



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEVEKUŞU (*STRUTHIO CAMELUS*)
KÖR BAĞIRSAK İÇERİĞİ KULLANILARAK
BAZI YEM HAMMADDELERİNİN *İN VİTRO* YÖNTEMLERLE
SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Şadıman KARAMAN

DOKTORA TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA-2008



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEVEKUŞU (*STRUTHIO CAMELUS*)
KÖR BAĞIRSAK İÇERİĞİ KULLANILARAK
BAZI YEM HAMMADDELERİNİN *İN VİTRO* YÖNTEMLERLE
SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Şadıman KARAMAN

**Prof. Dr. İbrahim AK
(Danışman)**

**DOKTORA TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

BURSA-2008

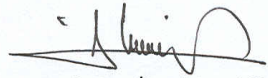
T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEVEKUŞU (*STRUTHIO CAMELUS*)
KÖR BAĞIRSAK İÇERİĞİ KULLANILARAK
BAZI YEM HAMMADDELERİNİN *İN VİTRO* YÖNTEMLERLE
SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

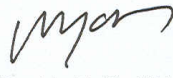
Şadıman KARAMAN

**DOKTORA TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 28/04/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.



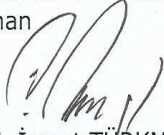
Prof. Dr. İbrahim AK
Danışman



Prof. Dr. H. Melih YAVUZ



Prof. Dr. İsmail FİLYA



Prof. Dr. İ. İsmet TÜRKMEN



Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

ÖZET**DEVEKUŞU (*STRUTHIO CAMELUS*) KÖR BAĞIRSAK İÇERİĞİ
KULLANILARAK BAZI YEM HAMMADDELERİNİN *İN VİTRO*
YÖNTEMLERLE SİNDİRİLEBİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışmanın amacı devekuşu kör bağırsak içeriği kullanarak bazı yem hammaddelerinin sindirilebilirliklerini *in vitro* yöntemler ile belirlemektir. Yem metaryali olarak dört adet dane yem (mısır, buğday, arpa ve yulaf), dört adet protein yemi (soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi pamuk tohumu küspesi ve kolza küspesi) ve dört adet kaba yem (yonca, korunga, fiğ ve mısır silajı) kullanılmıştır. Yemlerin *in vitro* sindirilebilirlikleri normal (NTT) ve değiştirilmiş (DTT) Tilley ve Terry yöntemi ve enzim ön sindirimli (EGÜ) ve ön sindirimsiz (GÜ) gaz üretim yöntemini içeren dört yöntem ile belirlenmiştir. Enzim ön sindirimi bir pepsin-pankreatin enzimatik hidrolizi ile gerçekleştirilmiştir. Kör bağırsak içeriği Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde kesilen dört adet ergin devekuşundan toplanmıştır.

Yemlerin GÜ ve EGÜ yöntemleri ile saptanan gaz üretimlerinin farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). EGÜ yöntemi GÜ yönteminden daha az gaz üretmiştir ($P<0.01$). Yemler kimyasal kompozisyonlarına göre farklı fermantasyon özellikleri göstermiştir. Enzimatik hidroliz fermente edilen substratların kinetik parametrelerini etkilemiştir ($P<0.01$). Gecikme zamanı da tüm yemlerde artmıştır ($P<0.01$).

In vitro yöntemlerin kuru madde sindirilebilirlikleri, gerçek organik madde sindirilebilirlikleri ve NDF sindirilebilirliklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.01$). DTT yöntemi dane yem ve kaba yemlerde diğer yöntemlerden daha yüksek *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik ve gerçek organik madde sindirilebilirlik değerleri vermiştir fakat protein yemlerinde EGÜ yöntemi daha yüksektir ($P<0.01$). GÜ yöntemi *in vitro* sindirilebilirliklerde en düşük belirlenmiştir ($P<0.01$). *In vitro* yöntemler uçucu yağ asitlerinde (UYA) ve protein parçalanma ürünlerinde önemli farklılıklar göstermiştir ($P<0.01$). Fermantasyonun sonunda diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında GÜ yöntemi fermantasyondan daha yüksek UYA vermeye eğilimlidir.

Sonuç olarak devekuşlarının arka bağırsaklarında yem hammaddelerinin fermantasyon kinetiklerini tanımlamak için kör bağırsak içeriğinin kullanılması uygun bir yöntemdir. Bununla birlikte mikrobiyal fermantasyondan önce pepsin ve pankreatin enzimleri ile yemlerin hidrolize edilmeleri önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Devekuşu, *in vitro* sindirilebilirlik, kör bağırsak içeriği, gaz üretim, pepsin, pankreatin.

ABSTRACT**DETERMINATION OF DIGESTIBILITIES WITH *IN VITRO* METHODS OF SOME FEEDSTUFFS USING OSTRICH (*STRUTHIO CAMELUS*) CAECAL CONTENT**

The objective of this study was to determine the digestibilities of some feedstuffs with *in vitro* methods using ostrich caecal content. Four cereal (corn, wheat, barley and oat), four protein feeds (soybean meal, sunflower seed meal, cotton seed meal and rape seed meal) and four forages (alfalfa, sainfoin, vetch and corn silage) were using as feed material. *In vitro* digestibilities of feeds were determined with four methods including normal (NTT) and reverse (RTT) modified Tilley and Terry methods and enzyme-predigested (EGP) and unpredigested (GP) gas production methods. The enzyme-predigested was performed by pepsin–pancreatin enzymatic hydrolysis. Caecal contents were collected from four adult ostriches slaughtered at the University of Uludag, Faculty of Agriculture Farm of Research and Application.

Generally, it was shown that the gas production of the GP and EGP substrates was different ($P<0.01$). EGP produced less gas than GP ($P<0.01$). The substrates, according to their chemical composition, showed different fermentation characteristics. The enzymatic hydrolysis affected ($P<0.01$) the kinetics parameters of the fermented substrates. The lag times also increased for all ingredients ($P<0.01$).

In vitro methods showed significant differences in dry matter digestibilities, true organic matter digestibilities and NDF digestibilities ($P<0.01$). The RTT method gave higher ($P<0.01$) *in vitro* dry matter digestibility and true organic matter digestibility values than the other methods in cereal and forage feeds but the EGP method gave higher ($P<0.01$) in protein feeds. The GP method was lowest in *in vitro* digestibilities ($P<0.01$). *In vitro* methods showed significant differences in volatile fatty acid (VFA) and protein degradation products ($P<0.01$). At the end of fermentation there tended to be more VFA from fermentation GP method compared with other methods.

In conclusion, the method using caecal content as a source of microbial inoculum is reliable to characterize the fermentation kinetics of ingredients in the hindgut of ostriches. However, it is important to hydrolyze the substrates with pepsin and pancreatin before the microbial fermentation.

Keyword: Ostrich, *in vitro* digestibility, caecal content, gas production, pepsin, pancreatin

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
GİRİŞ	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ	5
1.1. Devekuşlarının Sindirim Sistemleri	5
1.2. Devekuşlarında Sindirim	8
1.3. Devekuşlarının Doğal Yemleri	14
1.4. Yem Hammaddelerinin Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi	15
1.5. <i>İn Vitro</i> Yöntemler	16
1.5.1. Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi	16
1.5.2. Gaz üretim yöntemi	17
1.5.3. Enzim yöntemi	18
1.6. Tek Mideli Hayvanlar ve Ruminantlarda <i>İn Vitro</i> Sindirilebilirlik Çalışmaları	20
2. MATERYAL ve YÖNTEM	28
2.1. MATERYAL	28
2.2. YÖNTEM	29
2.2.1. Kör Bağırsak Sıvısının Toplanması	29
2.2.2. In vitro Yöntemler	29
2.2.2.1. Tilley ve Terry iki aşamalı sindirim yöntemi	29
2.2.2.2. <i>İn Vitro</i> Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması	33
2.2.3. <i>İn Vitro</i> Kuru Madde Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi	36
2.2.4. In Vitro Gerçek Organik Madde ve NDF Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi	37
2.2.5. Kör Bağırsak Sıvısı ve Örneklerin pH'sının Belirlenmesi	38
2.2.6. Toplam Uçucu Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi	38
2.2.7. Amonyak Azotu Analizi	39
2.2.8. Kimyasal Analizler	39
2.2.9. Hücre Duvarı Bileşimi	40
2.2.10. İstatistik Analizler	42
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	43
3.1. Enzimlerle Ön Sindirim	43
3.2. <i>İn Vitro</i> Gaz Üretim	45
3.3. Yemlerin Farklı Yöntemler ile Belirlenen <i>İn Vitro</i> Sindirilebilirlikleri	57
3.4. pH ve Uçucu Yağ Asitleri Değerleri	68
SONUÇ	84
KAYNAKLAR	87
TEŞEKKÜR	95
ÖZGEÇMİŞ	96

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	-	Asit deterjan lif
ADL	-	Asit deterjan lignin
ATK	-	Ayçiçeği tohumu küspesi
c	-	Gaz üretim hız sabiti
DZO	-	Dallanmış zincir oranı
DTT	-	Değiştirilmiş Tilley ve Terry
EKMS	-	Enzim kuru madde sindirilebilirliği
EOMS	-	Enzim organik madde sindirilebilirliği
EGÜ	-	Enzimle ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi
GOMS	-	Gerçek organik madde sindirilebilirliği
GÜ	-	Gaz üretim yöntemi
GZ	-	Gecikme zamanı
HK	-	Ham kül
HP	-	Ham protein
HS	-	Ham sellüloz
HY	-	Ham yağ
KMS	-	Kuru madde sindirilebilirliği
NDF	-	Nötr deterjan lif
NDFS	-	Nötr deterjan lif sindirilebilirliği
NTT	-	Normal Tilley ve Terry yöntemi
PGÜ	-	Potansiyel gaz üretim
PTK	-	Pamuk tohumu küspesi
UYA	-	Uçucu yağ asitleri
TUYA	-	Toplam uçucu yağ asitleri

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Devekuşu, emu ve tavukların karşılaştırmalı bağırsak uzunlukları.....	7
Çizelge 1.2. Devekuşlarının çeşitli sindirim sistemi bölümlerinin uzunluk ve ağırlığına yem lifinin etkileri	8
Çizelge 1.3. Devekuşlarında rasyonun görünür metabolik enerji, NDF ve yağ sindirilebilirliğine yaşın etkisi.....	12
Çizelge 1.4. 6, 12 ve 18 haftalık devekuşlarında besin maddelerinin görünür sindirilebilirlik katsayıları.....	13
Çizelge 2.1. Yem hammaddelerinin besin maddeleri içerikleri (KM'de).....	28
Çizelge 3.1. Yem hammaddelerinin pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirimi sonucu besin maddeleri içerikleri (KM'de).....	43
Çizelge 3.2. Pepsin ve pankreatin enzimleri ile yemlerin ön sindirim sonucu belirlenen kuru madde (EKMS) ve organik madde sindirilebilirlikleri (EOMS).....	44
Çizelge 3.3. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri.....	47
Çizelge 3.4. Protein kaynağı yem hammaddelerinin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri	51
Çizelge 3.5. Kaba yemlerin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri.....	55
Çizelge 3.6. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%).....	58
Çizelge 3.7. Protein kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%).....	62
Çizelge 3.8. Kaba yemlerin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%).....	66
Çizelge 3. 9. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları.....	69
Çizelge 3.10. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları.....	73
Çizelge 3.11. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları.....	75
Çizelge 3.12. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri.....	79
Çizelge 3.13. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri.....	80
Çizelge 3.14. Kaba yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri.....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Ergin bir devekuşunun sindirim sistemi.....	6
Şekil 1.2. Devekuşlarında uçucu yağ asitlerinin (UYA) kalın bağırsaktan emilim modeli.....	10
Şekil 3.1. Yemlerin pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirimi sonucu ham protein içeriklerinin başlangıç değerleri ile karşılaştırılması	44
Şekil 3.2. Enerji kaynağı dane yemlerin (mısır, arpa, yulaf ve buğday) ön sindirim uygulanmamış (GÜ) ve uygulanmış gaz üretim (EGÜ) değerleri.....	48
Şekil 3.3. Protein kaynağı küspelerin (soya, pamuk tohumu, kanola ve ayçiçeği) uygulanmamış (GÜ) ve uygulanmış gaz üretim (EGÜ) değerleri.....	52
Şekil 3.4. Kaba yem kaynağı taze otların (fiğ, korunga, yonca ve mısır silajı) ön sindirim uygulanmamış (GÜ) ve uygulanmış gaz üretim (EGÜ) değerleri.....	56
Şekil 3.5. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%).....	61
Şekil 3.6. Protein kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri	64
Şekil 3.7. Kaba yemlerin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri	67
Şekil 3.8. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları.....	71
Şekil 3.9. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları.....	74
Şekil 3.10. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları.....	77

GİRİŞ

Her geçen gün biraz daha artan dünya nüfusuna karşılık günümüzde azalan doğal kaynaklar, değişen iklim koşulları, yetersiz ve dengesiz beslenme sorununu daha da arttırmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla ülkeler hayvansal üretimlerini arttırma ve alternatif protein kaynaklarını bulma arayışı içindedirler. Ayrıca, tüketici bilinci ve refah düzeyinin artması ile birlikte daha sağlıklı ürünlere olan talep artmakta, bu da geleneksel hayvan türlerinin yetiştiriciliğinin yerine yeni hayvan türlerinin yetiştiriciliğini gündeme getirmektedir. Bu amaçla hayvancılığı gelişmiş ülkelerde son yıllarda ilgi duyulan ve gelişme gösteren hayvancılık dallarından birisi de devekuşu yetiştiriciliği olmuştur.

Dünyada ticari anlamda devekuşu yetiştiriciliğine değerli tüylerinin üretimi için 1860 yılında Güney Afrika'nın Kelin Kargo bölgesinde başlanmıştır. 1975 yılından sonra derisi, son 15 yıldır da sağlıklı ve lezzetli olan eti için yetiştiriciliği yapılmaktadır. Devekuşu yetiştiriciliği daha çok eti ve derisi için yapılmakla birlikte, tüyü, yumurtası, yağı ve diğer birçok ürünü çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Günümüzde Dünya devekuşu üretiminin önemli bir bölümü Güney Afrika tarafından karşılanmakta, Güney Afrika'yı Avrupa ve Asya ülkeleri izlemektedir. Türkiye'de devekuşu yetiştiriciliği ilk olarak 1995 yılında Antalya Manavgat'ta özel bir işletme tarafından ithal edilen damızlıklarla başlamıştır (Ak 2004).

Devekuşu dünyamızdaki en eski kanatlı hayvan türlerinden biri olup, uçucu olmayan kuşlar ailesinin bir üyesidir. Doğal yaşamlarında yarı çöl iklimine sahip bölgelerde yaşamakla birlikte, farklı iklim koşullarına kolayca uyum sağlayabilmektedirler. Ergin bir devekuşu yaklaşık 2.0-2.5 m boya ve 100-160 kg canlı ağırlığa sahiptir. Doğal yaşamlarında 70 yıldan fazla yaşayabilen uzun ömürlü hayvanlar olmakla birlikte ekonomik ömürleri 30-40 yıldır.

Devekuşları herbivor (otçul) hayvanlar olup, doğal yaşamlarında genellikle bitkisel yemlerle beslenmektedirler. Devekuşlarında sindirim kanalı diğer kuşlarla benzerlik göstermekle birlikte bazı farklıklar da söz konusudur. Devekuşlarında sindirim kanalı; ağız, yemek borusu, ön (bezel)

mide, taşlık, ince barsak, kör bağırsak, kalın bağırsak, rektum ve kloaktan oluşur. Devekuşlarında kursak olmadığı için yemler ön sindirime uğramaz. Diğer kanatlılarda olduğu gibi ağızda diş bulunmadığı için yemlerin öğütülmesi yani fiziksel sindirimi taşlıkta gerçekleşir. Taşlıkta salgı olmayıp, proteinleri parçalayan pepsin enzimi ve HCl asit bezel mideden salgılanmaktadır. Çeşitli besin maddelerinin enzimler yardımıyla kimyasal sindirimi ve emilimi ince bağırsaklarda gerçekleşmektedir. İnce ve kalın bağırsağın birleştiği yerde iki adet torba şeklinde, spiral formda kör barsak vardır. Kör bağırsaklar önemli bir şekilde mikrobiyal fermantasyonun gerçekleştiği organlardır. Kör bağırsaktaki aneorabik bakteriler sellülozu parçalayarak uçucu yağ asitlerinin üretilmesini sağlarlar. Bu asitler metabolizmada glukozun yerine enerji sağlamak amacıyla kullanılır. Devekuşlarında kör bağırsak ve kalın bağırsağın ikisi birden arka bağırsak (hindgut) olarak da adlandırılmaktadır (Ak 2004).

Tüm dünyada devekuşu çiftliklerine ilgi duyulmasına ve Güney Afrika'da bu alanda iyi bir endüstri dalı kurulmuş olmasına rağmen, devekuşlarının besin maddeleri gereksinimleri ile ilgili bilgiler henüz tam bir şekilde tanımlanmış değildir. Devekuşları için geliştirilmiş besleme uygulamaları, genellikle kümes kanatlıları için belirlenmiş olan besin maddelerinden tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle de ticari devekuşu çiftliklerinde damızlık ve besi amaçlı yetiştirilen kuşların yediği karma yemlerden beslenmeye bağlı çeşitli problemler oluşmuştur. Devekuşları için kanatlı enerji değerlerinin kullanılması damızlık ve kesim yaşına gelmiş hayvanlarda yüksek düzeyde bir obesiteye neden olmuştur. Bunun nedeni ise devekuşlarının kör ve kalın bağırsaklarında meydana mikrobiyal fermantasyon sayesinde yemlerde bulunan lifli kısımları daha iyi değerlendirebilmeleridir. Bu bakımdan devekuşları kanatlılardan çok mikrobiyal fermantasyonu gelişmiş atlar ve ruminantlara daha fazla benzemektedirler.

Bugünkü rekabetçi çevre ile artan devekuşu sayısı, karlı bir üretim sağlanması için bilimsel yemlemeye gereksinim duymaktadır. Bu amaçla devekuşlarında hayvanın tüm besin madde gereksinimlerini karşılayan

yeterli ve ekonomik bir besleme yapabilmek için kullanılan yem hammaddelerinin ne düzeyde değerlendirildiği bilinmelidir. Bu nedenle yem hammaddelerinin ham besin maddeleri bileşimi saptandıktan sonra bir de yemlerin sindirilebilen kısımlarının da belirlenmesi gereklidir.

Yem hammaddelerinin sindirilme derecelerinin saptanması için sindirim denemelerine gereksinim vardır. Sindirim denemeleri sonucunda elde edilen bulgular, yem hammaddelerinin en iyi şekilde değerlendirme olanağı sağlayarak hayvanlardan maksimum ürünü almanın yolunu açmaktadır (Karabulut ve Canbolat 2005).

Bugün, yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında pek çok yöntem bulunmakla birlikte genel olarak bunları in vivo ve in vitro olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür. Canlı hayvanlar üzerinde uygulanan yöntemler in vivo, laboratuvar koşullarında uygulanan yöntemler ise in vitro yöntemler olarak adlandırılmaktadır. Yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında önceleri sadece in vivo yöntemlerin kullanılmasına karşın, yapılan çalışmalar sonucunda in vitro yöntemlerle elde edilen sindirilebilirlik değerlerinin in vivo yöntemlerle elde edilen sindirilebilirlik değerlerine çok yakın olduğu ve yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında in vivo yöntemler yerine daha ucuz ve daha kısa sürede sonuç alınabilen in vitro yöntemlerin kullanılabileceği saptanmıştır (Karabulut ve Canbolat 2005).

Rumen mikroorganizmalarının laboratuvar kültürü temeline dayanan in vitro yöntemler ruminantların yemlerinin değerlendirilmesinde değerli bilgiler sağlamaktadırlar. Bu in vitro yöntemlerden biri de ruminantların sindirimini taklit eden Tilley ve Terry (1963)'nin iki aşamalı sindirim tekniğidir. Ruminantlarda yemlerin sindirimi, mide de sindirimden ve ince bağırsakta emilimden önce rumen fermantasyonuyla başlar. Mikrobiyal fermantasyon sonucu metabolizmada glikozun yerine kullanılan uçucu yağ asitleri (UYA) oluşur (Van Soest 1982). Devekuşları ve kazlar gibi arka bağırsak fermantasyonuna sahip hayvanlarda yemler kör ve kalın bağırsakta ki mikrobiyal fermantasyondan önce ilk olarak normal mide sindirimine ve ince bağırsak emilimine uğramaktadır. Tilley ve Terry'nin (1963) canlı

rumen mikroorganizmalarının kullanımına bağlı tekniği kaba yemler gibi ruminant yemlerinin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntem esas alınarak devekuşlarının yemlerinin değerlendirilmesinde bir mikroorganizma kaynağı olarak kör bağırsak içeriğinin kullanılması ile devekuşları gibi arka bağırsak fermantasyonuna sahip hayvanlara uygulanabilir. Fakat arka bağırsak fermentasyonundan önce devekuşlarında yemlerin bir mide sindirimine ve ince bağırsak emilimine maruz kaldığından Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim tekniğinin devekuşlarının sindirim sistemine benzer şekilde aşamalarının yer değiştirilmesi ile kullanılması daha yararlı olabilir (Nheta ve ark. 2005).

İn vitro yöntemlerden bir diğeri de yemlerin fermantasyonunun son ürünlerinden ortamda oluşan gazların (metan, karbondioksit) ölçülmesi esasına dayanan gaz üretim tekniğidir. Gaz üretim yöntemi ruminantların beslenmesinde yemlerin fermantasyon kinetiği hakkında sağladığı bilgilerden dolayı oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca bu yöntemde rumen sıvısı yerine farklı inokulant kaynaklarının kullanımını da araştıran çalışmalar da yapılmıştır. Bu amaçla kanatlı, domuz ve at beslemede sırasıyla etlik piliçlerden (Williams ve ark. 1997), domuzlardan (Williams ve ark. 1998) ve ponylerden (Lowman ve ark. 1996) kör bağırsak sıvısı alınarak gaz üretim yönteminde kullanılmıştır (Rymer ve ark. 2005).

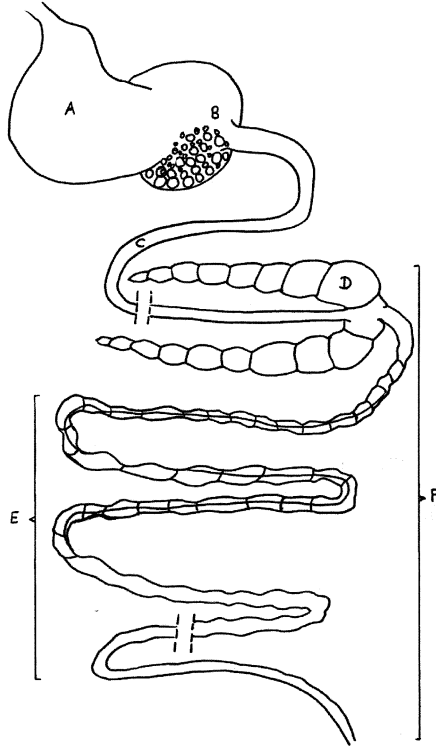
Bu çalışmanın amacı, devekuşlarında yaygın olarak kullanılan bazı yemlerin sindirilebilirliklerini dört farklı *in vitro* yöntem (normal Tilley ve Terry, değiştirilmiş Tilley ve Terry, ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim yöntemi) kullanarak belirlemek ve bu yemlerin devekuşları tarafından ne düzeyde değerlendirildiği hakkında bilgi sahibi olmaktır.

