antioxidative and antimycotic effect of turmeric, lemon-grass, betel leaves, clove, black papper leaves and *Garcinia Atriviridis* on butter cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1817-1822.
- Lee, K.G., Shibamoto, T. (2002). Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4947- 4952.

- Liu, P., Chen, C., Kerr, B., Weber, T., Johnston, L., & Shurson, G. (2014). Influence of thermally oxidized vegetable oils and animal fats on growth performance, liver gene expression, and liver and serum cholesterol and triglycerides in young pigs. *Journal of Animal Science*, 92(7), 2960-2970.
- Löliger, J. (1990). *The use of antioxidants in foods*. In: Aruoma, O.I., Halliwell, B. (eds) Free radicals and food additives. London, pp 121-150.
- Mustafa, M.A., Othman, S.A. (2024). Effect of adding natural and synthetic antioxidants to broiler drinking water as antistressor on productivity, antioxidant statues and hematological traits under heat stress. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences*, 24(1), 94-104.
- Nascimento, J.N., Fagundes, P.C., Paiva Brito, M.A.V., Santos, K.R.N., Freire Bastos, M.C. (2005). Production of bacteriocins by coagulase-negative staphylococci involved in bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*, 106, 61-71.
- Nissen, L.R, Mansson, L., Bertelsen, G., Huynh-Ba, T., Skibsted, L.H. (2000). Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *Journal of Agricultural Food Chemicals*, 48, 5548-5556.
- Prior, R.L. (2004). *Absorption and metabolism of anthocyanins: potential health effects. phytochemicals: mechanisms of action* (pp. 1). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Rice Evans, N.J., Miller, N.J., Balwell, P.G., Bromley, P.M., Pridham, J.B. (2005). The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavanoids. *Free Radical Research*, 22, 375-383.
- Richheimer, S.L., Bernart, M.W., King, G.A., Kent, M.C., Bailey, D.T. (1996). Antioxidant activity of lipid soluble phenolic diterpenes from rosemary. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 73, 507-514.
- Rimpler, H., Hansel, R., Kochendoerfer, L. (1970). Xan-thorrhizol, ein neues sesquiterpen aus *Curcuma xanthor-rhiza*. *Zeitschrift für Naturforschung*, 256, 995.
- Rocha Junior, C.M., Bertechini, A.G., Teixeira, A.O., Moreira, L.M., Brighenti, C.R.G., Sa- Fortes, C.M.L., Nunes, C.A., Corassa, A. (2021). Evaluation of antioxidants on oxidative stability and fatty acid profile of poultry offal oil used in the pet food industry. *A Revista Semina: Ciências Agrárias*, 42(3), 1813-1824.

- Roughley, P.J., Whiting, D.A. (1973). Experiments in the biosynthesis of curcumin. *Journal of the Chemical Society*, 20, 2379–2388.
- Ruby, A.J., Kuttan, G., Dinesh Babu, K., Rajasekharan, K.N., Kuttan, R. (1995). Antitumor and antioxidant activity of natural curcuminoids. *Cancer Letters*, 94, 79–83.
- Sahoo, J., Verma, S.P. (1999). Oxidative problems in meat and meat products and use of antioxidant vitamins. *Journal of Food Science Technology*, 36(6), 487-499.
- Saraiva, M.A.F., Nes, I.F., Baracat-Pereira, M.C., de Queiroz, M.V., Mantovani, H.C., de Moraes, C.A. (2014). Purification and characterization of a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* PD6.9. *Journal of Microbiology. and Antimicrobials*, 6(5), 79-87.
- Sarkardei, S., Howell, N.K. (2007) Effect of natural antioxidants on stored freeze-dried food product formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *International Journal of Food Science and Technology*, 43(2), 309-315.
- Savary-Auzeloux, I., Durand, D., Gruffat, D., Bauchart, D., & Ortigues-Marty, I. (2008). Food restriction and refeeding in lambs influence muscle antioxidant status. *Animal: an International Journal of Animal Bioscience*, 2(5), 738-745.
- Shakersain, B. (2023). Evcil hayvan maması formülasyonlarında insanileştirme eğilimi. *Uluslararası Hayvan Yemi ve Katkıları Dergisi*, 12, 28-31.
- Shalini, V.K., Leela, S. (1987). Lipid peroxide induced DNA damage: protection by turmeric (*Curcuma longa*). *Molecular and Cellular Biochemistry*, 77, 3-10.
- Singh, G., Marimuthu, P., Murali, H.S., Bawa, A.S. (2005). Antioxidative and antibacterial potentials of essential oils and extracts isolated from various spice materials. *Journal of Food Safety*, 25, 130–145.
- Song, R., Chen, C., Johnston, L., Kerr, B., Weber, T., Shurson, G. (2014). Effects of feeding diets containing highly peroxidized distillers dried grains with solubles and increasing vitamin E levels to wean-finish pigs on growth performance, carcass characteristics, and pork fat composition. *Journal of Animal Science*, 92(1), 198-210.
- Suja, K.P., Abraham, J.T., Thamizh, S.N., Jayalekshmi, A., Arumuughan, C. (2004). Antioxidant efficiency of sesame cake extract in vegetable oil protection. *Food Chemistry*, 84, 393-400.
- Şenköylü, N. (2001). *Yemlik yağlar*. Edirne, Türkiye, Trakya Üniversitesi Yayınları.

- Taghvaei, M., Jafari, S. (2015). Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1272-1282.
- Traber, M.G., Stevens, J.F. (2011). Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013.
- Trelstadt, R.L., Lowley, K.R., Holmes, L.B. (1981). Nonenzymatic of proline and lysine by reduced oxygen derivates, *Nature*, 289, 310-312.
- Vázquez-Añón, M., Jenkins, T. (2007). Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen, and fatty acid metabolism. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4361-4367.
- Vopel, G., Gaisbaver, M., Winkler, W. (1990). *Phytotherapie in der praxis*. Deutscher Arztverlag, Kolu, 74.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M. (2001). Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103, 752-767.
- Yeşilbağ, D. (2009). Kanatlı beslenmesinde doğal ve sentetik antioksidan kullanımı, *Uludağ University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 28(2), 55-59.
- Yılan, J. (1991). Beneficial effects of pet ownership on some aspects of human health and behaviour. *Journal of Royal Society of Medicine*, 84, 717-720.
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., Schmidt, G. (2002). Rosemary extract as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 67(2), 582-585.
- Zafer Kalkınma Ajansı Ön Fizibilite Raporu (2021). <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/evcil-hayvan-mamasi-uretim-tesisi-on-fizibilite-raporu.pdf> adresinden erişildi.

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“Ekstrude kedi diyetlerine sentetik antioksidan ve/veya bitkisel ekstrakt karışımı katılmasının zamana bağlı lipid oksidasyonu ve besin madde bileşimi üzerine etkileri” başlıklı yüksek lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

.....

Cansu ÇAVUŞOĞLU AKAR

08/11/2024

ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı : ÇAVUŞOĞLU AKAR Cansu
Uyruk : T.C.
Doğum yeri ve tarihi : Turgutlu – 22.05.1990
Telefon : 0 (552) 674 44 24
E-posta : cansu_1064@hotmail.com
Yabancı dil : İngilizce

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Lisans	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi	23.06.2014

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2014-Halen	Lider Petfood Yem San. ve Tic. A.Ş.	Fabrika Müdürü