1. KAYNAK ÖZETLERİ

1. 1. Devekuşlarının Sindirim Sistemleri

Devekuşlarının sindirim sistemleri; ağız, yemek borusu, ön (bezel) mide, taşlık, ince barsak, kör bağırsak, kalın bağırsak ve kloaktan oluşmakla birlikte ruminant olmayan hayvanlardan veya kanatlılardan oldukça farklıdır (Şekil 1. 1). Devekuşlarında dişler ve kursak yoktur ve yemek borusu sınır ayrımı olmaksızın bezel mideye (proventrikulus) açılır (Smith ve Sales 1995). Devekuşlarının bezel midesi büyüktür ve ince bir duvar yapısına sahiptir. Kanatlılarda, sindirim enzimleri bezel midenin tüm yüzeyinden salgılanırken, devekuşlarında enzim ve asit salgılanması bezel midenin iç alanının sadece %25'lik bir alanında sınırlanmıştır (Cooper ve Mahroze 2004).

Bezel midenin sonundan taşlığa (ventrikulus) geçilir ve taşlık kalın bir duvar yapısına sahiptir (Shanawany 1996). Devekuşlarında taşlıkta kassal mukoza oldukça gelişmiştir, organ kas duvarlarının büzülüp gevşemesiyle yemlerin öğütülmesini sağlayan bilye büyüklüğünde kaba çakıl taşlarını içerir. Taşlıktan sonra ince bağırsak gelmektedir. İnce bağırsaktaki villiler uzun ve çok dallara ayrılmış bir labirent yüzeyi şeklindedir. Devekuşlarında panet hücreler bulunmazken bağırsak boyunca iyi gelişmiş subseroza gözlenmiştir (Bezuidenhout ve Van Aswegen 1990).



Şekil 1. 1. Ergin bir devekuşunun sindirim sistemi (Holtzhausen & Kotzé 1990'dan uyarlanmıştır). (A), bezel mide (proventrikulus); (B), taşlık (ventrikulus); (C), ince bağırsak; (D), kör bağırsaklar ; (E), kalın bağırsak; (F), arka bağırsaklar (hindgut).

İnce bağırsak nispeten kısa ve düz olmasına karşılık hacimli yemlerin sindiriminin ve sıvıların emiliminin gerçekleştiği rektum uzun ve büyüktür (Shanawany 1996). Devekuşlarında ince bağırsak ve kalın bağırsağın birleştiği yerde bir çift kör bağırsak bulunmaktadır. Devekuşlarının kör bağırsaklarında bir spiral kıvrım tanımlanmıştır (Bezuidenhout 1993). Lümenin etrafında 30 defa dönerek şekillenen kıvrımlar, spiral şeklinde bir boşluk oluşturmaktadır. Kıvrımlar; mukoza, kassal mukoza ve submukozadan oluşmaktadır. Kör bağırsak duvarından merkeze doğru spiral şeklinde oluşan bu kıvrımlar sayesinde daha geniş bir yüzey oluşmaktadır. Spiral kıvrımların yüzey alanı ortalama olarak 955.75 cm^2 'dir ve kör bağırsağın toplam mukozal yüzeyin %54'ünü oluşturur. Bezuidenhout (1993) kıvrımların sellüloz ve hemisellülozun mikrobiyal fermantasyonundan üretilen uçucu yağ asitlerinin ve diğer metabolitlerin emiliminde önemli rol oynadığını bildirmektedir.

Tek mideli hayvanların sindirim sisteminde mikrobiyal fermentasyonun bulunması hem hayvanların kendi sindirim sistemlerinin hem de konakçı mikroorganizmanın sağlığında önemli bir etkiye sahiptir. Fermentasyon sayesinde bağırsak hareketliliği, enerji sağlamada gelişme, vitamin üretimi ve bağırsıklığın uyarılması sağlanmaktadır (Williams ve ark. 2005). Fermentasyon sonucu oluşan uçucu yağ asitlerinin, ishalin önlenmesi (su ve Na⁺⁺ emilimi), sindirim kanalında pH'nın kontrolü ve patojen mikroorganizmalara karşı savunmada görev aldığı bildirilmiştir (Roediger 1989).

Devekuşlarının sindirim sistemleri diğer kanatlılardan farklıdır. Cho ve ark. (1984) 30 günlük yaştaki devekuşunun toplam bağırsak uzunluğunun 2.83 m olduğunu bildirmiştir. İnce bağırsak toplam barsak uzunluğunun %37'sini (1.04 m) oluştururken, kör bağırsak %6 (0.16 m) ve kalın bağırsak ise %57'sini (1.62 m) oluşturmaktadır. Tavukta ise toplam bağırsak uzunluğu 0.68 m'dir ve ince bağırsak, kör bağırsak ve rektumun bu uzunluktaki oranları sırasıyla %90 (0.61 m), %7 (0.05 m) ve %3 (0.02)'tür (Calhoun 1954). Çizelge 1. 1'de devekuşu, emu ve tavukların karşılaştırılmalı bağırsak uzunlukları verilmiştir.

Çizelge 1. 1. Devekuşu, emu ve tavukların karşılaştırılmalı bağırsak uzunlukları

Bağırsaklar	Devekuşu ¹		Emu ²		Tavuk ³	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)
İnce bağırsak	512	36	315	88.5	61	90
Kör bağırsak	94	7	12	3.3	5	7
Kalın bağırsak	800	57	29	8.2	2	3

¹ Fowler 1991, ² Herd ve Dawson 1984, ³ Calhoun 1954

Devekuşlarının beslenmesinde kullanılan yemlerin yapısına bağlı olarak sindirim sistemi organlarının büyüklükleri değişebilmektedir. Örneğin Baltmanis ve ark. (1997) düşük ve orta lifli iki farklı rasyonla beslenen devekuşlarının sindirim sistemi bölümlerinin boş ve dolu ağırlıklarını belirlemişlerdir (Çizelge 1. 2). Denemede kalın bağırsak orta düzeyde lif içeren yemlerle beslenen kuşlarda önemli bir şekilde uzun bulunurken geriye kalan sindirim sistemi kısımları bu kuşlarda daha kısadır. Beklenildiği gibi

kör ve kalın bağırsak dolu ağırlıklarında büyük artışlar görülmüştür. Sindirim sistemi bölümlerinin (taşlık ve mide dahil) boş ağırlıkları orta lifli yem tüketen kuşlarda %20 daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 1. 2. Devekuşlarının çeşitli sindirim sistemi bölümlerinin uzunluk ve ağırlığına yem lifinin etkileri

Sindirim sistemi bölümleri	Düşük Lifli ¹			Orta Lifli ¹		
	Uzunluk (m)	Dolu ağırlık (kg)	Boş ağırlık (kg)	Uzunluk (m)	Dolu ağırlık (kg)	Boş ağırlık (kg)
Mide		2.16±0.17	0.80±0.04 ^b		3.03±0.29	1.16±0.06 ^a
Taşlık		2.79±0.18 ^b	2.08±0.17 ^b		4.24±0.16 ^a	2.82±0.12 ^a
Duedonum	1.07±0.10	0.40±0.03	0.22±0.04	0.96±0.02	0.35±0.02	0.23±0.04
Jejenum	1.64±0.22	0.63±0.05	0.48±0.04	1.54±0.04	0.64±0.03	0.52±0.04
İleum	4.20±0.19	1.51±0.06	0.89±0.03	3.78±0.02	1.37±0.07	0.72±0.04
Kör barsak	0.85±0.02	0.74±0.05	0.32±0.01	0.89±0.02	0.98±0.10	0.23±0.01
Kalın barsak	9.26±0.32 ^b	4.02±0.24 ^b	1.28±0.09 ^b	10.45±0.22 ^a	8.73±0.95 ^a	1.76±0.02 ^a

¹ Düşük ve orta lif içeren rasyonlar %20.3 ve %21.1 protein, %9.5 ve %12.7 ADF, %13.9 ve %15.6 NDF içermektedir, a-b: $P<0.05$

1.2. Devekuşlarında Sindirim

Devekuşları tarafından tüketilen besin maddeleri ilk olarak yemek borusunun üst tarafında yer alan kesede birikmektedir. Bu kese dolduktan sonra devekuşu kafasını yukarıya doğru kaldırmakta ve besin maddelerinin yemek borusundan aşağıya doğru kayarak bezel mideye geçişi sağlanmaktadır. Bezel midede proteinleri parçalayan üç farklı pepsinojen ve hidroklorik asit (HCl) salgılanmaktadır. Bezel mide aynı zamanda suyun depo edildiği organ olarak görev yapmakta, hayvan çok fazla su tükettiğinde bile depoladığı suyu çok yavaş bir şekilde salmaktadır. Bezel midede sindirim sıvıları ile karıştırılan besin maddeleri yumuşatılmaktadır. Kasılmalar ve içeriğin özgül ağırlığı ile bezel mide içeriği taşlığa geçmektedir. Taşlıkta kuvvetli kasların kasılıp gevsemeleri ve içerisinde bulunan kaba kum ve taşların yardımı ile sindirim içeriği mekanik olarak öğütülmektedir (Aydın 2004).

Taşlıktan sonra sindirim içeriği ince bağırsağa geçmekte, pankreas ve karaciğerden salgılanan sindirim sıvıları ile de karışmaktadır. Pankreas ince bağırsaklara başlıca anyonik ve katyonik tripsin, kimotripsonejen, proelestaz, lipaz ve alfa amilaz başta olmak üzere birçok sindirim enzimini

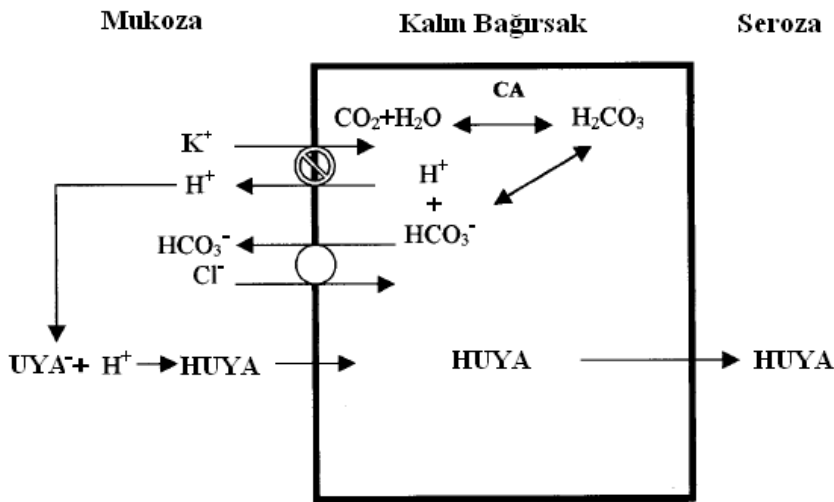
salmaktadır. Bunlara ilave olarak devekuşu pankreasından pankreatik polipeptid, insülin ve glukagan da üretilmektedir. Sindirilen besin maddeleri ince bağırsaktan emilmektedir. Kalın bağırsaklarda ilk kısımlarda besin maddelerinin sindirimi devam etmekte sonraki kısımda ise dışkıdaki su emilerek dışkıya şekil verilmektedir. Kalın bağırsak ve kör bağırsaklarda bulunan mikroorganizmalar ile lifli besin maddelerinin fermentasyonu gerçekleşmekte ve bu fermentasyonda UYA oluşmaktadır. Kör ve kalın bağırsaklar oluşan bu UYA'nın emiliminde de son derece etkindirler (Aydın 2004).

Devekuşlarındaki kör ve kalın bağırsaktaki mikrobiyal populasyon sayesinde bitkisel liflerin özellikle sellüloz ve hemisellülozun sindirilebilmesi ruminantlarda rumenin oynadığı rolle benzerdir. Bilindiği gibi ruminantlar dört gözlü bir mide sistemine sahiptir ve rumen, sellülozun mikrobiyal sindiriminin olduğu yerdir. Kaba yemlerin mikrobiyal fermentasyonu sonucu oluşan uçucu yağ asitleri rumen duvarından emilerek ruminantlar tarafından yağ sentezinde ve enerji metabolizmasında kullanılır. Ruminantların enerji gereksinimlerinin yaklaşık %70'i uçucu yağ asitlerinden sağlanır. Mikrobiyal sindirim sonucu ayrıca düşük kaliteli protein kaynakları ve protein yapısında olmayan azotlu bileşiklerden bakteriyel protein sentezi yapılır. K vitamini ve B grubu vitaminler rumende mikrobiyal fermentasyon sırasında sentezlenirler. Rumen amino asitler, lipidler, mineraller ve vitaminlerin emildiği ince barsaktan önce yer almaktadır. Sellülozun ve hemisellülozun sindiriminin ince barsaktan önce rumende gerçekleşmesi ruminantlar için kaba yemlerin enerji ve protein kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirilmesini sağlar (Scheideler 1996).

Devekuşlarının anatomisi ve sellüloz sindiriminin yeri ruminantlardan oldukça farklıdır. Devekuşları pepsin ve HCl'nin salgılandığı oldukça küçük bir bezel mideye sahiptirler. Bir miktar sellüloz sindirimi midede olmakta fakat bu miktarın oldukça sınırlı olduğu düşünülmektedir. Devekuşlarında sellülozun sindirimi amino asit, mineral ve vitaminlerin emildiği ince barsaktan sonra mikrobiyal populasyonun bulunduğu kalın ve kör barsaklarda olmaktadır. Sellüloz sindiriminin ince barsaktan sonra meydana

geldiği için kaba yemlerin mikrobiyal sindirimi sonucu oluşabilen protein ve amino asitlerden yararlanma olmamaktadır. Bu nedenle diğer kanatlılarda olduğu gibi devekuşları protein ve amino asit bakımından dengelenmiş yemlere ihtiyaç duymaktadırlar (Scheideler 1996).

Musara ve ark. (2003), devekuşlarının kalın bağırsaklarındaki UYA emilim mekanizmasını araştırmak için yaptıkları çalışmalarında, UYA emiliminin elektrolitlerle etkileşim içinde olan bir ikinci derecede aktif transport olduğunu bildirmişlerdir (Şekil 1. 2). Arka bağırsakların toplamda anatomik olarak adaptasyonu sonucunda devekuşları bitki liflerinin fermantatif ürünlerinin transportunda yüksek kapasiteli bir mekanizmaya sahiptirler.



Şekil 1. 2. Devekuşlarında UYA'nın kalın bağırsaktan emilim modeli.

Devekuşlarının sindirim sistemlerinin farklı bölgelerindeki pH hakkındaki veriler sınırlıdır. Swart ve ark. (1993) mide ve taşlıktaki pH'nın 2 dolaylarında olduğunu ve bunun hızlı bir şekilde ince barsakta pH 7'ye yükseldiğini, kalın barsakta ise pH'nın 8 olduğunu belirlemişlerdir.

Devekuşlarında yemlerin sindirim organlarından geçişi ruminantlardakine benzer. Swart ve ark. (1993) 42 günlük ve 5-10 kg canlı ağırlıktaki devekuşlarında yemlerin geçiş süresi 39 saat ve 42-50 kg canlı ağırlığındakilerde ise 47.9 saat olduğu bildirmişlerdir. Swart ve ark. (1987)

mide ve taşlıkta UYA konsantrasyonunun yüksek olduğunu bulmuşlardır (158.8 ve 139.3 mM). İnce bağırsak düşük düzeyde uçucu yağ asidi seviyesine (65-67 mM) sahipken, arka bağırsakta (hindgut) bu konsantrasyon artar. Kör bağırsakta konsantrasyon 141 mM ve rektum yakınlarında 171–195 mM'dur. Rektumda UYA üretim miktarı Herd ve Dowson (1984) tarafından emular için bildirilen değerden daha yüksektir.

Fievez ve ark. (2001) devekuşları ile yaptıkları in vitro çalışmada devekuşlarındaki UYA üretiminden ergin bir devekuşunun yaşama payı enerji gereksiniminin %56.5-66'sının sağlandığı hesaplanmıştır. Bu değer atlar gibi diğer tek mideli herbivorlar için bildirilen %30–60 değerlerine benzerdir (Bugaut ve Bentejac 1993). Devekuşlarında fermantasyon metabolizması, uçucu yağ asidi üretiminden sadece %5–10 (Bugaut ve Bentejac 1993) yaşama payı enerji gereksinimini karşılayan otlayan kazlarda dahil kümes kanatlılarından açıkça farklıdır.

Swart ve ark. (1993) 210 günlük yaşta ve 42-50 kg canlı ağırlığındaki devekuşlarının sırasıyla hemisellüloz ve sellüloz sindirimi %66.2 ve %39.3 ve NDF sindirilebilirliği %45.6 olarak bildirmişlerdir. Angel (1996) NDF sindirilebilirliğinin yaşla birlikte değiştiğini ve 3 haftalık yaşta devekuşları tarafından NDF'nin sadece %6.5 sindirildiğini ve 30 aylık yaşta devekuşlarının NDF sindirilebilirliğinin %61.7 olduğunu belirlemiştir.

Angel (1993, 1995) komple bir rasyonun görünür ME içeriğine yaşın etkilerini araştırmış ve 3 haftalık yaşta görünür yağ sindiriminin oldukça düşük olduğunu ve 10 haftalık yaşa kadar hızlı bir şekilde arttığını ve daha sonra önemli bir şekilde değişmediğini bulmuştur (Çizelge 1.3). Görünür NDF sindirilebilirliği benzer bir eğilim göstermiş, 3 haftalık yaşta kuşların NDF yararlanabilirliği oldukça düşük ve 17. haftaya kadar sindirilebilirlikte hızlı bir artış gösterdikten sonra önemli bir farklılık görülmemiştir. 3 haftalık yaşta görünür ME düşük çevrilmiştir ve 10. haftaya kadar yaşla birlikte enerji miktarındaki artış hız kazanmış, sonra önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Devekuşu ME temeline dayanarak hazırlanmış rasyonların ME değerleri 11.6 MJ/kg iken aynı rasyon kanatlı ME değerlerine dayalı

hazırlanırken 8.3 MJ/kg'dır (Cilliers, 1997). 3 haftalık devekuşları rasyondan 7.2 MJ/kg ME kazanırken, 17 haftalık yaşta kuşlar rasyondan 11.5 MJ/kg ME kazanmışlardır.

Çizelge 1. 3. Devekuşlarında rasyonun¹ görünür metabolik enerji, NDF ve yağ sindirilebilirliğine yaşın etkisi (Angel 1995)

Yaş	Görünür Sindirilebilirlik		Görünür ME (MJ/kg)
	Yağ (%)	NDF (%)	
3 haftalık	44.5 ^a	6.5 ^a	7.2 ^a
6 haftalık	74.3 ^b	27.3 ^b	9.3 ^b
10 haftalık	85.4 ^c	51.2 ^c	10.9 ^c
17 haftalık	91.2 ^c	58.1 ^{cd}	11.5 ^d
30 aylık	92.8 ^c	61.7 ^d	11.8 ^d
SH ²	2.7	2.4	0.13

¹ Rasyon içeriği; %24.1 protein, %7.3 yağ, %33.9 NDF, %20.8 ADF ve %89.1 kuru madde

² Standart hata. Aynı sütundaki farklı harflendirilmiş ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0.05)

Cilliers ve ark. (1998) (yüksek lif içerikli) ergin (<105 kg) ve ergin olmayan devekuşlarında (6 aylık yaşta, 50-60 kg) arpa ve yoncayı bir karşılaştırma denemesinde kullanmıştır. Ergin olmayan ve ergin devekuşlarında yonca için GME değerleri sırasıyla 9.16 ve 9.26 MJ/kg ve arpa için 13.94 ve 13.32 MJ/kg olarak belirlenmiştir. 6 aylıktan daha büyük yaş gruplarında devekuşu rasyon formülasyonu için aynı gerçek metabolik enerji değerlerinin kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar Angel (1995) tarafından 17 haftalıktan daha büyük kuşlar ile ergin devekuşlarının yemleri hemen hemen aynı düzeyde değerlendirdikleri sonucuyla uyum içindedir.

Nizza ve Di Meo (2000) 6, 12 ve 18 haftalık devekuşlarında görünür sindirilebilirlik katsayılarını belirlemek için yaptıkları denemede 12 ve 18 haftalık devekuşlarının besin maddelerinden daha iyi yararlandıkları görülmüştür (Çizelge 1.4). 6 haftalık yaşta devekuşlarında enzimatik aktivitenin bitki hücre içeriğinden yararlanmada etkin bir şekilde geliştiği sonucuna varılmıştır. Bu yaşta yapısal karbonhidratların düşük düzeyde

sindirilmesi kalın bağırsaktaki bakteriyel mikrofloranın henüz etkin bir şekilde gelişmemesinin göstergesidir.

Çizelge 1.4. 6, 12 ve 18 haftalık devekuşlarında besin maddelerinin görünür sindirilebilirlik katsayıları

Yaş	6 haftalık	12 haftalık	18 haftalık
Kuru madde	0.56±0.013	0.57±0.014	0.57±0.015
Organik madde	0.59±0.014	0.59±0.015	0.59±0.016
Ham protein	0.75±0.015	0.75±0.015	0.75±0.016
Ham yağ	0.65±0.024	0.67±0.027	0.67±0.023
Ham selüloz	0.28±0.022 ^b	0.49±0.023 ^a	0.50±0.025 ^a
NDF	0.25±0.020 ^b	0.46±0.022 ^a	0.47±0.022 ^a
ADF	0.20±0.019 ^b	0.39±0.021 ^a	0.40±0.020 ^a
Selüloz	0.32±0.016 ^b	0.52±0.018 ^a	0.53±0.017 ^a
Hemisellüloz	0.35±0.024 ^b	0.64±0.027 ^a	0.64±0.025 ^a
Brüt enerji	0.58±0.013	0.59±0.013	0.59±0.016

a-b: P<0.05

Devekuşlarında sindirim sistemi organlarının mikrobiyal florası hakkında yok denecek kadar az çalışma bulunmaktadır. Marinho ve ark. (2004) devekuşlarının sindirim sistemi mikroflorasını belirlemek için yaptıkları çalışmada her iki cinsiyette, 1 ile 3 yaş arasında değişen 30 hayvanı kullanmışlardır. Bu çalışmada aerob mikroorganizmaların % 61'inin *Escherichia coli*, % 8 *Candida spp.*, % 6.9 *Salmonella spp.*, %5.7 *Morganella spp.*, % 4.6 *Klebsiella spp.*, % 3.45 *Providencia spp.*, %2.3 *Pseudomonas spp.* ve *Staphylococcus spp.* ve % 1'ini ise *Citrobacter spp.*, *Edwardsiella tarda*, *Enterococcus spp.* *Moerella spp.* ve *Proteus mirabilis* oluşturduğu belirlenmiştir. Anaerob mikroorganizmaların %38'ini *Lactobacillus spp.*, %30 *Clostridium spp.*, %10 *Fusobacterium spp.* ve %8'ini ise *Peptoestreptococcus spp.* oluşturmuştur.

Aynı çalışmada bezel midenin mukozasında % 51.7'sinin *Candida spp.*, %20.7 *Lactobacillus spp.*, %17.24 *Aspergillus spp.*, %7 *Penicillium spp.* ve %3.45 *Staphylococcus spp.* bulunurken, taşlıkta %58.3 *Candida*

spp., %25 *Aspergillus* spp., %13.9 *Lactobacillus* spp. ve %2.8 *Sthaphylococcus* spp. olduğu tespit edilmiştir.

1.3. Devekuşlarının Doğal Yemleri

Yabani devekuşları seçici bir otlayıcı olarak gelişmişlerdir (Sauer ve Sauer 1966). Milton ve ark. (1994)'ları Güney Afrika'da yabani devekuşlarının seçtikleri yiyeceklerini gözlemlemişler ve bitki seçiminin vejetasyonun nisbi verimine ve kuş yoğunluğuna bağlı olarak etkilendiğini bulmuşlardır. Devekuşları bitki türlerini yüksek yağ, fenol, tanen, sodyum ve kalsiyum oksalat içeriklerine karşı seçerler. Cooper ve Palmer (1994) bir haftalık yaştaki civcivlerin yem tercihlerini araştırmışlardır. Yem seçimi öncelikle görsel seçim olmuş, civcivleri ilk olarak parlak yeşil yapraklar cezbetmiştir. İkinci tepki tat duyusu olmuştur. Olgunlaşmış bitkilerin yaprakları civcivler tarafından tüketilmemiştir. Dean ve ark. (1994)'ları Güney Afrika'nın farklı bölgelerinde ergin devekuşlarını gözlemlemişler ve toplam yem tüketimlerinin %39'unu filizlerin oluşturmasına karşılık, %25'inin tüm bitki, %16.6'sının çiçekler, %12.2'sini yapraklar ve %4.1'inin de meyvelerden oluştuğunu bulmuşlardır. Bu yazarlar yabani devekuşlarını "parça seçici kaba yemciler" olarak adlandırırlar. Ergin devekuşları yüksek yetişen bitkileri seçme eğiliminde olurlar ve nadiren odunlaşmış materyal yerler (Milton ve ark. 1994).

Devekuşlarının değişik hayvan türlerini tükettiklerini bildiren raporlar olmasına (Cramp ve ark. 1977) rağmen, Milton ve ark. (1994) çalışmalarında devekuşlarının omnivor olduklarına dair bir kanıt bulamamışlardır. Buna karşılık Williams ve ark. (1993) yabani ergin devekuşlarının mide içeriğinde sadece çok küçük miktarlarda böcek parçaları, antilop dışkısı ve küçük kemikler bulmuşlardır. Bunun gibi hayvansal materyaller devekuşlarının doğal yemlerinin çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır.

1.4. Yem Hammaddelerinin Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi

Yem ham maddelerinin ham besin madde içerikleri laboratuvarlarda yapılan kimyasal analizler ile belirlenebilmektedir. Fakat bu sonuçlar bir yem hammaddesinin yem değerini tam olarak ortaya koymak için yeterli değildir. Yemlerde bulunan besin maddelerinin ne kadarının sindirilmiş olduğunu yani hayvana verilen besin maddelerinin ne kadarının hayvanlar tarafından alındığı ve absorbe edildiğini bilmek gerekir. Bu nedenle yem hammaddelerinin ham besin maddeleri bileşimi saptandıktan sonra bir de yemlerin sindirilebilen kısımlarının da belirlenmesi gereklidir. Yem hammaddelerindeki ham besin maddelerinin hayvanlar tarafından yararlanılabilen kısmı "sindirilebilir ham besin maddeleri" olarak adlandırılır. Besin maddelerinin sindirilen kısımlarının yüzde olarak belirtilmesine ise o yemin "sindirilme derecesi" denir. Yem hammaddelerinin sindirilme derecelerinin saptanması için sindirim denemelerine gereksinim vardır. Sindirim denemeleri sonucunda elde edilen bulgular, yem hammaddelerinin en iyi şekilde değerlendirme olanağı sağlayarak hayvanlardan maksimum ürünü almanın yolunu açmaktadır (Karabulut ve Canbolat 2005).

Bugün, yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında pek çok yöntem bulunmakla birlikte genel olarak bunları in vivo ve in vitro olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür. Canlı hayvanlar üzerinde uygulanan yöntemler in vivo, laboratuvar koşullarında uygulanan yöntemler ise in vitro yöntemler olarak adlandırılmaktadır.

Yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında önceleri sadece in vivo yöntemlerin kullanılmasına karşın, bu yöntemlerin fazla zaman alması ve pahalı olmaları araştırmacıları laboratuvar çalışmalarına yönelmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda in vitro yöntemlerle elde edilen sindirilebilirlik değerlerinin in vivo yöntemlerle elde edilen sindirilebilirlik değerlerine çok yakın olduğu ve yemlerin sindirilebilirliklerinin saptanmasında in vivo yöntemler yerine daha ucuz ve kısa sürede sonuç alınabilen in vitro yöntemlerin kullanılabilmesi saptanmıştır (Karabulut ve Canbolat 2005).

1.5. ***In Vitro*** Yöntemler

Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen in vitro yöntemler, yemin ierdiği besin maddelerinin ortamdan uzaklaşan ya da eriyebilir hale gelen kısmının ölçülerek yem değerinin saptanması esasına dayanmaktadır. Yemlerin organik madde sindirilebilirliğini belirlemek için in vivo yöntemlere alternatif olarak in vitro yöntemler geçtiğimiz 50 yıldan beri geliştirilmektedirler. *In vitro* yöntemleri; Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi (1963), gaz üretim yöntemi (Menke ve Staingass 1988) ve pepsin sellülaz yöntemi (McLeod ve Minson 1978, Aufrère ve Michalet-Doreau 1988) olarak sıralayabiliriz. Yapılan araştırmalar sonucu bu yöntemlerle belirlenen organik madde sindirilebilirlikleri ile in vivo olarak belirlenenler arasında iyi bir korrelasyon bulunmuştur (Givens ve ark. 1989; Blümmel ve rskov 1993; Cone ve ark. 1999).

Daha çok ruminantların yemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan in vitro yöntemler günümüzde bağırsak fermentasyonuna sahip tek mideli hayvanlarda da kullanılmaktadır.

1.5.1. Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi

Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi ile ruminantların yem hammaddelerinin değerlendirilmesinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır ve bu yöntem hala yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mould ve ark. 2005). Tilley ve Terry'nin yöntemi sırasıyla rumen ve daha sonraki sindirim organlarındaki sindirimi taklit etmeye çalışan iki aşamadan oluşur. Substrat ilk olarak tamponlanmış rumen sıvısında fermente edilmekte, daha sonra bir asit-pepsin inkübasyonuna tabi tutulmaktadır. Inkübasyon sonucu kalan kalıntılardan kuru madde (KMS) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) belirlenmektedir. Bu yöntemin avantajı basit araç ve gereçlerin kullanılabilmesi ve bir defada birçok örneğin incelenebilmesidir. Bununla birlikte Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi yemlerin parçalanma kinetiği hakkında bir bilgi sağlamamaktadır, yani iki yem en sonda aynı parçalanma değerine sahip olmakla birlikte farklı parçalanma kinetiğine

sahip olabilirler. Pepsin inkübasyonu sonucu kalan kalıntılarda mikrobiyal bulaşma nedeniyle yemlerin parçalanma değeri daha düşük belirlenebilmektedir. Bunu önlemek için Goering ve Van Soest (1970) tarafından bu yöntem bir üçüncü aşama eklenmiştir. Bu üçüncü aşamada pepsin inkübasyonu sonucu kalan kalıntı nötr deterjan çözeltisi ile muamele edilmektedir (Mould 2003).

1.5.2. Gaz üretim yöntemi

În vitro gaz üretim teknikleri ruminantlarda yem hammaddelerinin fermentasyonunu tahmin etmek için geliştirilmiştir. Bir yem hammaddesi tamponlanmış rumen sıvısıyla inkübe edilmekte ve üretilen gaz fermentasyon kinetiğinin bir indirekt göstergesi olarak ölçülmektedir. Yemlerin potansiyel parçalanabilirliklerinin/fermente edilebilirliklerinin belirlenme ilkeleri bir küme kültürü tarafından üretilen gazın ölçülmesiyle ilk defa McBee (1953) ve Hungate (1966) tarafından geliştirilmiştir. Trei ve ark. (1970) tarafından her kaba gaz üretimini ölçmek için manometre bağlanmasıyla daha yeni teknikler uygulanmıştır. Benzer şekilde Jouany ve Thievend (1986) ve Beuvink ve Spoelstra (1992) suyun hacminin yer değiştirmesini belirlemek için ölçüm silindirlerini ters çevirerek kullanmışlardır.

Gaz üretiminde bir cam şırınga içinde yem hammaddesinin fermentasyonu ile pistonun yer değiştirmesi Czerkowski ve Breckenridge (1975) tarafından ve daha sonra "Hohenheim Gaz Testi"nin esası ise Menke ve ark. (1979) tarafından geliştirilmiştir. Blümmel ve Ørskov (1993) şırıngaların su banyosu yerine dönen bir inkübatörde inkübasyonu ile tekniği değiştirmişlerdir.

Wilkins (1974) *in vitro* fermentasyon kinetiğini ölçmek için farklı bir yaklaşım tanımlamıştır. Mühürlenmiş bir kapta yer alan fermentasyonun gaz üretimini kabın üst yüzeyine olan basıncı bir basınç dönüştürücü kullanarak belirlemiştir. Fermentasyon kinetiğini belirleme yönteminde bir algılayıcı veya dönüştürücü ile basıncın ölçülmesi basit olduğu için yaygın bir

şekilde benimsenmektedir. Theodoru ve ark. (1994) tarafından tanımlanan en basit basınç ölçme tekniği kabın üst yüzeyindeki basıncı manuel olarak ölçme şeklindedir. Ayrıca yarı ve tam otomatik basınç kaydetme Pell ve Schofield (1993), Cone ve ark. (1996), Mauricio ve ark. (1999) ve Davies ve ark. (2000) tarafından geliştirilmektedir.

Gaz üretim yöntemi ruminatların fermentasyon kinetiğini belirlemek amacıyla geliştirilmiş olsada son yıllarda bu yöntemin tek mideli hayvanlar içinde kullanıldığını görmekteyiz. Örneğin Guo ve ark. (2003), Lan ve ark. (2005) ve Lan ve ark. (2007) etlik piliçlerden kör bağırsak sıvısı olarak gaz üretim yöntemi ile çeşitli materyallerin fermentasyon kinetiğini araştırmışlardır.

1.5.3. Enzim yöntemi

Yem hammaddelerinin ham besin maddelerinin sindirilebilirliklerinin saptanmasında kullanılan *in vitro* bir yöntem olan enzim yöntemi yemlerin sellülaz, amilaz, hemisellülaz ve pepsin enzimleri ile sindirilebilirliklerin saptanmasına dayanır.

In vitro yöntemler ile yemlerin sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde inokulant kaynağı olarak rumen mikroorganizmalarının kullanılması bazı sorunlara yol açmaktadır. Rumen sıvısının alınması için kanüllü hayvanlara gereksinim vardır ve rumen sıvısındaki mikroorganizmaların canlılığını yitirmeden en kısa sürede kullanılması gerekmektedir. İnokulantlardaki varyasyonları en aza indirebilmek için donör hayvanların standart bir yemle yemlenmeleri gerekmektedir. Rumen sıvısının analitik olarak kullanımı da zordur. Özellikle anaerobik koşulların sağlanması gerekliliği, vizkozitesinin yoğun olması nedeniyle filtrasyonuda zordur ve herhangi bir patojenle bulaşma riskine karşı iyi bir hijyen gereklidir. Bu nedenle *in vitro* yöntemlerde rumen sıvısının yerine alternatif kaynaklar belirlemek için araştırmalar yürütülmüş ve bu amaçla sellülotik enzimler kullanılmaya başlanmıştır (Jones ve Theodorou 2000).

Rumen sıvısının yerine inokulant olarak ilk başarılı sellülaz enzimi kullanımı Jarrige ve ark. (1970) tarafından bildirilmiştir. Jones ve Hayward (1975) pepsin-sellülaz yöntemini tanımlamışlar ve bu yöntem üzerinde birkaç değişiklik yapılarak sonraları uzun yıllar kullanılmıştır. Aufrere ve Michalet-Doreau (1988) nişasta içeren yemlerin pepsin-sellülaz yöntemi için üç aşama önermiştir. Bu yöntemde yemler önce 40 °C'de asid-pepsin inkübasyonu daha sonra sıcaklık 80 °C'ye çıkarılarak nişastanın hidrolizi için 30 dakika tutulmuş ve en son sellülaz enzimi ile inkübe edilmişlerdir. Kullanılan bu yöntem ile yemlerin sindirilebilirliklerinin belirlenmesi ile in vivo sindirilebilirlikler arasında yüksek bir korrelasyon ($r=0.98$) belirlenmiştir.

Tek mideli hayvanların yemlerinin değerlendirilmesinde bir in vitro yöntem olarak enzimlerle sindirim yöntemi de başarıyla uygulanmaktadır. Van der Meer ve Perez (1992) OMS'ni tahminleme de sırasıyla mide, ince bağırsak ve arka bağırsakları taklit etmek amacıyla pepsin, pankreatin ve sellülaz ile ardışık olarak inkübasyonların kullanıldığı bir in vitro yöntem geliştirmiştir. Bu metot kullanılarak domuzlarda in vivo/in vitro sindirilebilirlik sonuçları arasında yüksek bir korelasyon belirlense de arka bağırsak fermentasyonunu tek enzim (sellülaz) preparatıyla taklit etmek fazla basitleştirilmiş gibi görünmektedir. Boisen ve Fernandez (1997) daha önceki çalışmalarını yenileyerek sellülazın yerine Viscozyme (arabinaz, sellülaz, β -glukonaz, hemisellülaz, pektinaz ve ksilanazı içeren bir multi enzim karışımı) olarak bilinen kompleks bir enzim preparatını kullanmıştır.

Son yıllarda tek mideli hayvanlarda yapılan gaz üretim çalışmalarında, yemlerin kör bağırsak içeriği ile fermentasyonundan önce, mide ve ince bağırsak sindirimini taklit etmek amacıyla pepsin ve pankreatin gibi enzimler ile inkübasyonunun yer aldığı bir ön sindirim yönteminin bulunduğunu görmekteyiz. Bu enzimlerle ön sindirim yöntemlerinden Vervaeke ve ark. (1989) tarafından tanımlanan yöntemle göre yemler önce pepsin çözeltisinde 37 °C'de 4 saat, sonra pankreatin çözeltisinde 37 °C'de 4 saat inkübe edilmektedir. Babinszky ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemle göre ise yemler önce pepsin çözeltisinde 40 °C'de 1 saat, daha sonra pankreatin

tampon çözeltisinde (pankreatin, amilaz, lipaz ve safra tuzu karışımından oluşan) 40 °C'de 1 saat inkübe edilmekte ve son olarak HCl/asetik asit çözeltisi ile reaksiyon durdurulmaktadır. Enzimlerle ön sindirim sonucunda kalan kalıntılarda gaz üretimde substrat olarak kullanılmaktadır (Dung ve Udén 2002; Cone ve ark. 2005; Formigoni ve ark. 2006).

1.6. Tek Mideli Hayvanlar ve Ruminantlarda ***İn Vitro*** Sindirilebilirlik Çalışmaları

Bauer ve ark. (2003) domuzlarda karbonhidrat bakımından zengin bazı yem hammaddelerinin (biracılık tahılları artığı, patates kabuğu, patates nişastası, buğday kepeği, şeker pancarı posası ve mısır temeline dayalı bir domuz rasyonu) sindirim enzimleri ile muamele edildikten sonra veya edilmeden in vitro fermente edilebilirliklerini gaz üretim yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. Araştırmada enzimle muamele edilmiş materyallerin kalın bağırsağa in vivo ulaşanlarla benzer fermente edilip edilemediğini belirlemek için bir karşılaştırmada, enzimle ön muamele edilmiş ve edilmemiş standart bir domuz rasyonu ve bağırsağına (ileum) kanül takılmış domuzlardan alınan sindirim içeriği arasında yapılmıştır. Yemlerin ön enzim sindirimi Babinszky ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemde yemler önce pepsin daha sonra ise pankreatin enzimleri ile (pankreatin, amilaz, lipaz ve safra tuzundan) muamele edilmişlerdir. Gaz üretim yönteminde ise domuzların rektumundan toplanan gübre inokulant olarak kullanılmış ve Theodorou ve ark. (1994)'nin yönteminin Williams ve ark. (1995) tarafından uyarlanmış şekli uygulanmıştır. Enzimle muamele edilen yemler ile muamele edilmeyen yemler arasında fermente edilebilirlikleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (P<0.05). Enzimle muamele edilen yemlerin edilmeyenlerden daha düşük düzeyde toplam gaz üretimine sahip oldukları belirlenmiştir (P<0.05). Enzimle muamele edilmiş standart domuz rasyonu ve aynı rasyonu tüketmiş kanüllü domuzlardan alınan ileum içeriği arasında fermentasyon özellikleri bakımından da önemli bir farklılık belirlenmiştir (P<0.05). İleum içeriğinin daha az gaz üretimine ve fermentasyon oranına

sahip olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$). Enzimle muamele edilmiş rasyon ve ileum içeriği arasındaki bu farklılıkların aslında in vivo olanla karşılaştırıldığında in vitro çalışması için seçilen enzimlerin sadece aktivitesine bağlı farklılıklardan doğmuş olabileceği sonucuna varılmıştır.

Nheta ve ark. (2005) normal (NTT) ve değiştirilmiş (DTT) Tilley ve Terry'nin in vitro sindirim metodu kullanılarak devekuşu yemlerinin in vitro organik madde sindirilebilirliğini (IVOMS) belirlemeye çalışmışlardır. Denemede dört devekuşu rasyonu ve dört kaba yem Norton Ticari Devekuşu Yetiştiricileri kesimhanesinde kesilen devekuşlarından toplanan kör bağırsak sıvısı kullanılarak in vitro olarak sindirime tabi tutulmuştur. Kontrol rasyonu bir konsantre ve bir baklagil samanından (silverleaf desmodium uncinatum (CN)) oluşurken diğer rasyonlar konsantrenin yanında kötü kaliteye sahip Afrika bozkır samanı, Rodos çimen samanı veya mısır saplarından (hasat sonrası kurutulmuş sap ve yaprak) biri ile oluşturulmuştur. Dört yeşil kaba yem ise; yonca, Midmar çavdar otu, Rus karakafes otu ve Kenya beyaz yoncası'dır. Devekuşu yemlerinin in vitro OMS iki metod kullanılarak belirlenmiştir. İlk metod normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry tekniğidir (1963), ikinci yöntem ise Tilley ve Terry tekniğinin aşamalarının yer değiştirilmesiyle uygulanmıştır. Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yönteminde yemler önce 39 °C'de 48 saat kör bağırsak içeriği ile fermentasyona bırakılmış daha sonra pepsin çözeltisi ilave edilerek yine 48 saat ikinci inkübasyona tabi tutulmuşlardır. Değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde ise önce yemler pepsin çözeltisi ile 48 saat inkübe edildikten sonra 39 °C'de kör bağırsak sıvısı ile 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi ile devekuşu yemlerinin in vitro OMS düşük olarak tahmin edildiğinden yeşil kaba yemler yalnız değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi kullanılarak sindirilmiştir.

Yemlerin sindirilebilirlik katsayılarında sindirim yöntemi ve rasyon arasında interaksiyon bulunmamıştır. Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yönteminden daha yüksek IVOMS değeri vermiştir ($P<0.01$). Bununla birlikte OMS her iki yöntemde de benzer eğilim göstermiştir. Mısır sapları ve Rodos çimen samanı içeren rasyonlarının

IVOMS'likleri benzer bulunurken baklagil ve Afrika bozkır samanı rasyonlarından daha yüksek ($P<0.05$) belirlenmiştir.

IVOMS kaba yem tipi ile değişmiştir ($P<0.01$). Kenya beyaz yoncası ve Midmar çavdar otu sindirilebilirliği benzer ve yonca ile Rodos çimen samanından daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.05$). Aralarındaki fark önemli bulunmamasına karşılık baklagillerin IVOMS'liği rakamsal olarak Rus karakafes otundan daha yüksek bulunmuştur.

Araştırma sonucunda devekuşu yemlerinin IVOMS de iki analiz yöntemi arasındaki farklılıklar normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yönteminin, değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminden daha düşük bir organik madde sindirilebilirliği vermeye eğilimli olduğu görülmüştür. Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi kullanıldığında oluşan bu düşüklük inkübasyonun ikinci aşamasında kör bağırsak sıvısının yemlerin sindiriminde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde inkübasyonun ilk safhasında kolay çözünebilir karbonhidratların ve proteinlerin sindirilmesi muhtemeldir. Sonuç olarak konsantrasyondan bu fazla maddelerin pepsin inkübasyonu ile uzaklaştırılmasının mikrobiyal aktivite için daha uygun bir çevre yaratabileceğini ve bunun da lif sindirimini arttırmış olabileceği bildirilmiştir.

Biagi ve ark. (2006), glukonik asidin domuz kör bağırsak mikroflora metabolizmasına, hayvanların performansına, bağırsak duvar morfolojisine ve intestinal mikrofloraya etkisini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. *İn vitro* fermentasyon için öncelikle domuzlar için kullanılan bir rasyon ileal sindirimi taklit etmek için Vervaeke ve ark. (1989) tarafından tanımlanan bir ön sindirime uğratılmıştır. Bu amaçla yem örneği önce pepsin daha sonra pankreatin enzimleri ile inkübe edilmişlerdir. Bu ön sindirim sonucu kalan örnekler *in vitro* fermentasyon için substrat olarak kullanılmıştır (Piva ve ark. 1996). *İn vitro* fermentasyon için kesilen 6 adet domuzdan kör bağırsak içerikleri alınmıştır. Ön sindirime uğrayan rasyona farklı düzeylerde (2.000, 4.000, 6.000, 8.000 ve 10.000 ppm) glukonik asit ilave edilmiş ve inkübasyon başlatılmıştır. İnkübasyon 24 saat sürmüştür ve inkübasyon

sonunda amonyak ve UYA miktarları belirlenmiştir. Yapılan in vivo denemede ise 48 adet domuz bireysel bölmelerde tutulmuş, her grupta 12 hayvan olmak üzere 4 gruba ayrılmışlardır. Gruplar 4 gün adaptasyon periyodunda aynı yemle beslenmişlerdir. Bu periyottan sonra domuzların yemlerine farklı düzeylerde (0, 3.000, 6.000 ve 12.000 ppm) glukonik asit eklenmiştir. 42 gün süren denemede hayvanlar haftalık olarak tartılmış, yem tüketimleri belirlenmiştir. 14 ve 35. günlerde her gruptan 6 hayvanın rektumlarından gübre örnekleri alınarak bakteri sayımı ve pH belirlenmiştir. 42. günde her gruptan dörder hayvan kesilerek jejunum, ileum ve sekum içerikleri alınmış pH, amonyak ve UYA miktarları belirlenmiş ve bağırsak duvarı morfoloji analizleri yapılmıştır. 24 saat in vitro kör bağırsak fermentasyonu sonucu toplam gaz üretimi ve gaz üretiminin maksimum oranı glukonik asit ilavesine bağlı olarak artmıştır (doğrusal, $P < 0.001$). Amonyak miktarı glukonik asit ilavesi ile azalmıştır ($P < 0.001$). Fermentasyon sonunda toplam uçucu yağ asitleri, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit miktarları glukonik asit ilavesine bağlı doğrusal bir şekilde artmıştır ($P < 0.001$). Bu çalışma sonunda glukonik asidin yemlere ilavesinin bağırsak mikroflorasının aktivitesini ve kompozisyonunu etkilediği ve domuzların besi performanslarını geliştirebileceği belirlenmiştir.

Bovera ve ark. (2006) bazı devekuşu yem hammaddeleri (mısır silajı, yonca kuru otu, arpa, soya küspesi ve pancar küspesi) hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak amacıyla in vitro gaz üretim yöntemini kullanmışlardır. Yaklaşık 1 gram yem örnekleri 120 ml'lik serum şişelerine konulmuş ve 39 °C'de 75 ml anaerobik tampon ve 4 ml resazurin çözeltisi ile inkübe edilmişlerdir. Kesilen 4 adet erkek devekuşundan alınan kör bağırsak içeriği 1:2 oranında tampon çözelti ile seyreltilmiş ve inokulant olarak kullanılmıştır (10ml/şişe). Gaz üretimi düzenli olarak 120 saat boyunca kaydedilmiştir. İnkübasyonun sonunda pH ve organik madde sindirilebilirlikleri belirlenmiştir. Gaz üretimi matematiksel model yardımıyla zamana bağlı olarak eğrisi oluşturulmuş ve fermentasyon parametreleri belirlenmiştir (maksimum fermentasyon oranı (R_{max}), maksimum çıkma süresi (T_{max})). Organik madde sindirilebilirliğine bağlı olarak yemler yonca kuru otu (% 55.5) < mısır silajı (%63.82) < arpa (%79.98) < pancar küspesi (%80.78)

< soya küspesi (%88.51) şeklinde sıralanmıştır. Arpa ve pancar küspesi benzer pH ve gaz üretimi göstermekle birlikte arpa daha yüksek Rmax (9.83 ml gaz/saat) ve daha düşük Tmax (17.51 saat) değeri göstermiştir (P<0.01). Soya küspesi en yüksek OMS'ne sahip olmakla birlikte düşük bir gaz üretimi göstermiştir. Bu araştırma sonucunda in vitro gaz üretimi yönteminin, devekuşu yemlerinin OMS'ni tahmin edilmesinde ve devekuşu kör bağırsak içeriğinin fermentasyon özelliklerinin belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceğini bildirmektedir.

Bindelle ve ark. (2007), yaptıkları iki denemede ruminantlarda kullanılan in vitro gaz üretim tekniğini domuzların kalın bağırsaklarında lif fermentasyonu çalışmaları için adapte etmeye çalışmışlardır. İlk denemede iki inokulant (gübre ve kalın bağırsak içeriği) iki substrat (buğday kepeği ve şeker pancarı posası) bir tampon çözelti ile 4 farklı düzeyde (0.025, 0.05, 0.1 ve 0.2 g/ml) sulandırılarak karşılaştırılmıştır. 72 saatlik gaz üretim değerleri alınarak kinetik parametreleri belirlenmiştir. Yarı asimtot zamanı kalın bağırsak inokulantında (5.5'e karşı 8.0 saat) daha düşük bulunurken (P<0.02) her iki inokulantta benzer parçalanma oranı (0.16/saat) ve eşit potansiyel gaz üretim (252 ml/g substrat) değerleri vermiştir. İnokulant ve substratlar arasında interaksiyon gözlenmemiştir. Tampon çözeltisi ile örneklerin sulandırılması gecikme zamanını arttırmıştır (0.9'dan 2.1'e sulandırma oranı sırasıyla 0.2'den 0.025'e g/ml değişmiştir) (P<0.001) ve substrat parçalanma oranını azaltmıştır (0.18'den 0.13/saat'e) (P<0.001). İkinci denemede örneklere gaz üretim denemesinden önce bir in vitro pepsin-pankreatin hidrolizinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Substratların enzimatik hidrolizi Boisen ve Fernandez (1997) tarafından tanımlanan yöntemle göre yapılmıştır. Altı substrat kullanılmıştır: mısır, buğday kepeği, şeker pancarı posası, lüpen, bezelye ve soya küspesi. Enzimatik hidroliz kinetik parametrelerini ve fermente edilen substratların değerlendirilmelerini etkilemiştir (P<0.001). Tüm yem hammaddeleri için gecikme zamanını arttırmıştır. Bezelye, lüpen, mısır ve buğday kepeği hidrolize edildiklerinde parçalanma oranları azalmıştır (P<0.001) fakat soya küspesinde ve şeker pancarı posasında (P<0.001) artmıştır. Bezelye ve soya küspesinin gaz üretim değeri artmış, lüpenin değişmeden kalmış ve diğer substratların

azalmıştır ($P < 0.001$). Araştırmada domuzların kalın bağırsaklarında yem hammaddelerinin fermentasyon kinetiklerini tanımlamak için bir mikrobiyal inokulant kaynağı olarak gübrenin kullanılabileceğini fakat bununla birlikte gaz üretim yönteminden önce substratların pepsin ve pankreatin ile hidrolize edilmelerinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bovera ve ark. (2007), evcil devekuşlarında in vitro yem sindirilebilirliği çalışmalarında kör bağırsak içeriğine alternatif bir inokulant kaynağı bulmak için bir deneme düzenlemişlerdir. Bu amaçla 4 erkek kuşun kör bağırsak içeriği ve dışkıları in vitro gaz üretim denemelerinde inokulant olarak kullanılmıştır. Denemede yem materyali olarak mısır silajı, yonca kuru otu, arpa, soya küspesi ve pancar küspesi kullanılmıştır. Beş yemin her biri her inokulant için dört paralel, 120 ml'lik şişelere 1 g tartılmış; 75 ml anaerobik tampon ve 4 ml rezasurin çözeltisi eklenerek 39 °C ye konulmuşlardır. Kör bağırsak içeriği ve dışkı sırasıyla; 1:2 ve 1:4 anaerobik tampon ile sulandırılmışlar ve her bir şişeye enjekte edilmişlerdir (10 ml). Gaz üretimi 120 saat inkübasyon süresince 22 kez kaydedilmiş ve fermentasyon özellikleri (organik madde parçalanabilirliği, potansiyel gaz üretimi, maksimum fermentasyon oranı, maksimuma ulaşma süresi, pH, uçucu yağ asitleri ve amonyak miktarları) her inokulant ve substrat için belirlenmiştir. Kör bağırsak ve dışkı maksimuma ulaşma süresi (sırasıyla; 16,37 vs 18,47 saat), propiyonik (16.47 vs 12.07 mmol/l) ve bütirik asit (6.50 vs 7.98 mmol/l) ve amonyak konsantrasyonlarında (17.18 vs 19.95 mmol/l) önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P < 0.01$).

Yemler kimyasal kompozisyonlarına göre farklı fermantasyon özellikleri göstermişlerdir. Bununla birlikte dışkıdan kör bağırsağın bazı fermantasyon özelliklerini tahmin etmek için hesaplanan regresyon eşitlikleri istatistiki olarak önemli ve R^2 değeri 0.87 den 0.99'a değişim göstermiştir. İki inokulantın fermantasyon yolundaki farklılıkların OMS'nin oranı ve büyüklüğü üzerine etkisi görülmemiştir. Devekuşlarında kör bağırsak fermantasyonu yoluyla OMS'nin büyüklüğü ve oranı, dışkı fermantasyonu kullanılarak önceden belirlenebileceği, bu nedenle dışkının devekuşu türlerinde yem sindirilebilirliği çalışmaları için kör bağırsak içeriğine bir

alternatif olarak düşünölebileceği ve bu konuda daha fazla araştırma yapmaya gereksinim bulunduğu bildirilmektedir.

Abdouli ve Attia (2007) mikrobiyal inokulant kaynağı olarak at dışkısını kullanarak bazı yemlerin sindirilebilirliklerini iki aşamalı in vitro yöntem ile belirlemeye çalışmışlardır. İki aşamalı in vitro yöntemde kör bağırsak ve öncesi sindiriminin taklit edilmesi amacıyla yemler üç farklı şekilde pepsin ve amilaz ön sindirimine tabi tutulmuş daha sonra ise gaz üretim yöntemi ve Tilley ve Terry'nin uyarlanmış ilk aşaması kullanılarak mikrobiyal fermantasyona uğratılmışlardır. Araştırmada yem materyali olarak yulaf kuru otu, arpa danesi ve soya küspesi kullanılmıştır. Ön sindirim aşaması kontrol (ET0), 2 saat pepsin+2 saat amilaz (ET1), 2 saat pepsin+4 saat amilaz (ET2), 8 saat pepsin+16 saat amilaz (ET3) uygulamalarından oluşmaktadır. Enzimle ile ön sindirim uygulaması araştırılan parametreleri etkilemiştir ($P<0.05$). Arpa danesi ve soya küspesinin organik madde sindirilebilirliği ön sindirim uygulamasından sonra daha yüksek belirlenmiştir. Net gaz üretimi ise ön sindirim uygulanmamış kontrol grubunda en yüksek bulunurken ön sindirim uygulamasına bağlı olarak azalmıştır. ET0 ve ET3 uygulamalarının 72. saat gaz değerleri sırasıyla yulaf kuru oyunda 80.3'ten 58.0'a, arpa danesinde 151.7'den 30.4'e, soya küspesinde 110.6'dan 37.7'ye düşmüştür. Araştırma sonucunda yemlerin in vitro sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde, pepsin (2 saat) ve α -amilazdan (4 saat) oluşan bir ön sindirim ve atların dışkısını mikrobiyal inokulant kaynağı olarak kullanılan bir fermantasyon evresinden oluşan iki aşama kullanılması önerilmektedir.

Mabjeesh ve ark. (2000) ruminantların beslenmesinde kullanılan bazı yem hammaddelerinin kuru madde sindirilebilirliklerini belirlemek için DAISY" inkübatörünü ve Tilley ve Terry yöntemini kullanmışlardır. Her iki yöntemde de aynı tampon çözelti kullanılmış ve mikrobiyal inokulant kaynağı olarak da koyun ve süt ineklerinden rumen sıvısı alınmıştır. Yem materyali olarak kaba yem, yoğun yem ve protein kaynağı yemler olmak üzere 17 yem hammaddesinin kuru madde sindirilebilirlikleri belirlenmiştir.

İnokulant kaynakları her iki yöntemde de *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğini etkilememiştir. Yoğun yem ve protein yemlerinden bazılarının DAISY" sindirilebilirliklerinin önemli bir şekilde daha yüksek belirlenmiştir. Bununla birlikte yemlerin sindirilebilirliklerinin regresyon analizi yapıldığında her iki *in vitro* yönteminde benzer sonuçlar verdiği böylelikle küçük varyasyonlar ile DAISY" yönteminin *in vitro* sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

De Boever ve ark. (2005), 30 mısır silajı örneğinde gaz üretim yöntemini kullanarak rumende fermente olabilir organik madde, rumenden kaçan protein ve nişastayı tahmin etmeye çalışmıştır. Rumen parçalanma parametreleri kanül takılmış 4 ineğe naylon torba yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. *İn vitro* organik madde sindirilebilirliği için Tilley ve Terry (1963) yöntemi kullanılmıştır. Bunun için iki koyundan rumen sıvısı alınmıştır. Gaz üretim yöntemi de yine iki koyundan alınan rumen sıvısının mısır silajlarının 72 saatlik inkübasyonu sonucunda belirlenmiştir. Gaz üretimde eğrinin hesaplanmasında üç fazlı model kullanılmıştır. Mısır silajları için çoklu regresyon ile belirlenen fermente olabilir organik madde, rumenden kaçan protein, nişasta, ve organik madde sindirilebilirlik değerleri sırasıyla; 0.580, 0.350, 0.206 ve 0.732'dir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Yem materyali

Araştırmanın yem materyalini Türkiye’de hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan dört enerji yemi (mısır, arpa, yulaf ve buğday danesi), dört protein yemi (soya fasulyesi küspesi, pamuk tohumu küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve kanola küspesi) ve dört kaba yem (yonca, fiğ, korunga otu ve mısır silajı) oluşturmuştur. Yonca, fiğ ve korunga çiçeklenme döneminde biçilerek toplanmış ve 1-2 cm büyüklüğünde parçalanıp bir kısmı 65 °C’de 48 saat kurutularak, bir kısmı da –30 C°de derin dondurucuda (UĞUR BK 600, Türkiye) dondurularak taze olarak saklanmıştır. Mısır hamur olum döneminde biçilerek parçalama makinesinde 1-2 cm boyutunda parçalanmıştır. Parçalanmış mısır materyali laboratuvar tipi 1.5 litre kapasiteli anaerobik kavanozlara (Weck, Germany) 3 paralel olmak üzere silolanmıştır (60 gün). Silajlar açıldıktan sonra yem örnekleri –30 C°de dondurularak saklanmıştır. Yonca, fiğ, korunga ve mısır silajının havada kuru madde içerikleri sırasıyla; %21.47, %16.50, %19.53 ve %31.88 olarak belirlenmiştir. Yem hammaddelerini besin maddeleri içerikleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yem hammaddelerinin besin maddeleri içerikleri (KM’de)

Yem Gurubu	Yem Hammaddesi	HK %	HP %	HY %	NDF %	ADF %	ADL %	HS %	Hem.S %
Enerji	Mısır	1.06	7.28	3.43	11.91	3.18	0.51	2.67	8.72
	Arpa	2.03	11.79	2.16	18.92	5.04	0.67	4.37	13.87
	Yulaf	2.23	10.15	4.37	39.36	19.32	3.31	16.01	19.45
	Buğday	1.85	11.70	2.78	14.22	3.57	1.73	2.76	10.64
Protein	Soya Küs.	6.96	44.57	2.67	8.45	7.54	1.55	5.99	0.90
	PTK	7.67	30.46	2.58	28.48	25.28	11.28	14.00	3.19
	Kanola K.	4.97	30.52	6.34	15.30	13.81	2.53	11.27	1.49
	ATK	6.00	27.51	2.52	36.43	33.81	12.42	21.39	2.61
Kaba	Fiğ	9.45	16.85	3.51	51.19	37.00	7.91	29.09	14.19
	Korunga	5.95	19.53	3.81	28.81	22.16	3.32	18.84	6.65
	Yonca	8.51	19.40	2.53	33.82	25.00	5.05	19.95	8.82
	Mısır Silajı	5.31	7.19	2.67	46.32	29.98	7.11	22.00	16.34

PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, NDF: Nötr Deterjan Lif, ADF: Asit Deterjan Lif, ADL: Asit Deterjan Lignin, HS: Ham Sellüloz, Hem. S: Hemisellüloz

2.2.YÖNTEM

2.2.1. Kör Bağırsak Sıvısının Toplanması

Kör bağırsak içerikleri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde kesilen 4 adet ergin yaştaki devekuşundan alınmıştır. Kesilen devekuşları aynı ticari devekuşu karma yemi ve yonca otu ile beslenmişler, sundurması olan açık bir barınakta barındırılmışlardır. Kesimden hemen sonra kör bağırsak içeriği zaman geçirilmeden boşaltılarak içerisinde 39 °C su bulunan termosaya konulmuş zaman geçirilmeden laboratuvara getirilmiştir.

2.2.2. *İn vitro* Yöntemler

2.2.2.1. Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi

Devekuşu yemlerinin in vitro OMS Tilley ve Terry'nin (1963) iki aşamalı sindirim yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem iki farklı şekilde uygulanmıştır. İlk yöntem normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry (1963) tekniğidir (NTT). Normal Tilley ve Terry metodu, mide de sindirim ve ince bağırsak emiliminden önce rumen fermantasyonuna sahip ruminantlardaki sindirim sürecini taklit eder. İkinci yöntem ise Tilley ve Terry tekniğinin aşamalarının yer değiştirmesiyle (DTT) oluşturulmuştur. Devekuşlarında yemler kör ve kalın bağırsaktaki mikrobiyal fermantasyondan önce ilk olarak normal bir mide sindirimi ve ince bağırsak emilimine maruz kalırlar. Bu nedenle devekuşlarında yemlerin sindirim aşamalarını taklit etmek amacıyla Tilley ve Terry'nin in vitro sindirim tekniğinin aşamalarının yerleri değiştirilerek uygulanmıştır.

Normal Tilley ve Terry Tekniği (NTT)

Birinci Aşama: Laboratuvar tipi bir değirmende (3303 Mill, Hundunge, Sweden) 1 mm çapında öğütülmüş yem örneğinden laboratuvar tipi bir terazi (Sartorius AG Basic BA210S, Germany) kullanılarak yaklaşık 0.5 g

tartılmış ve 75 ml'lik santrifüj tüplerine her bir örnek ve her bir parametre için 3'er adet konulmuştur. Aynı zamanda kör (boş=örneksiz) deneme içinde boş santrifüj tüpleri ayrılmıştır. Denemeye başlamadan önce içerisine yem örnekleri konan santrifüj tüpleri, cam malzemeler ve kimyasalların sıcaklığının etüvde tutularak 39 °C olmaları sağlanmıştır. Ayrıca deneme başlamadan tampon çözeltisinin (Mc Dougall yapay tükürük çözeltisi) pH'sı kontrol edilerek (Sartorius AG, Germany) 6.9 olmasına özen gösterilmiştir.

Alınan kör bağırsak sıvısı steril bir bezden süzölmüştür. Süzölen kör bağırsak sıvısı ¼ (kör bağırsak sıvısı/tampon çözelti) oranında tampon çözelti ile seyreltilmiştir. Bu aşamadan sonra kör bağırsak sıvısı ve tampon çözelti karışımı 39 °C'de bir manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan bu karışımdan otomatik dispenser yardımıyla, her bir santrifüj tüpü içerisine 50 ml ilave edilmiştir. Karıştırma ve doldurma işlemi devam ederken balonun içerisine silikon bir hortum yardımıyla yavaşça karbondioksit gazı verilmiştir. Santrifüj tüplerinin ağzı fermentasyon sonucu oluşan gaz tahliyesini sağlayacak şekilde lastik tıpa ile kapatılmış ve tüp içerisinde oluşacak gazı toplamak için tıpalara birer balon takılmıştır. Böylelikle fermentasyon sonucu oluşan gaz balonda toplanmıştır. Ağzı lastik tıpa ile kapatılan tüpler yavaşça çalkalanarak inkübatöre (Nüve EN 500, Türkiye) konulmuş ve burada 39 °C de 48 saat inkübasyona bırakılmışlardır. 3, 6, 12, 24, 36. saatlerde tüpler hafifçe çalkalanmışlardır. İnkübasyon sonunda tüpler termostatlı santrifüjde (Sigma 6K15 Laborzentrifugen, 12165 H Rotor, Germany) 1°C'de 4000 dev/dk (1800 g) 15 dk santrifüj edilmişlerdir. Tüplerin üst kısmında toplanan sıvı kısım alttaki tortuya zarar vermeden bir pipet yardımıyla alınmıştır. Alınan bu sıvıdan otomatik pipetle bir miktar alınıp üzerine koruyucu eklenmiş ve daha sonra yapılacak UYA ve amonyak analizleri için derin dondurucuda -30 °C'de saklanmıştır. Bu işlem sonucunda santrifüj tüpünde yalnızca tabana çöken tortu kalmış ve birinci aşama tamamlanmıştır.

Tampon çözeltinin hazırlanması: Aşağıda miktarları verilmiş kimyasallar 500 ml/L saf su içerisinde çözdürülmüştür.

- 9.8 g NaHCO₃/L
- 7.0 g Na₂HPO₄·7H₂O/L
- 0.57 g KCl/L
- 0.47 g NaCl/L
- 0.12 g MgSO₄·7H₂O/L

Daha sonra kullanılmadan önce içerisine 1 ml %4'lük CaCl₂ çözeltisi eklenerek 1 litreye tamamlanmıştır. pH'sı kontrol edilerek 6.9 olması sağlanmıştır.

İkinci Aşama: Bu aşamada ise santrifüj tüplerinin içerisine taze olarak hazırlanmış pepsin çözeltisinden 50 ml ilave edilmiş ve zaman geçirilmeden 39 °C'ye ayarlı inkübatöre konularak 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu aşamada ortamın anaerobik olması gerekmemektedir.

İkinci aşama bittikten sonra tüpte kalan sindirilmemiş yemler +4 °C sıcaklıkta 14.000 rpm dev/dk'da 30 dk süre ile santrifüj edilerek, tüplerin üst kısmında toplanan sıvı kısım alttaki tortuya zarar vermeden bir pipet yardımıyla alınarak atılmıştır. Santrifüj tüpleri içerisindeki kalıntı etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 gece tutularak kurutulmuşlar, desikatöre alınıp soğuduktan sonra tartımları yapılmıştır.

Elde edilen verilerden in vitro kuru madde sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\text{KMS, \%} = 100 - (B/A) \times 100$$

Eşitlikte;

A: İnkübasyona konan örneğin kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

B: İnkübasyon sonrası kalan tortunun kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)
(Yem örneği olmayan kör denemelerin ağırlıkları çıkartılarak belirlenmiştir)

Pepsin çözeltisi: 2 g pepsin (Pepsin, P7000, Sigma-Aldrich, toz formda) tartılarak 100 mL 1 N HCl çözeltisi ilave edilmiş 1 litre saf su içinde çözdürülmüştür.

Değiştirilmiş Tilley ve Terry Tekniği (DTT)

Birinci Aşama: Öğütülmüş yem örneğinden yaklaşık 0.5 g tartılarak ve 75 ml'lik santrifüj tüplerine her bir örnek için 3'er adet konulmuştur. Aynı zamanda kör (boş=örneksiz) deneme içinde boş santrifüj tüpleri ayrılmıştır. Denemeye başlamadan önce içerisine yem örnekleri konan santrifüj tüpleri, cam malzemeler ve kimyasalların sıcaklığının 39 °C olması sağlanmıştır. Santrifüj tüplerinin içerisine taze olarak hazırlanmış pepsin çözeltisinden 50 ml ilave edilmiş ve zaman geçirilmeden 39 °C'ye ayarlı inkübatöre konularak 48 saat inkübasyona bırakılmışlardır. Daha sonra tüpler termostatlı santrifüjde 1 °C'de 4000 dev/dk (1800 g) 15 dk santrifüj edilmişlerdir. Tüplerin üst kısmında toplanan sıvı kısım alttaki tortuya zarar vermeden bir pipet yardımıyla alınarak atılmıştır. Bu işlem sonucunda santrifüj tüpünde yalnızca tabana çöken tortu kalmış ve birinci aşama tamamlanmıştır.

İkinci Aşama: Alınan kör bağırsak sıvısı steril bir bezden süzölmüştür. Süzölen kör bağırsak sıvısı ¼ (kör bağırsak sıvısı/tampon çözelti) oranında tampon çözelti ile seyreltilmiştir. Bu aşamadan sonra kör bağırsak sıvısı ve tampon çözelti karışımı 39 °C'de bir manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan bu karışımdan otomatik dispenser yardımıyla, her bir santrifüj tüpü içerisine 50 ml ilave edilmiştir. Santrifüj tüplerinin ağızı fermantasyon sonucu oluşan gaz tahliyesini sağlayacak şekilde lastik tıpa ile kapatılmış ve tüp içerisinde oluşacak gazı toplamak için tıpalara birer balon takılmıştır. Ağız lastik tıpa ile kapatılan tüpler yavaşça çalkalanıp daha sonra inkübatöre konulmuş ve burada 39 °C de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. 3, 6, 12, 24, 36. saatlerde tüpler hafifçe çalkalanmışlardır. İnkübasyon sonunda +4 °C sıcaklıkta 14.000 rpm dev/dk'da 30 dk süre ile santrifüj edilerek, tüpün içerisindeki berrak sıvıdan otomatik pipetle bir miktar alınıp üzerine koruyucu eklenmiş ve daha sonra yapılacak UYA ve amonyak analizleri için derin dondurucuda -30 °C'de saklanmıştır. Örnek alındıktan sonra santrifüj tüpü içerisinde geri kalan sıvı kısım tamamen atılmıştır. Santrifüj tüpleri içerisindeki kalıntı etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 gece tutularak kurutulmuşlar, desikatöre alınıp soğuduktan sonra tartımları yapılmıştır. İn

vitro kuru madde sindirilebilirliği Normal Tilley ve Terry yönteminde belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

2.2.2.2. **İn Vitro Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması**

Yem örneklerinin devekuşu kör bağırsak parçalanabilirlikleri Menke ve Steingass (1988) tarafından tanımlanan ve in vitro bir yöntem olan Gaz Üretim Tekniği ile saptanmıştır. Gaz üretim yönteminde fermentasyona tabi olacak yemler mide ve ince bağırsaktaki sindirimi taklit etmek amacıyla bir ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış olarak iki farklı şekilde in vitro gaz üretimleri yapılmıştır.

Enzimlerle Ön Sindirim Tekniğinin Uygulanması

Yemlere Vervaeke ve ark. (1989) tarafından tanımlanan mide ve ince bağırsaktaki sindirimi taklit etmek amacıyla pepsin ve pankreatin enzimleri ile bir ön sindirim uygulanmıştır. 1mm çapında öğütölmüş 1 g yem örneği darası alınan 75 ml'lik santrifüj tüpüne konulmuş ve üzerine 20 ml pepsin (Pepsin, P7000, Sigma-Aldrich, toz formda) çözeltilisi eklenerek, inkübatörde 37 °C de 4 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda pH'yı 7.5'a nötrale etmek için 1 N NaOH ilave edilmiştir. Daha sonra 20 ml pankreatin (Pankreatin, P1500, Sigma-Aldrich, toz formda, iğerdiği enzimler amilaz, proteaz ve lipaz) çözeltilisi ekleyerek inkübatörde 37 °C de 4 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda örnekler santrifüj (3000 x g, 10 dakika, 4 °C'de) edilmiştir. Saf su ile iki kez yıkanarak tekrar santrifüj (3000 x g, 5 dk, 4 °C'de) edilmişlerdir. Tüplerin üst kısmında toplanan sıvı kısım alttaki tortuya zarar vermeden bir pipet yardımıyla alınarak atılmıştır. Ön sindirime tabi tutulmuş yem örneklerinden kalan kısımlar 24 saat boyunca 60 °C'de etüvde kurutulmuşlar ve soğuduktan sonra tartımları belirlenmiştir. İnkübasyon sonunda kalan kalıntılar daha sonra in vitro gaz üretim tekniğinde kullanılmışlardır. Organik madde sindirilebilirliği için enzimle inkübasyon sonunda kalan kalıntı darası alınmış porselen krozelere saf su ile partiköl kalmayacak şekilde yıkanmış ve 60 °C'de 24 saat boyunca

etüvde kurutulmuşlardır. Tartımları alındıktan sonra 550 °C'ye ayarlı kül fırınında (Nüve MF 120, Türkiye) 3.5 saat süre tutularak yakılmış ve oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlıkları saptanmıştır.

Pepsin çözeltisi: 2 g pepsin (Pepsin, P7000, Sigma-Aldrich, toz formda) 1 litre 0.075 N HCl çözeltisi içinde hazırlanmıştır.

Pankreatin çözeltisi: 10 g/l pankreatin (Pankreatin, P1500, Sigma-Aldrich, toz formda) fosfat tamponunda pH 7.5 olacak şekilde hazırlanmıştır.

Fosfat tamponu: Aşağıda miktarları verilmiş kimyasallar 1 litre saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır.

3,72 g NaHPO₄

3,92 g NaHCO₃

0.23 g KCl

0,12 g MgCl₂

0.08 g CaCl₂

Enzimle ön sindirim sonucu yemlerin enzim kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri aşağıdaki eşitlikler ile belirlenmiştir.

EKMS, % = $100 - (D/C) \times 100$

Eşitlikte;

EKMS: Enzim kuru madde sindirilebilirliği, %

C: İnkübasyona konan örneğin kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

D: İnkübasyon sonrası kalan tortunun kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

EOMS, % = $100 - (F/E) \times 100$

Eşitlikte;

EOMS: Enzim organik madde sindirilebilirliği, %

E: İnkübasyona konan örneğin organik madde miktarı, g (%100 KM'de)

F: İnkübasyon sonrası kalan tortunun organik madde miktarı, g (%100 KM'de)

Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması

Yöntemde yemlerin gaz üretimini saptayabilmek için uçlarına silikon hortum parçası ve hortum kiskacı takılan 100 ml hacimli özel cam şiringalar (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) kullanılmıştır. 1 mm boyutunda öğütülmüş yem örneğinden 200 mg tartılarak cam şiringaya yerleştirilmiş, şiringanın sadece piston kısmına gaz üretildiği zaman kolay hareket edebilmesi için vazelin sürülmüştür. Her bir yem örneği ve parametre için 3'er paralelli hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra kör deneme (sadece kör bağırsak sıvısı: yapay tükürük karışımı içerecek cam şiringalar) için 3 paralel hazırlanarak şiringalar numaralandırılmış ve 1 gece öncesinden etüvde 39 °C sıcaklıkta tutulmuşlardır.

Yapay tükürük çözeltisini hazırlamak için tabanı düz cam bir balona 475 ml saf su, 240 ml makro mineral çözeltisi, 240 ml tampon çözelti, 0.12 ml mikro mineral çözeltisi ve 1.22 ml resazurin çözeltisi ilave edilerek 39 °C'ye ayarlanmış termostatlı bir su banyosunun içine yerleştirildikten sonra balona 50 ml redüksiyon çözeltisi ilave edilmiş ve magnetik bir karıştırıcıyla karıştırılması sağlanmıştır. Bir yandan da balon içerisindeki yapay tükürük karışımına silikon bir hortum aracılığıyla yavaşça karbondioksit gazı verilmiştir. Bu işleme balon içerisindeki çözeltinin rengi maviden pembeye dönene kadar devam edilmiştir. Renk pembeye döndüğünde karbondioksit gazı veren hortumun ucu balon içerisindeki karışımın üst yüzeyine çıkarılarak gaz akışı devam ettirilmiştir.

Alınan kör bağırsak sıvısının sıcaklığını kaybetmesine izin vermeyecek şekilde 2 kat steril bir bezden süzülerek ½ oranında tükürük çözeltisi ile sulandırılmıştır. Cam balon içerisindeki kör bağırsak sıvısı: yapay tükürük karışımının iyice karışmasını sağlamak için 15 dakika süre karıştırma işlemine devam edilmiştir. Süre sonunda hazırlanan kör bağırsak sıvısı: yapay tükürük karışımından yarı otomatik bir pipet yardımıyla daha önce hazırlanan cam şiringalara 30 ml çekilerek, hortum kiskacı kapatılarak 39°C su sıcaklığına sahip termostatlı su banyosunun (Nüve BM 102, Türkiye) içerisine cam şiringanın piston kısmı yukarıda kalacak şekilde dik olarak

yerleştirilerek inkübasyon başlatılmıştır. Cam şiringalarda oluşan gaz hacmi 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon süreleri sonunda kaydedilmiştir. Elde edilen bu veriler Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $P=a+b(1-e^{-ct})$ eksponensiyel denklemine uyarlanmış $GP=a+b(1-e^{-ct})$ eksponensiyel denklemine göre Neway bilgisayar programında (Chen, 1994) hesaplanmıştır. Bu denklemde;

- GP : Süreye (t) bağlı olarak substrattan elde edilen gaz üretimini (ml)
a : Yemin yapay körbağırsağa konulduğu anda oluşan gaz hacmini (ml)
b : Süreye bağlı olarak oluşan gaz hacmini (ml)
a+b : Potansiyel gaz üretimini (ml)
c : Gaz üretim hız sabitini (s^{-1})
t : Gaz üretim süresini (s), göstermektedir.

2.2.3. ***İn Vitro* Kuru Madde Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi**

Gaz üretim yöntemi uygulandıktan sonra şiringalarda kalan sindirilmemiş yemler 75 ml kapasiteli darası alınmış santrifüj tüpleri içerisine yıkanmış, +4 °C sıcaklıkta 14.000 rpm dev/dk'da 30 dk süre ile santrifüj edilerek, tüpün içerisindeki berrak sıvıdan otomatik pipetle bir miktar alınıp üzerine koruyucu eklenmiş ve daha sonra yapılacak UYA ve amonyak analizleri için derin dondurucuda -30 °C'de saklanmıştır. Örnek alındıktan sonra santrifüj tüpü içerisinde geri kalan sıvı kısım tamamen atılmıştır. Santrifüj tüpleri içerisindeki kalıntı etüvde 105 °C sıcaklıkta 1 gece tutularak kurutulmuşlar, desikatöre alınıp soğuduktan sonra tartımları yapılmıştır.

Elde edilen verilerden in vitro kuru madde sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$KMS, \% = 100 - (B/A) \times 100$$

Eşitlikte;

A: İnkübasyona konan örneğin kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

B: İnkübasyon sonrası kalan tortunun kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

(Yem örneği olmayan kör denemelerin ağırlıkları çıkartılarak belirlenmiştir)

Enzimler ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi (EGÜ) için enzimle ön sindirimdeki sindirilen besin maddelerini de ekleyerek kuru madde sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$KMS_{EGÜ}, \% = [(G \times (EKMS/100)) + [G - (G \times (EKMS/100))] \times KMS]$$

$KMS_{EGÜ}$: Enzimle ön sindirilebilirliği de eklenerek belirlenen gaz üretim kuru madde sindirilebilirliği

G: İnkübasyona konulan örnek miktarı (% KM)

EKMS: Enzim kuru madde sindirilebilirliği

KMS: Gaz üretim yönteminin (ön sindirim uygulanmış) kuru madde sindirilebilirliği

2.2.4. ***İn vitro*** Gerçek Organik Madde ve **NDF Sindirilebilirliğinin** Belirlenmesi

İn vitro NDF sindirilebilirliği Georing ve Van Soest (1970) tarafından bildirilen yöntemle göre saptanmıştır. *İn vitro* yöntemlerde yemler kör bağırsak içeriği ile inkübe edildikten sonra santrifüj tüp ve şırınga içeriği 600 ml'lik bir behere NDF çözeltisi (Tilley ve Terry yönteminde 100 ml, gaz üretim yönteminde 70 ml) ile yıkanarak boşaltılmıştır. Üzerine 2 ml $C_{10}H_{18}$ (decahydronaphthalene) ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcı düzeneğe yerleştirilerek, kaynamaya başladığı noktadan itibaren 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Dara ağırlığı kaydedilmiş filtreli cam krozede (Gooch kroze, porozite:1) sıcak su ve ardından asetonla yıkanmışlardır. NDF kalıntısını içeren krozeler 1 gece boyunca etüvde 100 °C'de tutularak kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmışlardır. *İn vitro* NDF sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$NDFS, \% = 100 - (J/H) \times 100$$

H: İnkübasyona konan örneğin NDF miktarı, g (%100 KM'de)

J: İnkübasyon sonrası kalan tortunun NDF miktarı, g (%100 KM'de) (Yem örneği olmayan kör denemelerin ağırlıkları çıkartılarak belirlenmiştir)

Son olarak içinde NDF kalıntısı bulunan ağırlığı saptanmış krozeler 550 °C'ye ayarlı kül fırınında (Nüve MF 120, Türkiye) 3.5 saat süre tutularak yakılmış ve oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlıkları saptanmıştır. *İn vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$GOMS, \% = 100 - (L/K) \times 100$$

K: İnkübasyona konan örneğin organik madde miktarı, g (%100 KM'de)

L: İnkübasyon sonrası kalan tortunun organik madde miktarı, g (%100 KM'de) (Yem örneği olmayan kör denemelerin ağırlıkları çıkartılarak belirlenmiştir)

Enzimler ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi (EGÜ) için enzimle ön sindirimdeki sindirilen besin maddelerini de ekleyerek gerçek organik madde sindirilebilirliği aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir.

$$GOMS_{EGÜ}, \% = [(M \times (EOMS/100)) + [M - (M \times (EOMS/100))] \times GOMS]$$

GOMS_{EGÜ}: Enzimle ön sindirilebilirliği de eklenerek belirlenen gaz üretim gerçek organik madde sindirilebilirliği

M: İnkübasyona konulan örnek miktarı (% KM)

EOMS: Enzim organik madde sindirilebilirliği

GOMS: Gaz üretim yönteminin (ön sindirim uygulanmış) gerçek organik madde sindirilebilirliği

2.2.5. **Kör Bağırsak Sıvısı ve Örneklerin pH'sının Belirlenmesi**

Toplanan kör bağırsak sıvısının pH'sı örnekler alınır alınmaz, örneklerin ise fermentasyon sonrasında alınan sıvılardan 0.01 hassasiyette Sartorius PB-20 marka dijital pH metre ile ölçülmüştür.

2.2.6. **Toplam Uçucu Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi**

Alınan örneklerin toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) bileşimi (asetik, propiyonik, butrik, izobutrik, izovalerik ve valerik asit) gaz kromatografi cihazında (AGILENT Technologies 6890N Network GC System, 7683 B Series Injector, China), kapillar kolon (Stabilwax®-DA; Crossbond "Carbowax"-PEG

for acidic compounds, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25µm df, Max: prog. temp. 260°C) kullanılarak saptanmıştır. Koromotografinin fırını 100 °C'de 5 dk, ardından 10 °C/dk artışla 160 °C'de 2 dk ve son olarak 80°C/dk artışla 5 dk bekleme şeklinde programlanmıştır.

2.2.7. Amonyak Azotu Analizi

Kör bağırsak içeriği ve in vitro yöntemler sonucu elde edilen örneklerin amonyak (NH₃-N) yoğunluklarının saptanmasında Broderick ve Kang (1980)'tan uyarlanmış Fenol Hipoklorit Yöntemi kullanılmıştır. Örneklere önce fenol, sonra hipoklorit çözeltileri eklenerek 95 °C'de 5 dakika tutulmuştur. Tüpler soğuduktan sonra spektrofotometrede 630 nm'de değerler okunmuştur.

2.2.8. Kimyasal Analizler

Araştırmada kullanılan yemlerin besin maddeleri içerikleri U.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında AOAC (1990) tarafından bildirilen yöntemlere göre saptanmıştır.

Ham besin maddeleri analizleri

Kuru madde (KM) analizi: Darası alınmış petri kabına tartılan 3 g yem örneği 105°C'de 3–3.5 saat etüvde bekletilerek belirlenmiştir.

Ham kül (HK) analizi: 2 g yem örneği porselen kroze içine tartılarak ve ayarlanabilir kül fırınında 550 – 600°C'de 3.5 – 4 saat yakılarak belirlenmiştir.

Ham protein (HP) analizi: Kjeldahl yöntemine göre (N x 6.25) saptanmıştır.

Ham yağ (HY) analizi: Yem örneği di-etil eter ile sn'de 5 – 6 damla elde edilecek şekilde 4 saat ekstraksiyon işlemine tabi tutularak belirlenmiştir.

2.2.9. Hücre Duvarı Bileşenleri

Hücre duvarı bileşenleri Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemle göre saptanmıştır.

NDF analizi

Elek çapı 1 mm olan değirmende öğütülmüş 500 mg havada kuru yem örneği 600 ml'lik bir behere yerleştirilerek ve üzerine 50 ml NDF çözeltisi, 1 ml C₁₀H₁₈ (decahydronaphthalene) ve 250 mg Na₂S₂O₅ (sodium sulfite) ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcı düzeneğe yerleştirilerek, kaynamaya başladığı noktadan itibaren 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Dara ağırlığı kaydedilmiş (1. tartı) filtreli cam krozede (Gooch kroze, porozite:1) sıcak su (90-100 °C) ve ardından asetonla yıkanmıştır. NDF kalıntısını içeren krozeler 1 gece boyunca etüvde 100 °C'de tutularak kurutulmuş ve soğutulduktan sonra tartılmıştır (2. tartı).

Hesaplama:

1. tartı = Boş kroze ağırlığı

2. tartı = NDF kalıntısını içeren etüvde kurutulmuş olan kroze ağırlığı

% NDF = [(2. tartı - 1. tartı) / örnek miktarı] x 100

Nişasta içeriği yüksek dane yemlerin NDF analizleri α-amilaz enzimi kullanılarak yapılmıştır.

ADF analizi

1mm elek çaplı değirmende öğütülmüş 500 mg havada kuru örnek, 600 ml'lik bir behere yerleştirilerek ve üzerine 50 ml ADF çözeltisi ve 1 ml C₁₀H₁₈ ilave edilmiştir. Isıtıcı düzeneğe yerleştirilerek karışım NDF analizinde tanımlandığı gibi kaynatılarak, dara ağırlığı kaydedilmiş (1. tartı) filtreli cam krozede süzdürülüp ve kurutulularak tartılmıştır (2. tartı).

Hesaplama:

1.tartı = Boş kroze ağırlığı

2.tartı = ADF kalıntısını içeren etüvde kurutulmuş olan kroze ağırlığı

% ADF = [(2. tartı - 1. tartı) / örnek miktarı] x 100

Yemin NDF ve ADF içeriği arasındaki farktan hemisellüloz içeriği hesaplanacaktır.

% Hemisellüloz = % NDF - % ADF

ADL analizi

ADL analizi için ADF analizinde uygulanan prosedür kullanılmıştır. İçerisinde ADF kalıntısı bulunan cam kroze ADL analizi için % 72'lik H₂SO₄ çözeltisi ile 2 defa süzdürüldükten sonra oda sıcaklığında 3 saat bekletilmiştir. Süre sonunda asitten arındırmak için sıcak su ile (90-100 °C) krozede asit kalıntısı kalmayınca kadar yıkanmıştır. Bu işlemden sonra etüvde 1 gece boyunca 100 °C'de bekletilerek tartılmıştır (3. tartı).

Hesaplama:

1.tartı = Boş kroze ağırlığı

3.tartı = % 72'lik H₂SO₄ ile işlenmiş etüvde kurutulmuş ADL kalıntısı içeren kroze ağırlığı.

% ADL = [(3. tartı - 1. tartı) / örnek miktarı] x 100

Yemlerin ADF ve ADL içeriği arasındaki farktan sellüloz içeriği hesaplanmıştır.

% Sellüloz = % ADF - % ADL

2.2.10. İstatistik analizler

Araştırmadan elde edilen veriler, faktöriyel deneme (4x4) desenine uygun olarak analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların istatistiki analizinde aşağıdaki lineer modelden yararlanılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = i'inci yöntemin j'inci yemin k'ıncı gözlem değeri

μ = Genel ortalama

α_i = i'inci yöntemin etkisi (i = 4)

β_j = j'inci yemin etkisi (j = 4)

$\alpha\beta_{ij}$ = i'inci yöntem ile j'inci yem arasındaki interaksiyonun etkisi

ε_{ijk} = Deneme hatası

İstatistik analizler SAS paket programında (SAS, 2007) yapılmış, elde edilen ortalamalar arasında görülen farklılıkların önem seviyesinin kontrol edilmesinde ise Tukey HSD Testi'nden yararlanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Enzimlerle Ön Sindirim

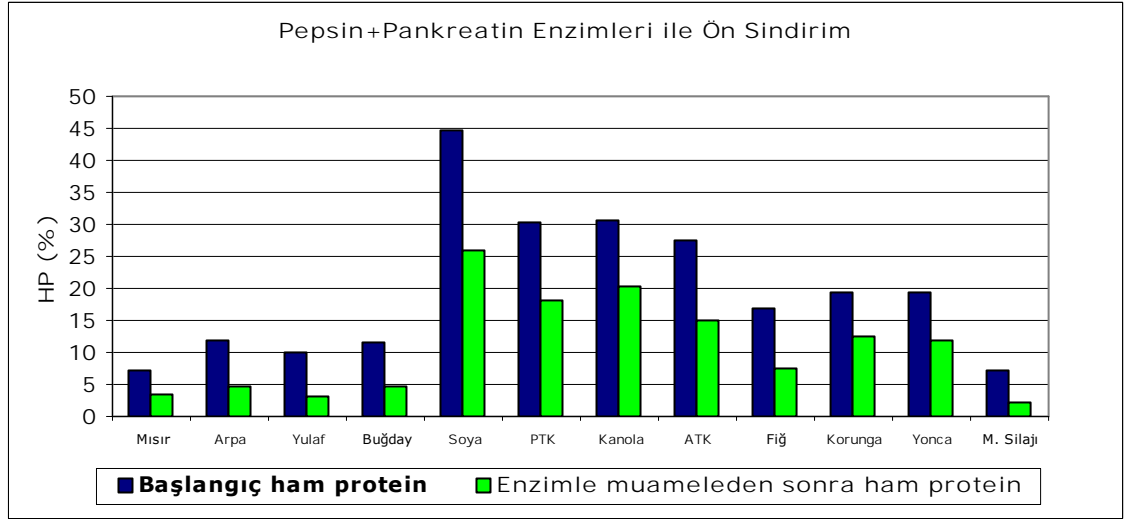
Araştırmanın yem materyallerine mide ve ince bağırsaktaki sindirimi taklit etmek amacıyla Vervaeke ve ark. (1989) tarafından tanımlandığı şekilde pepsin ve pankreatin enzimleri ile bir ön sindirim uygulanmıştır. Yem hammaddelerinin bu enzimler ile ön sindirim sonucu kalan kalıntıların besin maddeleri içerikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yem hammaddelerinin pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirimi sonucu besin maddeleri içerikleri (KM’de)

Yem Grubu	Yemler	HK %	HP %	HY %	NDF %	ADF %	ADL %	HS %	Hem. S %
Enerji	Mısır	0.80	3.57	2.71	26.57	3.60	0.92	2.68	22.97
	Arpa	1.07	4.71	2.78	40.98	6.73	0.79	5.94	34.25
	Yulaf	1.03	3.22	2.73	58.45	24.18	3.85	20.33	34.27
	Buğday	0.88	4.83	3.07	29.53	5.55	1.82	3.73	23.98
Protein	Soya	11.32	25.96	3.20	41.71	24.40	2.04	22.36	17.31
	PTK	8.67	18.08	2.64	65.96	42.52	17.57	24.95	23.44
	Kanola	5.76	20.46	7.64	35.6	19.29	3.76	15.53	16.31
	ATK	11.53	15.02	3.44	79.16	45.63	17.17	28.46	33.53
Kaba	Fiğ	9.72	7.36	4.54	59.3	53.47	11.49	41.98	5.83
	Korunğa	9.20	12.61	3.93	59.12	50.16	13.53	36.63	8.96
	Yonca	10.67	12.01	4.83	63.14	43.84	7.04	36.8	19.30
	Mısır Silajı	4.87	2.28	2.84	60.02	33.36	4.14	29.22	26.66

PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, NDF: Nötr Deterjan Lif, ADL: Asit Deterjan Lif, ADL: Asit Deterjan Lignin, HS: Ham Sellüloz, Hem. S: Hemisellüloz

Yemlere pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirim yapılması sonucu Çizelge 2.1 ile karşılaştırıldığında yem hammaddelerinin besin madde içerikleri değişmiştir. Pepsin enzimi ile sindirime bağlı olarak özellikle yem hammaddelerinin ham protein içeriklerinin azaldığı görülmektedir (Şekil 3.1). Enzimler ile ön sindirim sonucu özellikle protein ve kolay çözünebilir karbonhidratların bir kısmının sindirilmesi sonucu yem hammaddelerinin hücre duvarı bileşenlerinde oransal olarak artış meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, çeşitli yem hammaddelerini mikrobiyal fermantasyon öncesi pepsin ve pankreatin enzimleri ile muamele eden Bauer ve ark. (2003) ve Biagi ve ark. (2006) ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 3.1. Yemlerin pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirimi sonucu ham protein içeriklerinin başlangıç değerleri ile karşılaştırılması

Enzimler ile ön sindirim sonucu yemlerin KMS ve OMS Çizelge 3. 2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi özellikle ham protein içeriği yüksek küspelerin sindirilebilirlikleri daha yüksek bulunmuştur. Protein yemlerini enerji yemleri ve kaba yemler izlemiştir.

Çizelge 3.2. Pepsin ve pankreatin enzimleri ile yemlerin ön sindirim sonucu belirlenen kuru madde (EKMS) ve organik madde sindirilebilirlikleri (EOMS)

Yem Grubu	Yemler	EKMS %	EOMS %
Enerji yemleri	Mısır	28.13	29.94
	Arpa	28.47	29.87
	Yulaf	24.65	25.90
	Buğday	28.04	29.84
Protein yemleri	Soya	55.17	63.80
	PTK	30.53	34.80
	Kanola	36.79	39.11
	ATK	33.83	42.68
Kaba yemler	Fiğ	16.18	18.81
	Korunga	15.20	19.40
	Yonca	13.67	16.81
	Mısır Silajı	14.10	15.38

3.2. ***In Vitro*** Gaz Üretim

Yem örneklerinin devekuşu kör bağırsak parçalanabilirlikleri in vitro gaz üretim tekniği ile ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış olarak iki farklı şekilde belirlenmiştir. Çizelge 3.3'te enerji kaynağı dane yemlerin 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerdeki kümülatif gaz üretimleri, eksponensiyal denkleme göre uyarlanmış potansiyel gaz üretimi (PGÜ), gaz üretim hız sabiti (c) ve gecikme zamanı (GZ, mikroorganizmaların substrata kolonileşmesi için geçen süre) verilmiştir.

Enzimle ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış enerji kaynağı dane yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile gaz üretim değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Tüm inkübasyon süresince yemlere ön sindirim uygulanmadan yapılan gaz üretim (GÜ) değerleri ön sindirim uygulandıktan sonra yapılan gaz üretim değerlerinden (EGÜ) daha yüksektir ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış yöntemlerin potansiyel gaz üretim değerleri sırasıyla 52.49 ve 66.84 olup ön sindirim uygulanmamış yöntemin değeri daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Mide ve bağırsak sindirimini taklit etmek amacıyla yapılan enzim ile ön sindirim, yemlerin protein ve kolay çözünebilir karbonhidrat değerlerini azalttığı için kör bağırsak mikroorganizmalarının fermantasyonunu sınırladığı düşünülmektedir. Bu nedenle tüm inkübasyonlar süresince (3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatler) gaz miktarları ön sindirim uygulanmadan yapılanlardan daha düşük belirlenmiştir. Gaz üretim hız sabiti (c) yöntemler arasında farklı bulunmamıştır. Gecikme zamanı ise ön sindirim uygulanmamış yöntemde (2.71 saat) daha düşüktür ($P<0.01$).

Ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış enerji yemlerinin gaz üretim yöntemi ile in vitro sindirilebilirliğinin belirlenmesinde yemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). İlk 12 saatte arpa ve buğdayın gaz üretim değerleri yüksek bulunurken 48, 72 ve 96. saatlerde mısırın gaz üretim değeri daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.01$). Enerji yemlerinin (mısır, arpa,

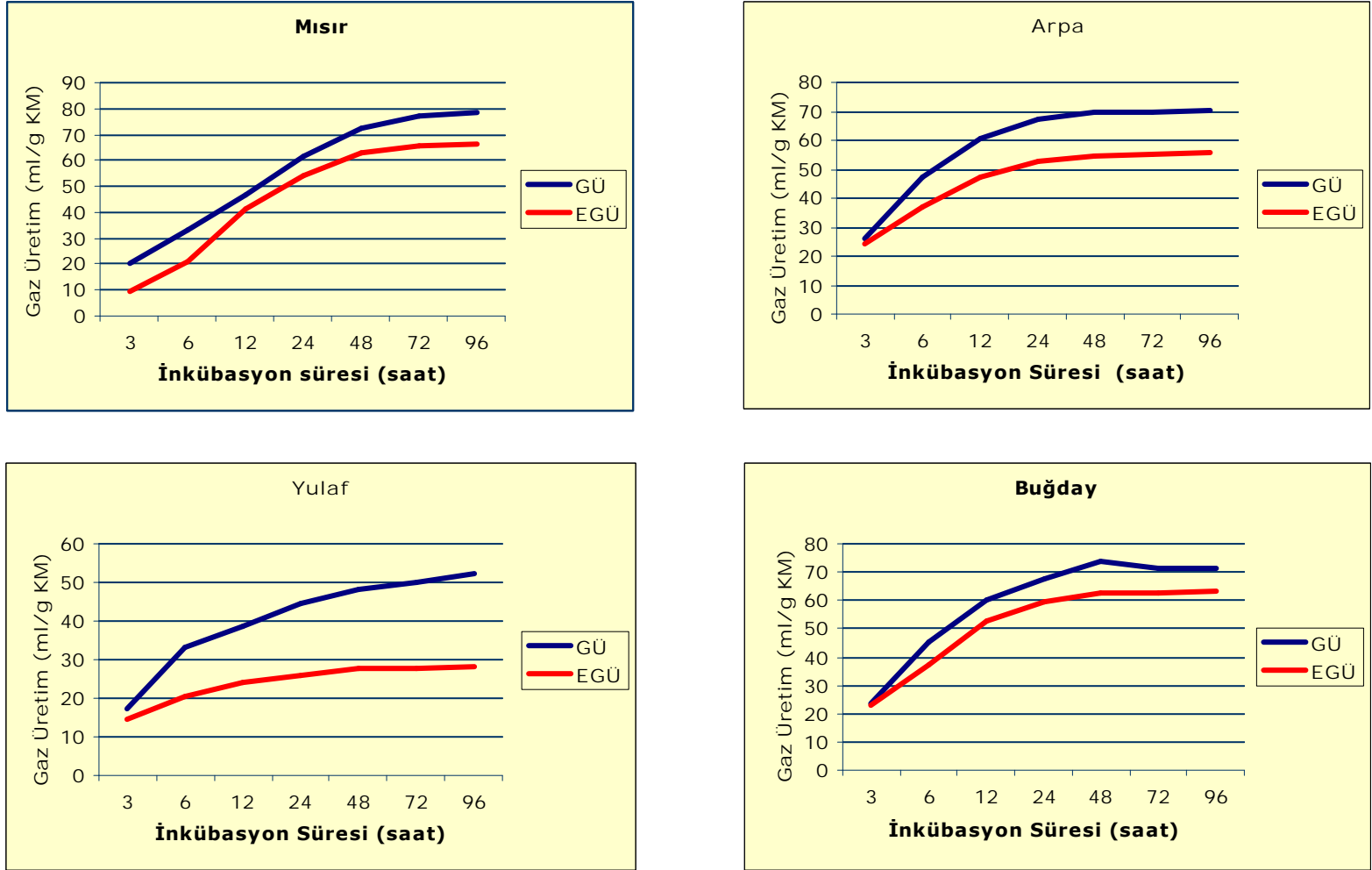
yulaf ve buğday) potansiyel gaz üretimleri sırasıyla 71.23, 61.97, 38.46 ve 67.01 olup yulaf en düşük gaz üretim değerine sahiptir ($P<0.01$). Mısır gaz üretimi en yüksek dane yem olmasına karşılık gaz üretim hız sabiti 0.074 ile en düşüktür ($P<0.01$). Mısırın buraki diğer dane yemler arasında nişasta çözünürlüğü bakımından daha zor çözünen nişataya sahip olması nedeniyle gaz üretim hız sabitinin düşük olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada enerji yemlerinin ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim yöntemleri ile yemler arasındaki ilişki önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Dane yemlerin ön sindirim uygulanmış gaz üretim değerleri uygulanmamış değerlerinden daha düşük belirlenmiştir ($P<0.01$). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın potansiyel gaz üretim değerleri ön sindirim uygulanmamış yöntemde sırasıyla; 77.33, 69.31, 49.27 ve 71.47 iken bu değerler ön sindirim uygulanmış yöntemde sırasıyla; 65.12, 54.63, 27.64 ve 62.55'e gerilemiştir. Ön sindirim uygulaması tüm yemlerde gecikme zamanını arttırmıştır ($P<0.05$). Örneğin mısırın gecikme zamanı 2.50 saat iken ön sindirim uygulandığında bu değer 3 saat olarak belirlenmiştir. Ön sindirim uygulaması ile yemlerdeki kolay çözünebilir karbonhidratların miktarının azalması nedeniyle mikroorganizmaların yemler üzerinde kolonileşmesi daha uzun zaman almış gecikme zamanı artmış olabilir. Ön sindirim uygulandıktan sonra gaz üretim yönteminde kullanılan yemlerin gaz değerlerinin daha düşük ve gecikme zamanlarının daha yüksek belirlenmesi sonucu Bindelle ve ark. (2007) ile Abdouli ve Attia (2007)'nin sonuçları ile benzerdir. Şekil 3.2'de enerji yemlerinin ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.3. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri

	İnkübasyon Süresi (saat)							PGÜ (ml)	c (s ⁻¹)	GZ (saat)	
	3	6	12	24	48	72	96				
Yöntemin etkisi											
GÜ	21.88 ^a	39.95 ^a	51.48 ^a	60.17 ^a	65.94 ^a	67.18 ^a	68.07 ^a	66.84 ^a	0.141	2.71 ^b	
EGÜ	17.90 ^b	28.87 ^b	41.40 ^b	47.96 ^b	51.88 ^b	52.77 ^b	53.24 ^b	52.49 ^b	0.136	2.93 ^a	
Yemin Etkisi											
Mısır	14.97 ^b	27.18 ^b	43.90 ^b	57.82 ^b	67.50 ^a	71.28 ^a	72.14 ^a	71.23 ^a	0.074 ^c	2.75 ^b	
Arpa	24.99 ^a	42.22 ^a	53.95 ^a	59.93 ^b	62.07 ^b	62.40 ^c	62.89 ^c	61.97 ^c	0.181 ^a	2.92 ^a	
Yulaf	16.03 ^b	26.79 ^b	31.48 ^c	35.23 ^c	37.78 ^c	38.99 ^d	40.21 ^d	38.46 ^d	0.141 ^b	2.65 ^b	
Buğday	23.55 ^a	41.45 ^a	56.44 ^a	63.28 ^a	68.29 ^a	67.22 ^b	67.38 ^b	67.01 ^b	0.158 ^a	2.95 ^a	
Yöntem x yemin etkisi											
GÜ	Mısır	20.27 ^b	33.43 ^c	46.58 ^c	61.51 ^b	72.18 ^a	77.15 ^a	78.22 ^a	77.33 ^a	0.063 ^c	2.50 ^c
	Arpa	25.89 ^a	47.54 ^a	60.32 ^a	67.42 ^a	69.55 ^a	69.91 ^b	70.27 ^{bc}	69.31 ^b	0.197 ^a	2.90 ^a
	Yulaf	17.48 ^b	33.28 ^c	38.86 ^d	44.45 ^e	47.98 ^d	50.08 ^e	52.21 ^e	49.27 ^e	0.134 ^b	2.53 ^{bc}
	Buğday	23.86 ^a	45.57 ^a	60.17 ^a	67.30 ^a	74.04 ^a	71.57 ^b	71.57 ^b	71.47 ^b	0.169 ^{ab}	2.90 ^a
EGÜ	Mısır	9.67 ^d	20.93 ^d	41.22 ^d	54.12 ^{cd}	62.82 ^b	65.41 ^c	66.06 ^{cd}	65.12 ^c	0.084 ^c	3.00 ^a
	Arpa	24.10 ^a	36.90 ^b	47.57 ^c	52.45 ^d	54.58 ^c	54.89 ^d	55.50 ^e	54.63 ^d	0.165 ^{ab}	2.93 ^a
	Yulaf	14.59 ^c	20.30 ^d	24.10 ^e	26.00 ^f	27.58 ^e	27.89 ^f	28.22 ^f	27.64 ^f	0.149 ^b	2.77 ^{ab}
	Buğday	23.24 ^a	37.33 ^b	52.72 ^b	59.27 ^{bc}	62.54 ^b	62.87 ^c	63.19 ^d	62.55 ^c	0.147 ^b	3.00 ^a
Yöntem	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ÖD	**
Yem	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Yöntem*Yem	**	*	**	**	*	**	**	**	*	*	*
SH	0.582	0.614	0.988	1.105	1.145	0.919	0.935	0.776	0.0086	0.050	

GÜ: Gaz üretim, EGÜ: Enzimle yemlere ön sindirim uygulanmış gaz üretim, PGÜ: Potansiyel gaz üretim (eksponensiyal denkleme göre uyarlanmış (a+b)), c:Gaz üretim hız sabiti, GZ: Gecikme zamanı (mikroorganizmaların substrata kolonileşmesi için geçen süre), a, b, c, d, e, f; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir, * : P<0.05, **:P<0.01, ÖD: Önemli değil.



Şekil 3.2. Enerji kaynağı dane yemlerin (mısır, arpa, yulaf ve buğday) ön sindirim uygulanmamış (GÜ) ve uygulanmış gaz üretim (EGÜ) değerleri

Bitkisel protein kaynağı küspelerin (soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, kanola küspesi ve ayııeği tohumu küspesi) n sindirim uygulanmış ve uygulanmamış in vitro gaz üretim değerleri izelge 3.3'te verilmiştir. Çizelge 3.3'de görüldüğü gibi yöntemler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Enerji yemlerinde olduğu gibi protein yemlerinde de n sindirim uygulanmamış gaz üretim değerleri n sindirim uygulanmış yöntemden daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.01$). n sindirim uygulanmamış yöntemin gaz üretim hız sabiti daha yüksek (0.05), geç kalma zamanı ise daha düşüktür (2.86) ($P<0.01$).

Farklı iki gaz üretim yönteminde yemlerin etkisi de önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bitkisel protein kaynakları bakımından en yüksek protein değerine sahip soya küspesi tüm inkübasyonlar süresince ve potansiyel gaz üretim değerinde de en yüksektir ($P<0.01$). Soyayı kanola, ayııeği ve pamuk tohumu küspeleri takip etmektedir. Gaz retim hız sabiti ayııeği tohumu küspesi ve soya küspesinde en yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Gecikme zamanı ise soya küspesinde en düşük (3.25) ayııeği tohumu küspesinde en yüksek (3.78) bulunmuştur ($P<0.01$). Ayııeği tohumu küspesi bu araştırmada kullanılan protein yemlerinin içerisinde en düşük ham protein ve en yüksek NDF içeriğine sahip yem olduğu için gecikme zamanının diğerlerinden yüksek olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada protein yemlerinin n sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim yöntemleri ile yemler arasındaki ilişki önemli bulunmuştur ($P<0.01$, 24 ve 48. saatler de $P<0.05$). Soya küspesinin ilk 6 saatte n sindirim uygulanmış gaz üretim değerleri uygulanmamış yöntemden daha düşük bulunurken, daha sonraki inkübasyon sürelerinde bu farklılık ortadan kalkmıştır. Soya küspesinin her iki yöntemde potansiyel gaz üretim değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Blümmel ve ark. (1999) yüksek düzeyde protein içeriğinin (>400 g/kg) mikrobiyal fermentasyon süresince yüksek amonyak salınımı nedeniyle yöntemde kullanılan tampon çözeltiyi etkileyerek gaz üretimini sınırladığını bildirmişlerdir. Denemede enzim ile n sindirim uygulanmış soya küspesinin protein içeriğinin önemli bir kısmının azalması nedeniyle bu baskı ortadan

kalkmış ve benzer miktarda gaz üretimine neden olmuş olabilir. Bindelle ve ark. (2007)'nın domuz gübresini inokulant olarak kullandıkları in vitro denemede de enzimle ön sindirim uygulanmış soya küspesi uygulanmamış olandan daha yüksek gaz üretim değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Aynı şekilde pamuk tohumu küspesinin de 24. saatten sonra gaz üretim değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri arasında da önemli bir farklılık bulunmamıştır.

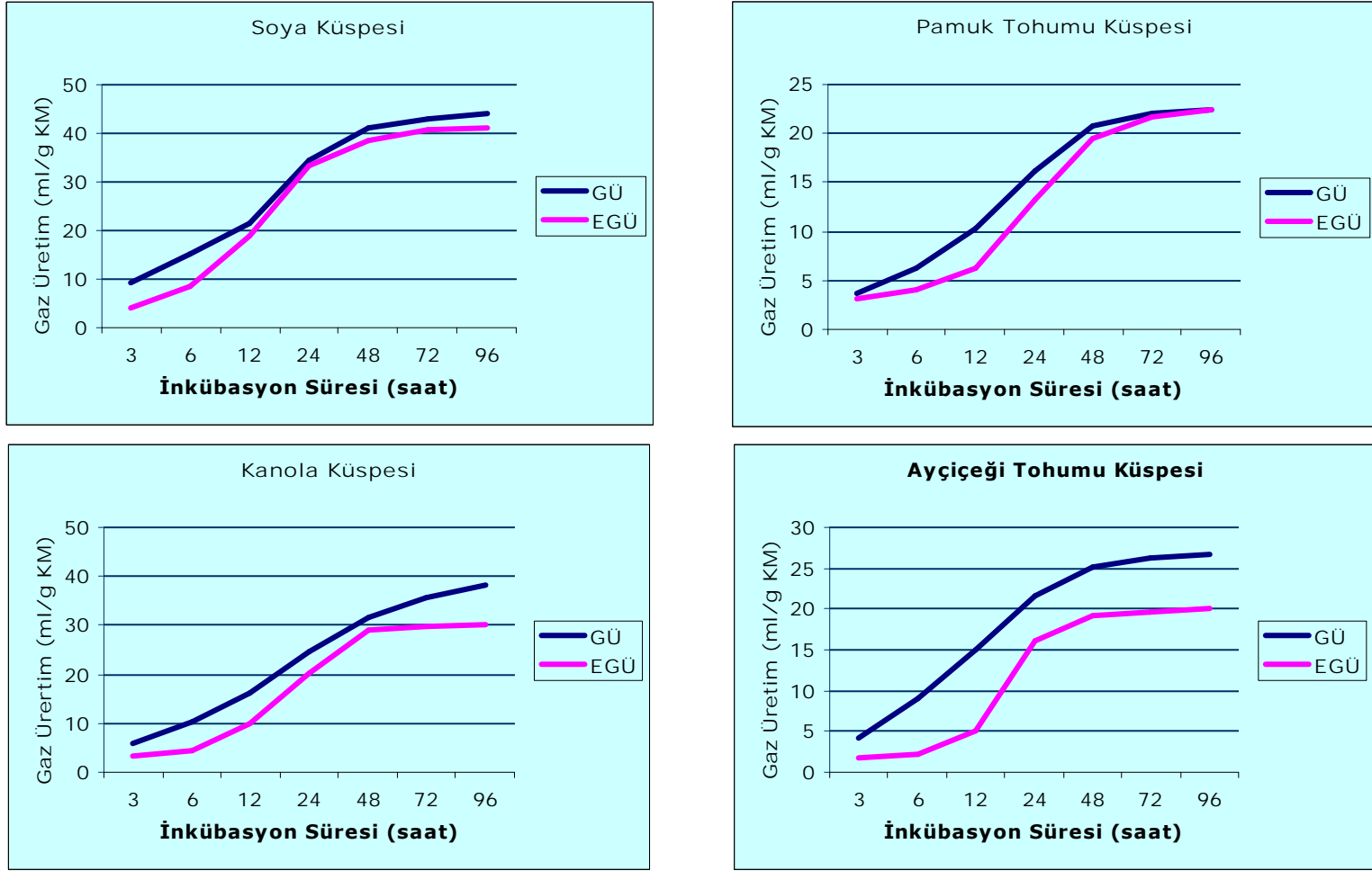
Gaz üretim hız sabiti en yüksek ön sindirim uygulanmamış ayçiçeği tohumu küspesinde (0.074), en düşük ön sindirim uygulanmış pamuk tohumu küspesinde (0.032) bulunmuştur ($P<0.01$). Enzimle ile ön sindirim uygulaması protein yemlerinde gecikme zamanını arttırmıştır ($P<0.01$). Gecikme zamanı en yüksek ön sindirim uygulanmış ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi ve kanola küspesinde, en düşük ise ön sindirim uygulanmamış kanola küspesinde bulunmuştur ($P<0.01$).

Şekil 3.3'de protein yemlerinin ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.4. Protein kaynağı yem hammaddelerinin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri

	İnkübasyon Süresi (saat)							PGÜ (ml)	c (s ⁻¹)	GZ (saat)	
	3	6	12	24	48	72	96				
Yöntemin etkisi											
GÜ	5.71 ^a	10.26 ^a	15.69 ^a	24.19 ^a	29.71 ^a	31.72 ^a	32.77 ^a	32.82 ^a	0.055 ^a	2.86 ^b	
EGÜ	3.06 ^b	4.79 ^b	10.05 ^b	20.71 ^b	26.54 ^b	27.88 ^b	28.51 ^b	29.37 ^b	0.048 ^b	4.14 ^a	
Yemin Etkisi											
Soya	6.67 ^a	11.89 ^a	20.25 ^a	33.88 ^a	39.78 ^a	41.77 ^a	42.62 ^a	42.61 ^a	0.061 ^a	3.25 ^c	
PTK	3.39 ^c	5.17 ^c	8.25 ^d	14.68 ^d	20.17 ^c	21.91 ^c	22.36 ^c	23.32 ^c	0.041 ^b	3.65 ^{ab}	
Kanola	4.45 ^b	7.40 ^b	12.96 ^b	22.33 ^b	30.36 ^b	32.63 ^b	34.20 ^b	34.93 ^b	0.041 ^b	3.32 ^{bc}	
ATK	3.03 ^c	5.63 ^c	10.01 ^c	18.91 ^c	22.21 ^c	22.89 ^c	23.37 ^c	23.53 ^c	0.063 ^a	3.78 ^a	
Yöntem x yemin etkisi											
GÜ	Soya	9.29 ^a	15.35 ^a	21.44 ^a	34.30 ^a	41.10 ^a	42.88 ^a	43.96 ^a	44.00 ^a	0.056 ^{bc}	3.00 ^{bc}
	PTK	3.65 ^c	6.26 ^{cd}	10.22 ^c	16.14 ^d	20.82 ^{de}	22.10 ^e	22.38 ^e	22.69 ^{ef}	0.050 ^{cde}	3.07 ^{bc}
	Kanola	5.70 ^b	10.34 ^b	16.04 ^b	24.60 ^b	31.73 ^b	35.65 ^b	38.14 ^b	38.23 ^b	0.039 ^{ef}	2.47 ^c
	ATK	4.20 ^{bc}	9.10 ^b	15.05 ^b	21.70 ^{bc}	25.19 ^{cd}	26.24 ^d	26.59 ^d	26.36 ^d	0.074 ^a	2.90 ^{bc}
EGÜ	Soya	4.05 ^{bc}	8.45 ^{bc}	19.06 ^a	33.46 ^a	38.46 ^a	40.65 ^a	41.28 ^a	41.21 ^{ab}	0.066 ^{ab}	3.50 ^b
	PTK	3.14 ^{cd}	4.08 ^{de}	6.28 ^d	13.21 ^d	19.51 ^e	21.71 ^e	22.34 ^e	22.55 ^{ef}	0.032 ^f	4.23 ^a
	Kanola	3.19 ^{cd}	4.47 ^{de}	9.87 ^c	20.06 ^c	28.98 ^{bc}	29.61 ^c	30.25 ^c	31.63 ^c	0.044 ^{def}	4.17 ^a
	ATK	1.85 ^d	2.17 ^e	4.97 ^d	16.13 ^d	19.22 ^e	19.53 ^e	20.15 ^e	20.70 ^f	0.052 ^{cd}	4.67 ^a
Yöntem											
Yöntem	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Yem											
Yem	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Yöntem*Yem											
Yöntem*Yem	**	**	**	*	*	**	**	**	**	**	
SH	0.3382	0.515	0.604	0.7454	1.0144	0.6049	0.6085	0.6388	0.0024	0.129	

GÜ: Gaz üretim, EGÜ: Enzimle yemlere ön sindirim uygulanmış gaz üretim, PGÜ : Potansiyel Gaz Üretim (eksponensiyal denkleme göre uyarlanmış (a+b)), c: gaz üretim hız sabiti, GZ: Gecikme Zamanı (GZ, mikroorganizmaların substrata kolonileşmesi için geçen süre), PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, a, b, c, d, e, f; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir, *: P<0.05, ** = P<0.01.



Şekil 3.3. Protein kaynağı küspelerin (soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, kanola küspesi ve ayçiçeği tohumu küspesi)  n sindirim uygulanmamış (G ) ve uygulanmış gaz  retim (EG ) değerleri

Kaba yem kaynağı yemlerin (fiğ, korunga, yonca ve mısır silajı) ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış in vitro gaz üretim değerleri Çizelge 3.5'te (Şekil 3.4.) verilmiştir ve yöntemler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). İnkübasyon süresince ve potansiyel gaz üretim değerinde enerji yemlerinde olduğu gibi kaba yemlerde de ön sindirim uygulanmamış gaz üretim değerleri ön sindirim uygulanmış yöntemden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Gaz üretim hız sabiti de ön sindirim uygulanmış yöntemde daha düşüktür ($P<0.01$). Gecikme zamanı ön sindirim uygulanmamış yöntemde 2.90 saat iken ön sindirim uygulanan yöntemde bu değer 3.47 saate yükselmiştir ($P<0.01$).

Kaba yemlerin gaz üretimlerinde yemlerin etkisi tüm inkübasyonlar süresince önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Potansiyel gaz üretimlerinde en yüksek gaz üretimi 57.90 ile yonca olarak belirlenmiş sırasıyla onu korunga (50.68), fiğ (41.88) ve mısır silajı (38.25) izlemiştir ($P<0.01$). Gaz üretim hız sabiti en yüksek fiğ (0.081) en düşük mısır silajı (0.062)'nda belirlenmiştir ($P<0.01$). Gecikme zamanı da aynı şekilde en yüksek fiğ (3.62 saat) en düşük mısır (2.75 saat) silajında bulunmuştur ($P<0.01$). Yonca ve korunganın gaz üretim hız sabitleri ve gecikme zamanları ise benzerdir ($P<0.01$).

Kaba yemlerin ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretimleri ile yemler arasındaki interaksiyonlar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). İnkübasyonlar süresince ön sindirim uygulanmamış gaz üretim değerleri ön sindirim uygulanan gaz üretim değerlerinden önemli şekilde yüksektir ($P<0.01$). Potansiyel gaz üretimlerinde yonca 69.60 ml ile en yüksek ön sindirim uygulanmamış yöntemde belirlenirken bu değer ön sindirim uygulanmış gaz üretimde 46.20 ml'ye düşmüştür ($P<0.05$). Potansiyel gaz üretiminde ön sindirim uygulanmamış ve uygulanmış yöntemlerde en düşük değeri sırasıyla 48.90 ve 27.59 ml ile mısır silajı almıştır ($P<0.05$). Kaba yemlerde gaz üretim hız sabitleri ön sindirim uygulanmamış yemlerde uygulananlardan daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.01$). Gaz üretim hız sabiti en yüksek kaba yem ön sindirim uygulanmamış fiğ (0.113) en düşük ise ön sindirim uygulanmış yonca ve

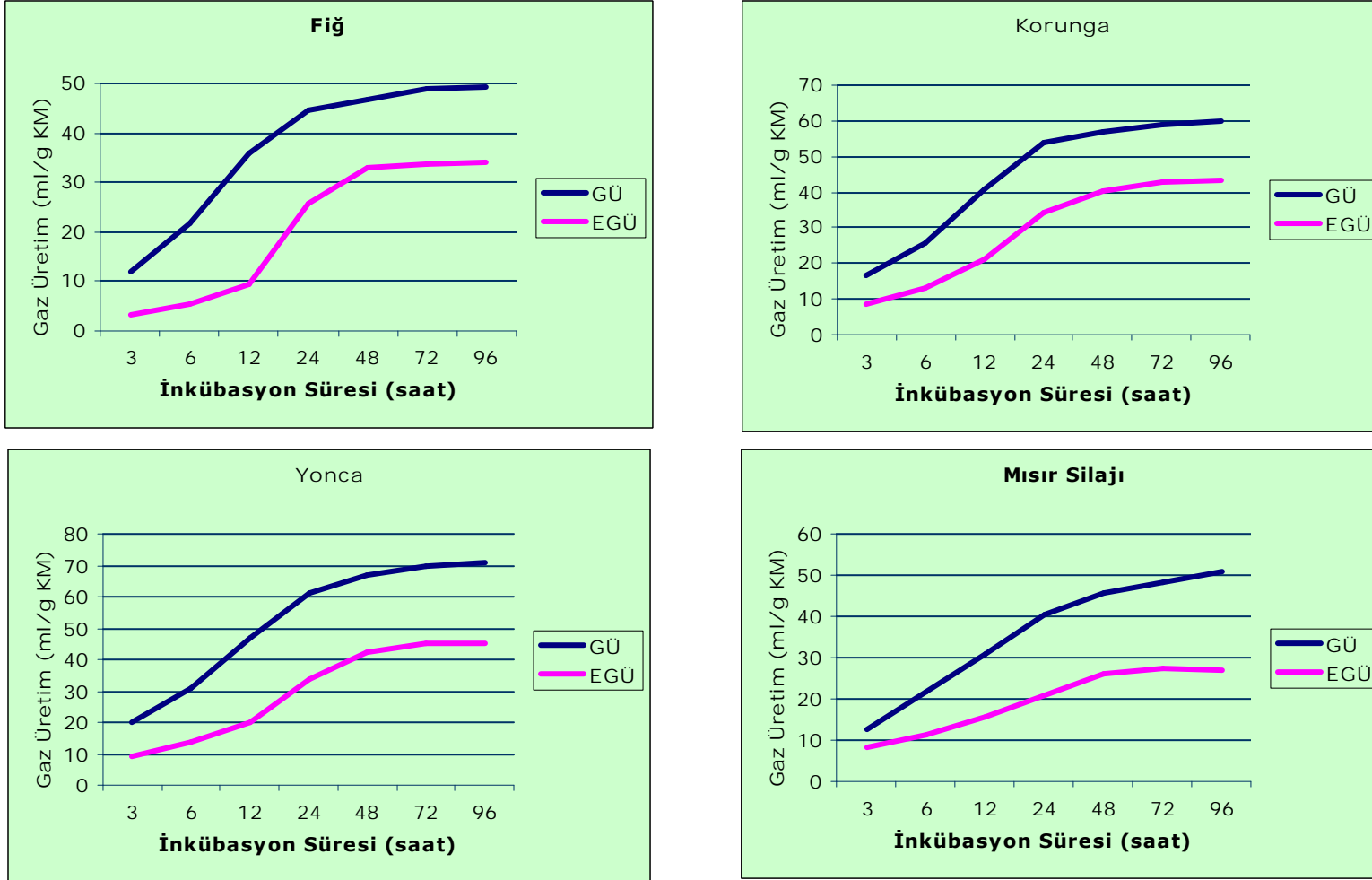
fiğde bulunmuştur (0.048) ($P<0.01$). Gecikme zamanı ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemindeki kaba yemlerde uygulanmamış olanlardan daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.01$). En düşük gecikme zamanı 2.53 saat ile ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi ile mısır silajında, en yüksek ise ön sindirim uygulanmış fiğde (4.23 saat) bulunmuştur ($P<0.01$). Ön sindirim uygulaması ile kaba yemlerdeki kolay çözünebilir karbonhidratların ve proteinlerin yemlerde azalmasına bağlı olarak gaz üretim değerleri, gaz üretim hız sabitleri azalmış ve buna bağlı olarak da gecikme zamanları artmış olabileceği düşünülmektedir.

Bovera ve ark. (2007) devekuşu kör bağırsak içeriği ve dışkısı kullanarak gaz üretim yaptıkları denemelerinde yonca kuru otunun mısır silajından daha düşük gaz üretimine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Kullandıkları materyal kuru ot olduğu için NDF içeriği daha yüksek bir yemdir, burada kullanılan yonca NDF içeriği daha düşük taze materyaldir ve bu nedenle gaz üretim değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3.5. Kaba yemlerin inkübasyon süresince ölçülen kümülatif gaz değerleri ve potansiyel gaz üretim değerleri

	İnkübasyon Süresi (saat)							PGÜ (ml)	c (s ⁻¹)	GZ (saat)	
	3	6	12	24	48	72	96				
Yöntemin etkisi											
GÜ	15.24 ^a	25.11 ^a	38.57 ^a	49.89 ^a	54.01 ^a	56.54 ^a	57.66 ^a	56.21 ^a	0.089 ^a	2.90 ^b	
EGÜ	7.26 ^b	10.79 ^b	16.49 ^b	28.58 ^b	35.45 ^b	37.10 ^b	37.43 ^b	38.15 ^b	0.052 ^b	3.47 ^a	
Yemin Etkisi											
Fiğ	7.54 ^d	13.59 ^d	22.64 ^b	35.08 ^c	39.88 ^c	41.22 ^c	41.71 ^c	41.88 ^c	0.081 ^a	3.62 ^a	
Korunga	12.56 ^b	19.48 ^b	30.92 ^a	43.86 ^b	48.57 ^b	50.83 ^b	51.63 ^b	50.68 ^b	0.074 ^{ab}	3.18 ^b	
Yonca	14.55 ^a	22.31 ^a	33.32 ^a	47.32 ^a	54.59 ^a	57.31 ^a	57.95 ^a	57.90 ^a	0.066 ^{bc}	3.18 ^b	
Mısır Silajı	10.36 ^c	16.42 ^c	23.24 ^b	30.68 ^d	35.88 ^d	37.92 ^d	38.88 ^d	38.25 ^d	0.062 ^c	2.75 ^c	
Yöntem x yemin etkisi											
GÜ	Fiğ	11.79 ^{cd}	21.91 ^c	35.73 ^c	44.51 ^c	46.86 ^c	48.89 ^c	49.21 ^{cd}	48.36 ^c	0.113 ^a	3.00 ^{cd}
	Korunga	16.61 ^b	25.87 ^b	40.87 ^b	53.64 ^b	56.83 ^b	59.07 ^b	60.01 ^b	57.95 ^b	0.090 ^b	3.07 ^{bcd}
	Yonca	19.95 ^a	30.90 ^a	46.88 ^a	61.10 ^a	66.75 ^a	69.75 ^a	70.74 ^a	69.60 ^a	0.084 ^{bc}	3.00 ^{cd}
	Mısır Silajı	12.62 ^c	21.76 ^c	30.87 ^c	40.31 ^c	45.58 ^c	48.46 ^c	50.69 ^c	48.90 ^c	0.070 ^{cd}	2.53 ^e
EGÜ	Fiğ	3.29 ^f	5.26 ^e	9.54 ^f	25.66 ^e	32.90 ^e	33.55 ^e	34.21 ^f	35.40 ^d	0.048 ^e	4.23 ^a
	Korunga	8.51 ^e	13.10 ^d	20.97 ^d	34.08 ^d	40.30 ^d	42.60 ^d	43.25 ^e	43.40 ^c	0.057 ^{de}	3.30 ^{bc}
	Yonca	9.14 ^{de}	13.72 ^d	19.83 ^{de}	33.53 ^d	42.42 ^{cd}	44.86 ^c	45.16 ^{de}	46.20 ^c	0.048 ^e	3.37 ^b
	Mısır Silajı	8.09 ^e	11.09 ^d	15.60 ^e	21.05 ^e	26.17 ^f	27.38 ^f	27.08 ^g	27.59 ^e	0.053 ^e	2.97 ^d
Yöntem											
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Yem											
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
Yöntem*Yem											
	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	
SH											
	0.603	0.722	1.005	1.109	1.019	1.019	0.881	1.240	0.0029	0.064	

GÜ: Gaz üretim, EGÜ: Enzimle yemlere ön sindirim uygulanmış gaz üretim, PGÜ: Potansiyel Gaz Üretim (eksponensiyal denkleme göre uyarlanmış (a+b)), c: gaz üretim hız sabiti, GZ: Gecikme Zamanı (GZ, mikroorganizmaların substrata kolonileşmesi için geçen süre), a, b, c, d, e, f ; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: P<0.05, **: P<0.01.



Şekil 3.4. Kaba yem kaynağı taze otların (fiğ, korunga, yonca ve mısır silajı) ön sindirim uygulanmamış (GÜ) ve uygulanmış gaz üretim (EGÜ) değerleri

3.3. Yemlerin Farklı Yöntemler ile Belirlenen *İn Vitro* Sindirilebilirlikleri

Devekuşu kör bağırsak içeriği kullanılarak araştırma materyali yem hammaddelerinin dört farklı yöntem ile *in vitro* sindirilebilirlikleri belirlenmiştir. Bu *in vitro* yöntemler; normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry'nin iki aşamalı sindirim yöntemi (NTT), Tilley ve Terry'nin aşamalarının yer değiştirildiği değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi (DTT), ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi (GÜ) ve pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi (EGÜ)'dir.

Çizelge 3.6'da enerji kaynağı dane yemlerin KMS, GOMS ve NDFS verilmiştir.

Enerji yemlerinin farklı *in vitro* yöntemler ile belirlenen KMS arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bu sindirilebilirlikler normal Tilley ve Terry, değiştirilmiş Tilley ve Terry, ön sindirim uygulanmamış gaz üretim ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemlerine göre sırasıyla; %79.47, %80.69, %72.00 ve %79.02'dir. En yüksek kuru madde sindirilebilirliği değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde, en düşük değer ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde bulunmuştur ($P<0.01$).

Denemede yemlerin KMS'ne etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik değerleri sırasıyla; %82.62, %80.69, %65.46 ve %82.42 olup mısır ve buğday en yüksek, yulaf en düşük kuru madde sindirilebilirliğine sahiptir ($P<0.01$). Yulafın sindirilebilirliğinin diğer tahıl danelerinden düşük olmasının nedeni içeriğindeki hücre duvarı polisakkaritlerinin diğerlerinden yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3.6. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%)

	KMS (%)	GOMS (%)	NDFS (%)	
Yöntemin etkisi				
NTT	79.47 ^b	84.63 ^b	39.91 ^c	
DTT	80.69 ^a	85.61 ^a	46.41 ^a	
GÜ	72.00 ^c	76.37 ^d	38.58 ^d	
EGÜ	79.02 ^b	83.80 ^c	43.16 ^b	
Yemin etkisi				
Mısır	82.62 ^a	88.16 ^a	46.17 ^a	
Arpa	80.69 ^b	85.64 ^c	42.92 ^c	
Yulaf	65.46 ^c	70.14 ^d	34.25 ^d	
Buğday	82.42 ^a	86.33 ^b	44.75 ^b	
Yöntem x Yemin etkisi				
NTT	Mısır	84.89 ^{ab}	90.32 ^b	42.33 ^{ef}
	Arpa	81.62 ^e	87.16 ^g	40.67 ^{efg}
	Yulaf	67.94 ^{hi}	72.88 ^j	36.68 ^{hi}
	Buğday	83.42 ^{bcd}	88.18 ^{de}	41.00 ^{efg}
DTT	Mısır	85.82 ^a	91.02 ^a	50.67 ^a
	Arpa	83.50 ^{bcd}	88.49 ^d	48.01 ^{ab}
	Yulaf	68.90 ^h	73.77 ^k	36.66 ^{hi}
	Buğday	84.54 ^{abc}	89.16 ^c	50.33 ^a
GÜ	Mısır	78.57 ^f	82.82 ^h	44.02 ^{cde}
	Arpa	75.35 ^g	79.69 ^j	38.67 ^{gh}
	Yulaf	57.80 ^j	62.16 ⁿ	30.00 ^j
	Buğday	76.27 ^g	79.81 ⁱ	41.68 ^{efg}
EGÜ	Mısır	83.48 ^{bcd}	88.47 ^d	47.66 ^{abc}
	Arpa	82.30 ^{de}	87.25 ^{fg}	44.31 ^{cde}
	Yulaf	67.19 ⁱ	71.78 ^m	34.69 ^j
	Buğday	83.13 ^{cde}	88.18 ^{de}	46.00 ^{bcd}
Yöntem	**	**	**	
Yem	**	**	**	
Yöntem*Yem	**	**	**	
Standart Hata	0.325	0.099	0.688	

NTT: Normal Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi, EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, KMS: Kuru madde sindirilebilirliği, GOMS: Gerçek organik madde sindirilebilirliği, NDFS: NDF sindirilebilirlikleri, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: P<0.05 **:P<0.01. ÖD: Önemli Değil.

In vitro KMS'nde yöntem ve yem arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (P<0.01). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ile kuru madde sindirilebilirlikleri en yüksek belirlenirken, onu normal Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi takip etmiştir (Şekil 3.5). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi en düşük değerlere sahiptir (P<0.01). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminin KMS'nin daha düşük olmasının nedeni diğer üç uygulamanın aksine yöntemde enzimler ile muamele olmaması ve sadece

kör bağırsak fermantasyonuna bağlı sindirilebilirliğin belirlenmiş olmasındandır.

Denemede normal Tilley ve Terry, değiştirilmiş Tilley ve Terry ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemlerinde belirlenen mısır, arpa ve yulafın KMS değerleri, Cillers ve ark. (1997)'nin devekuşlarında *in vivo* yöntemle belirledikleri değerler (mısır 0.85, arpa 0.82 ve yulaf 0.69) ile benzerlik göstermektedir.

Denemede mısırın normal Tilley ve Terry yöntemi ile belirlenen KMS değeri (%84.89) Mabjeesh ve ark. (2000)'nin ruminantlarda Tilley ve Terry yöntemi ile belirledikleri KMS değerinden (% 92,2) düşük bulunurken, arpa ve buğdayın değerleri (sırasıyla %81.62 ve %83.42) daha yüksek (%68.1, 79.8) bulunmuştur.

Enerji yemlerinin GOMS'ne yöntemin etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek sindirilebilirlik değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenirken onu sırasıyla normal Tilley ve Terry yöntemi, ön sindirim uygulanmış gaz üretim ve uygulanmamış gaz üretim yöntemleri takip etmektedir ($P<0.01$). GOMS'ne yemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın GOMS sırasıyla %88.16, %85.64, %70.14 ve %86.33 olup KMS'nde olduğu gibi GOMS'nde de mısır en yüksek sindirilebilirliğe yulaf ise en düşük sindirilebilirliğe sahiptir ($P<0.01$).

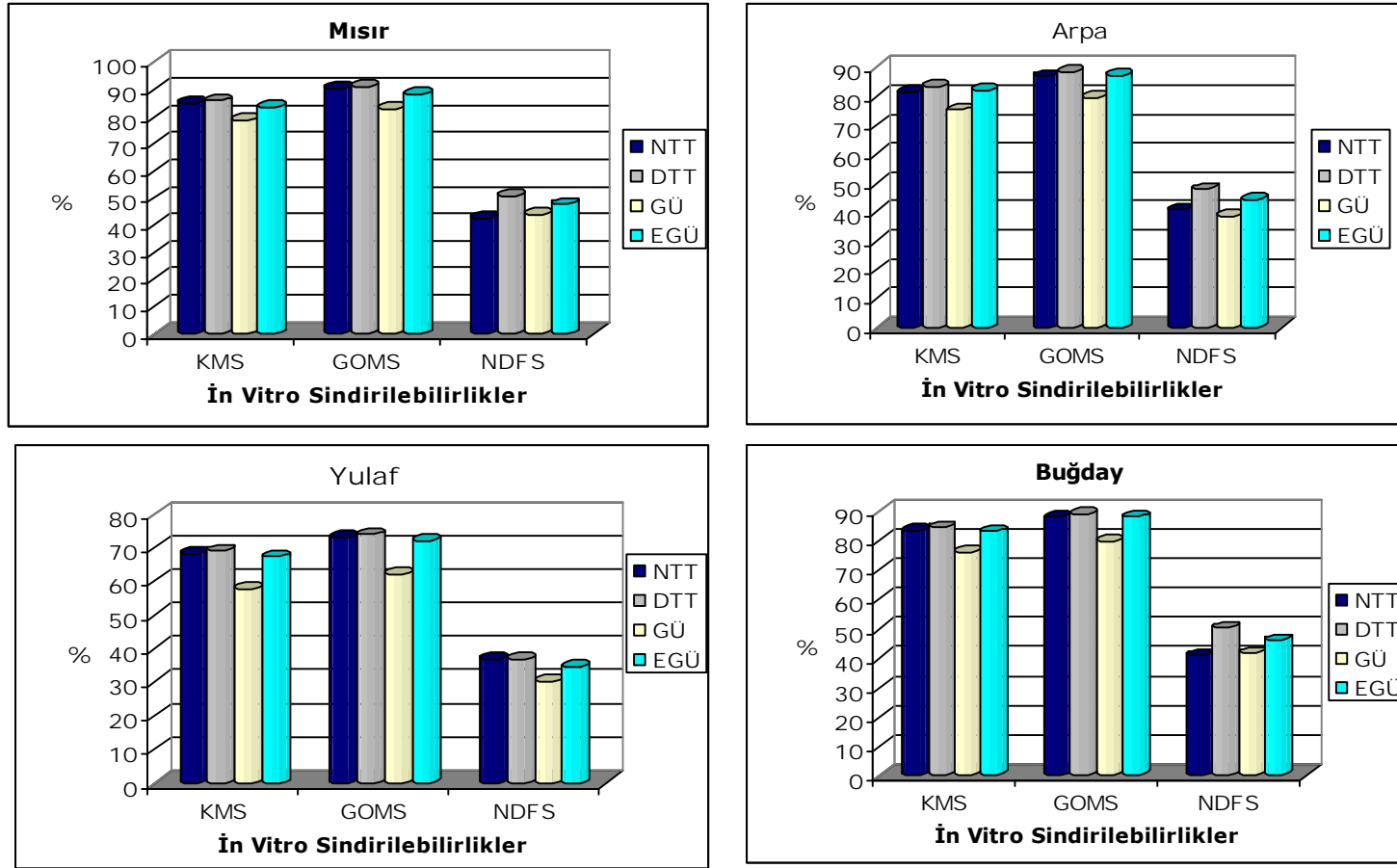
İn vitro GOMS'nin belirlenmesinde yöntem ve yem interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Enerji yemlerinin *in vitro* GOMS'nde değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi uygulanan yemlerde en yüksek değerler belirlenirken enzimler ile ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi en düşük değerlere sahiptir ($P<0.01$). KMS'nde olduğu gibi GOMS'nde de ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminin en düşük değerlere sahip olması bu yöntemde diğer yöntemler gibi bir enzimatik sindirimin bulunmaması ve sadece kör bağırsak fermentasyonuna ait sindirilebilirliklerin belirlenmiş olmasındandır.

Denemede ön sindirim yöntemi uygulanmadan belirlenen gaz üretim yönteminde (GÜ) arpanın GOMS (%79.69) Bovera ve ark. (2006)'nın devekuşlarında gaz üretim yöntemi ile belirledikleri sindirilebilirlik değeri (%79.98) ile uyum içerisindedir.

Denemede arpanın, ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi hariç organik madde sindirilebilirliği Abdouli ve Attia (2007)'nin atlar ile yaptıkları araştırmadaki değerinden (%80.1) daha yüksek bulunmuştur.

Enerji yemlerinin in vitro NDFS'nin belirlenmesinde yöntemin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek NDFS değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenirken onu enzimler ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi takip etmektedir. İn vitro NDFS'nde yemlerin etkisi de önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın in vitro NDFS sırasıyla; %46.17, %42.92, %34.25 ve %44.75'tir.

Enerji yemlerinin in vitro NDFS'nin belirlenmesinde yöntem ve yem arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mısır, arpa, yulaf ve buğdayın en yüksek NDFS değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenirken onu ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi izlemektedir ($P<0.01$). Her iki yöntemde de yemlerin mikrobiyal fermantasyonundan önce enzimler ile muamelenin olması yemlerdeki kolay çözünebilir karbonhidratlar ve protein miktarlarında azalma meydana getirmekte ve bu da kör bağırsak mikroorganizmalarının NDF'yi sindirebilmeleri için daha uygun bir ortam oluşturduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.5. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri

Çizelge 3. 7'de protein kaynağı küspelerin KMS, GOMS ve NDFS'i verilmiştir.

Çizelge 3.7. Protein kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%)

		KMS (%)	GOMS (%)	NDFS (%)
Yöntemin etkisi				
	NTT	75.27 ^c	80.44 ^b	32.83 ^d
	DTT	76.41 ^b	81.39 ^a	40.75 ^a
	GÜ	66.99 ^d	71.34 ^c	34.25 ^c
	EGÜ	77.14 ^a	81.15 ^a	37.67 ^b
Yemin etkisi				
	Soya	87.84 ^a	93.15 ^a	48.70 ^a
	PTK	66.51 ^d	71.68 ^d	28.08 ^c
	Kanola	73.22 ^b	72.41 ^c	39.58 ^b
	ATK	68.26 ^c	76.82 ^b	29.17 ^c
Yöntem x Yemin etkisi				
NTT	Soya	88.31 ^b	93.86 ^c	45,67 ^{bc}
	PTK	68.23 ^g	74.08 ^{gf}	26,66 ^g
	Kanola	75.18 ^d	79.73 ^e	32,34 ^{de}
	ATK	69.37 ^{fg}	74.08 ^{gh}	26,67 ^g
DTT	Soya	89.93 ^{ab}	95.68 ^b	52,65 ^a
	PTK	68.77 ^g	74.97 ^{fg}	30,32 ^{defg}
	Kanola	75.78 ^d	79.53 ^e	49,00 ^{ab}
	ATK	71.15 ^{ef}	75.38 ^f	31,01 ^{def}
GÜ	Soya	81.59 ^c	86.95 ^d	47,02 ^{bc}
	PTK	59.48 ⁱ	64.14 ^j	28,03 ^{fg}
	Kanola	65.96 ^h	69.40 ^j	33,33 ^d
	ATK	60.96 ⁱ	64.89 ^j	28,65 ^{efg}
EGÜ	Soya	91.54 ^a	96.10 ^a	49,31 ^{ab}
	PTK	69.56 ^{fg}	73.54 ^h	27,30 ^g
	Kanola	75.95 ^d	78.62 ^e	43,67 ^c
	ATK	71.54 ^e	75.33 ^{fg}	30,33 ^{defg}
Yöntem		**	**	**
Yem		**	**	**
Yöntem*Yem		**	**	**
Standart Hata		0.356	0.247	0.722

NTT: Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, KMS: Kuru madde sindirilebilirliği, GOMS: Gerçek organik madde sindirilebilirliği, NDFS: NDF sindirilebilirliği, PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir, *: P<0.05, **: P<0.01 ÖD: Önemli Değil.

KMS'ne yöntemin etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek sindirilebilirlik ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde en düşük ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemindedir (P<0.01). KMS'ne yemlerin etkisi de önemli bulunmuş, soya, pamuk tohumu, kanola ve ayçiçeği tohumu küspelerinin sindirilebilirlikleri sırasıyla; %87.84, %66.51, %73.22 ve

%68.26 olarak bulunmuştur ($P<0.01$). Görüldüğü gibi en yüksek in vitro kuru madde sindirilebilirliği soya küspesine aittir.

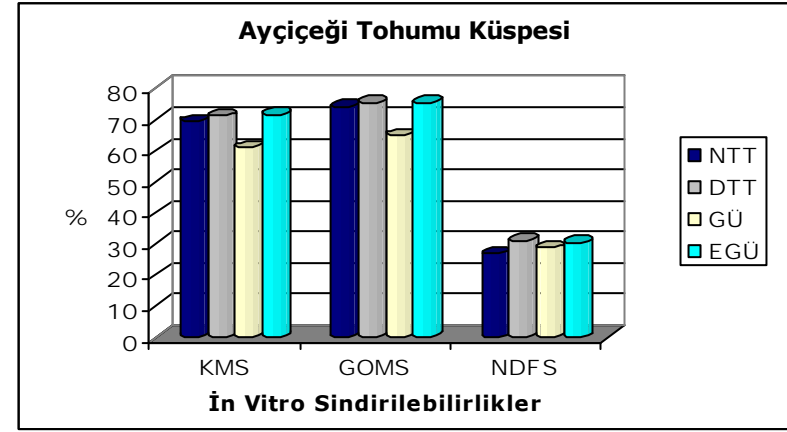
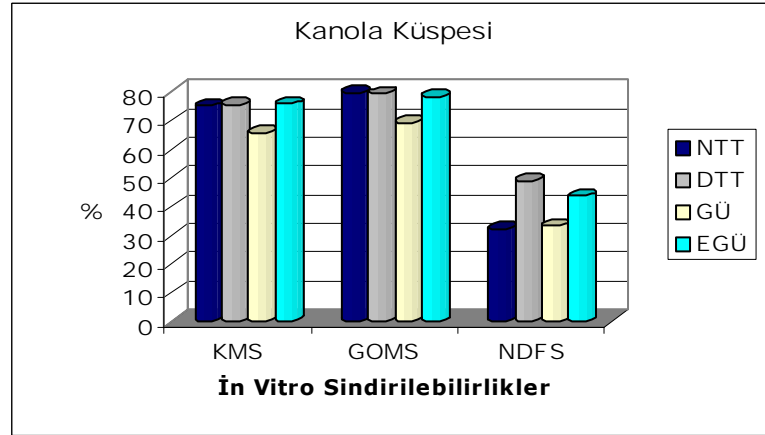
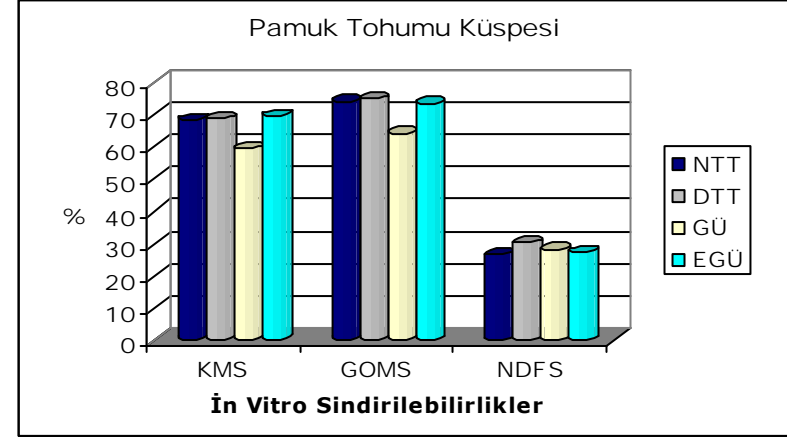
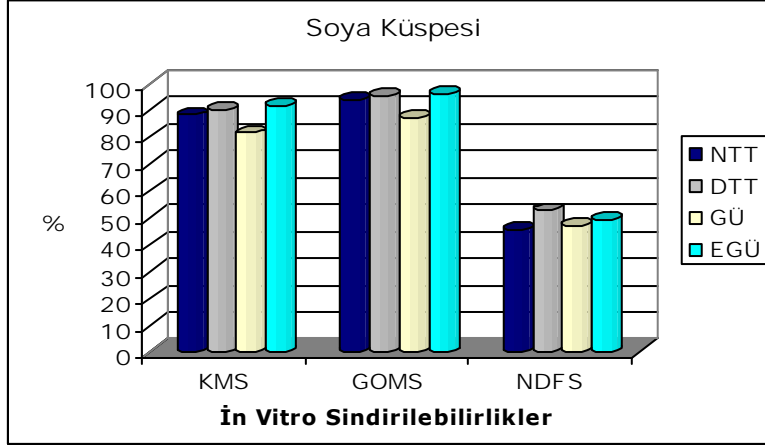
Protein yemlerinin KMS'nde yöntem ve yem arasındaki interaksiyon önemlidir ($P<0.01$). Şekil 3. 6'dan da görüldüğü gibi en yüksek in vitro KMS ön sindirim uygulanmış gaz üretim ve değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemleri uygulanan protein yemlerinde bulunmuştur ($P<0.01$).

Protein yemlerinin in vitro gerçek GOMS'nin belirlenmesinde yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek GOMS değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde belirlenmiştir ($P<0.01$). GPMS'ne yemlerin etkisi önemli bulunmuş ve soya küspesinin (%93.15) en yüksek, pamuk tohumu küspesinin (%71.68) ise en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

GOMS'nin belirlenmesinde yöntem ve yemler arasındaki interaksiyon da önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmış gaz üretim, değiştirilmiş Tilley ve Terry ve normal Tilley ve Terry yöntemleri ile belirlenen GOMS değerleri ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi ile belirlenenlerden yüksektir ($P<0.01$). En yüksek GOMS ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemiyle belirlenen soya küspesinin (%96.10), en düşük ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi ile belirlenen pamuk tohumu küspesindedir (%64.14).

Denemede ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde soya küspesinin GOMS (%86.95) Bovera ve ark. (2006)'nın devekuşlarının kör bağırsak sıvısı kullanarak gaz üretim yöntemi ile saptadıkları sindirilebilirlik değeri (%88.51) ile benzerdir.

Protein kaynağı yemlerin in vitro NDFS'nin belirlenmesinde yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$).



Şekil 3. 6. Protein kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri

Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi en yüksek (%40.75), normal Tilley ve Terry yöntemi ise en düşük (%32.83) NDFS'ne sahiptir. Denemede NDFS'ne yemlerin etkisi de önemlidir ($P<0.01$). Soya küspesinin NDFS en yüksek, pamuk tohumu küspesinin NDFS en düşük ($P<0.01$) bulunmuştur. Protein yemlerinin in vitro NDFS'inde yöntem ve yem interaksyonları önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yemlerin değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemleri ile belirlenen NDF sindirilebilirlikleri diğer yöntemler ile belirlenen değerlerinden daha yüksektir ($P<0.01$).

Çizelge 3.8'de denemede kullanılan kaba yemlerin in vitro KMS, GOMS ve NDFS verilmiştir. Kaba yemlerin KMS ve GOMS'nin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ile belirlenen değerler en yüksek bulunurken onu normal Tilley ve Terry yöntemi izlemiştir ($P<0.01$). Bu sonuç Nheta ve ark. (2005)'nin devekuşu kör bağırsak içeriği kullanarak bazı kaba yemlerin KMS'ni Tilley ve Terry'nin iki aşamalı yöntemi ile belirledikleri çalışmaları ile uyum içerisindedir. KM ve OM sindirilebilirliklerine yemlerin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). En yüksek KMS ve GOMS yoncaya ait iken en düşük sindirilebilirlik ise mısır silajına aittir ($P<0.01$). GOMS'nin belirlenmesinde yöntem ve yem arasındaki interaksyonlar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Şekil 3.7'den de görüleceği gibi değiştirilmiş ve normal Tilley ve Terry yöntemleri ile belirlenen GOMS değerleri diğer yöntemlerden daha yüksektir ($P<0.01$).

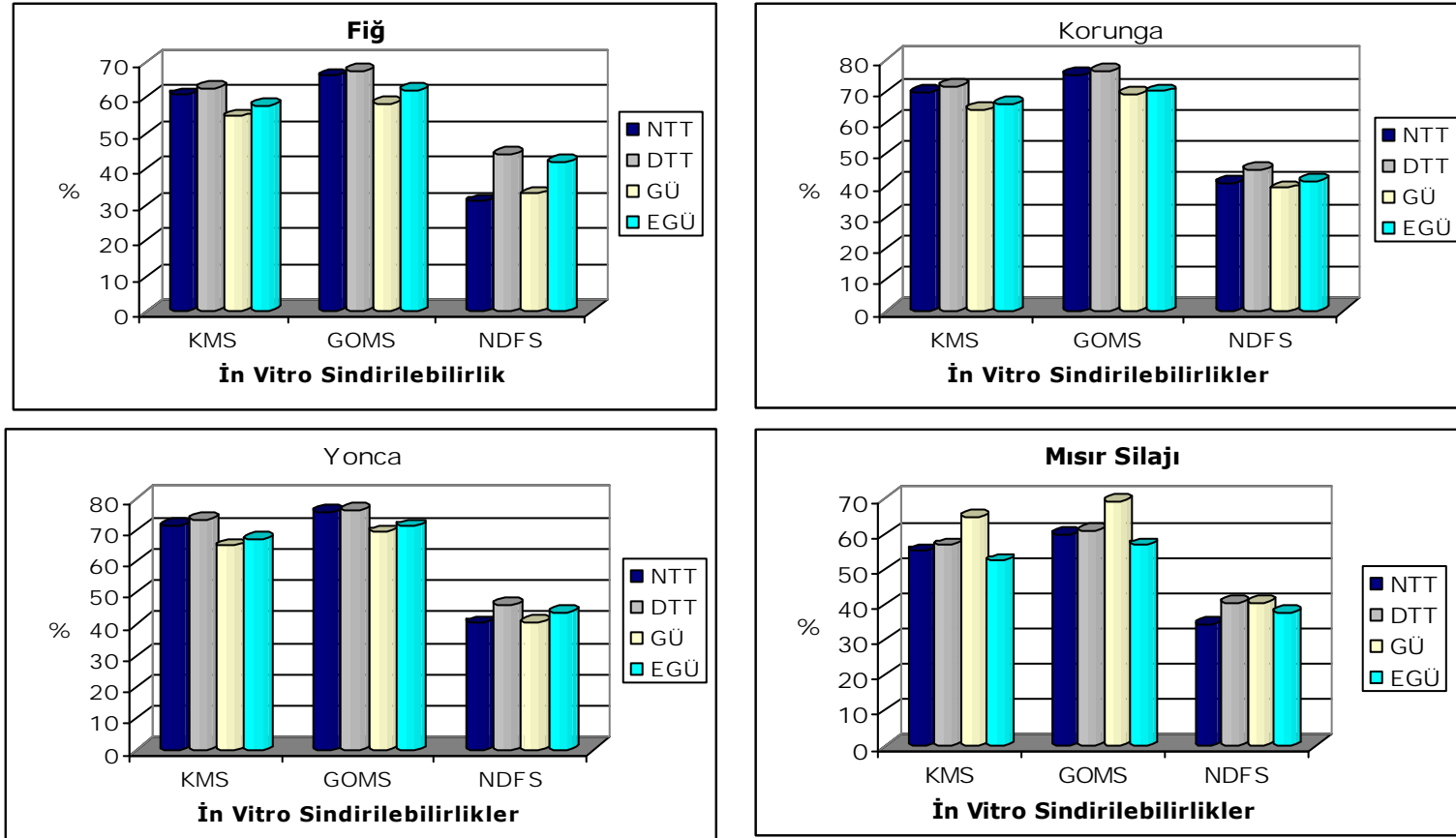
Araştırmada yoncanın farklı in vitro yöntemler ile bulunan KMS değerleri Cilliers ve ark. (1997)'nin devekuşları ile yaptıkları in vivo denemede belirledikleri yonca kuru otunun sindirilebilirlik değerinden (0.50) daha yüksektir. Ayrıca ön sindirim yöntemi uygulanmadan belirlenen gaz üretim yönteminde yoncanın GOMS (%69.29) Bovera ve ark. (2006)'nin devekuşu kör bağırsak içeriği kullanarak belirledikleri sindirilebilirlik değerinden (%51.19) yüksektir. Bunun nedeninin, bu araştırmada kullanılan yoncanın NDF içeriği daha düşük taze ot olmasına karşılık Bovera ve ark.

(2006) ve Cilliers ve ark. (1997)'nin denemelerinde kullanılan yoncaların ise NDF içeriği daha yüksek kuru ot olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 3.8. Kaba yemlerin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri (%)

		KMS	GOMS	NDFS
Yöntemin etkisi				
NTT		64.34 ^b	69.25 ^b	36.58 ^c
DTT		66.15 ^a	70.65 ^a	44.01 ^a
GÜ		58.50 ^d	62.72 ^d	36.97 ^c
EGÜ		60.89 ^c	65.01 ^c	41.16 ^b
Yemin etkisi				
Fiğ		59.05 ^c	63.53 ^c	37.58 ^b
Korunga		67.84 ^b	72.63 ^b	41.50 ^a
Yonca		69.24 ^a	73.41 ^a	42.66 ^a
Mısır Silajı		53.76 ^d	58.07 ^d	36.92 ^b
Yöntem x Yemin etkisi				
NTT	Fiğ	60.87	66.11 ^f	31.00 ^f
	Korunga	69.71	75.20 ^b	40.66 ^{cd}
	Yonca	71.46	75.77 ^{ab}	40.32 ^{cd}
	Mısır Silajı	55.34	59.92 ^{hi}	34.33 ^{ef}
DTT	Fiğ	62.80	67.61 ^{ef}	44.30 ^{abc}
	Korunga	71.50	76.52 ^{ab}	45.02 ^{ab}
	Yonca	73.33	76.37 ^a	46.00 ^a
	Mısır Silajı	56.99	61.12 ^{gh}	40.67 ^{cd}
GÜ	Fiğ	54.72	58.43 ^{ij}	33.03 ^f
	Korunga	64.15	68.93 ^{de}	39.00 ^{cd}
	Yonca	64.92	69.29 ^d	40.65 ^{cd}
	Mısır Silajı	50.19	54.23 ^k	35.20 ^{ef}
EGÜ	Fiğ	57.80	61.99 ^g	42.04 ^{abc}
	Korunga	66.00	69.84 ^{cd}	41.32 ^{bcd}
	Yonca	67.25	71.20 ^c	43.68 ^{abc}
	Mısır Silajı	52.53	57.00 ^j	37.70 ^{de}
Yöntem		**	**	**
Yem		**	**	**
Yöntem*Yem		ÖD	**	**
Standart Hata		0.448	0.310	0.778

NTT: Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, KMS: Kuru madde sindirilebilirliği, GOMS: Gerçek organik madde sindirilebilirliği, NDFS: NDF sindirilebilirliği, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir, *: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil.



Şekil 3. 7. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin KMS, GOMS, NDFS sindirilebilirlikleri

Ön sindirim yöntemi uygulanmadan belirlenen gaz üretim yönteminde mısır silajının GOMS (%54.23) Bovera ve ark. (2006)'nın buldukları sindirilebilirlik değerinden (%63.82) ve De Boever ve ark. (2005) koyunlarda gaz üretim yöntemi ile belirledikleri değerinden (%73.2) daha düşük bulunmuştur.

Kaba yemlerin *in vitro* NDFS'nin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek NDF sindirilebilirliği değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenmiş olup onu ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi izlemiştir ($P<0.01$). *İn vitro* NDFS'nin belirlenmesinde yemlerin etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek sindirilebilirlik yonca ve korungada belirlenmiştir ($P<0.01$). NDFS'nde yöntem ve yem arasındaki interaksiyon da önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Mikrobiyal fermentasyondan önce enzimlerle muameleye sahip yöntemlerin NDFS diğer yöntemlerden yüksek belirlenmiştir ($P<0.01$).

3.4. pH ve Uçucu Yağ Asitleri Değerleri

Araştırmada kullanılan enerji kaynağı dane yemlerin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi değerleri Çizelge 3.9'da verilmiştir. Enerji yemlerinin *in vitro* sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin ve yöntem x yem interaksiyonlarının pH üzerine etkisi önemli belirlenmiştir ($P<0.05$). Yöntemler arasında pH değerleri 6.95 ile 6.47 arasında değişmiştir. Devekuşu kör bağırsak içeriği ile yemlerin fermentasyonundan önce enzimler ile ön sindirim uygulanmış yöntemlerin (değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi) pH değerleri diğer yöntemlerden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Yemlere enzimler ile ön sindirim uygulaması kolay çözünebilir karbonhidrat değerlerinde azalma meydana getirdiği için pH değerlerinin bu iki yöntemde daha yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Çizelge 3. 9. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları

	pH	Asetik mmol/L	Propiyonik mmol/L	Bütrik mmol/L	(A+B)/P	TUYA mmol/L	
Yöntemin etkisi							
NTT	6.84 ^b	48.00 ^b	15.48 ^b	11.79 ^b	3.87 ^c	79.45 ^b	
DTT	6.95 ^a	27.03 ^d	9.61 ^d	5.24 ^d	3.37 ^d	42.87 ^d	
GÜ	6.47 ^d	53.20 ^a	15.89 ^a	14.60 ^a	4.27 ^b	87.76 ^a	
EGÜ	6.75 ^c	43.76 ^c	10.64 ^b	10.19 ^c	5.12 ^a	66.85 ^c	
Yemin etkisi							
Mısır	6.71	43.72 ^c	13.07 ^b	11.71 ^b	4.31 ^a	71.22 ^c	
Arpa	6.76	47.65 ^a	14.56 ^a	12.31 ^a	4.07 ^b	78.20 ^a	
Yulaf	6.83	34.37 ^d	10.65 ^c	6.82 ^d	3.91 ^c	54.05 ^d	
Buğday	6.72	46.25 ^b	13.34 ^b	10.98 ^c	4.33 ^a	73.46 ^b	
Yöntem x Yemin etkisi							
NTT	Mısır	6.82 ^{cdef}	52.53 ^c	17.80 ^a	12.92 ^{cd}	3.68 ^{gh}	87.93 ^b
	Arpa	6.80 ^{cdef}	51.79 ^c	16.59 ^b	13.47 ^{bc}	3.94 ^{fg}	86.88 ^{bc}
	Yulaf	6.89 ^{bc}	37.47 ^f	12.03 ^e	8.15 ^f	3.79 ^{gh}	60.56 ^f
	Buğday	6.86 ^{cde}	50.22 ^c	15.50 ^c	12.64 ^{cd}	4.06 ^{ef}	82.43 ^c
DTT	Mısır	6.82 ^{cdef}	28.09 ^{hi}	8.84 ^g	5.99 ^g	3.86 ^{fg}	43.97 ^{gh}
	Arpa	7.01 ^{ab}	29.88 ^{gh}	10.15 ^f	6.39 ^g	3.58 ^{hi}	47.54 ^g
	Yulaf	7.10 ^a	23.33 ^j	9.84 ^{fg}	3.45 ⁱ	2.71 ^j	37.48 ⁱ
	Buğday	6.88 ^{bcd}	26.81 ⁱ	9.59 ^{fg}	5.12 ^h	3.33 ⁱ	42.47 ^h
GÜ	Mısır	6.47 ^{hi}	52.46 ^c	15.24 ^c	14.62 ^b	4.40 ^d	85.62 ^{bc}
	Arpa	6.41 ⁱ	58.75 ^a	16.99 ^{ab}	15.85 ^a	4.39 ^d	96.23 ^a
	Yulaf	6.61 ^g	45.66 ^d	13.65 ^d	11.91 ^d	4.21 ^{de}	74.84 ^d
	Buğday	6.40 ⁱ	55.91 ^b	17.67 ^a	16.01 ^a	4.07 ^{ef}	94.36 ^a
EGÜ	Mısır	6.75 ^{def}	41.78 ^e	10.39 ^f	13.31 ^c	5.30 ^b	67.37 ^e
	Arpa	6.81 ^{cdef}	50.16 ^c	14.50 ^{cd}	13.53 ^{bc}	4.39 ^d	82.16 ^c
	Yulaf	6.71 ^{fg}	31.01 ^g	7.05 ^h	3.76 ⁱ	4.93 ^c	43.30 ^{gh}
	Buğday	6.73 ^{efg}	52.07 ^c	10.61 ^f	10.16 ^e	5.86 ^a	74.58 ^d
Yöntem	*	**	**	**	**	**	
Yem	ÖD	**	**	**	**	**	
Yöntem*Yem	*	**	**	**	**	**	
SH	0.027	0.537	0.201	0.232	0.039	0.919	

NTT: Normal Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, (A+B)/P=(Asetik+Bütrik)/Propiyonik, TUYA: Toplam Uçucu Yağ Asidi, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil.

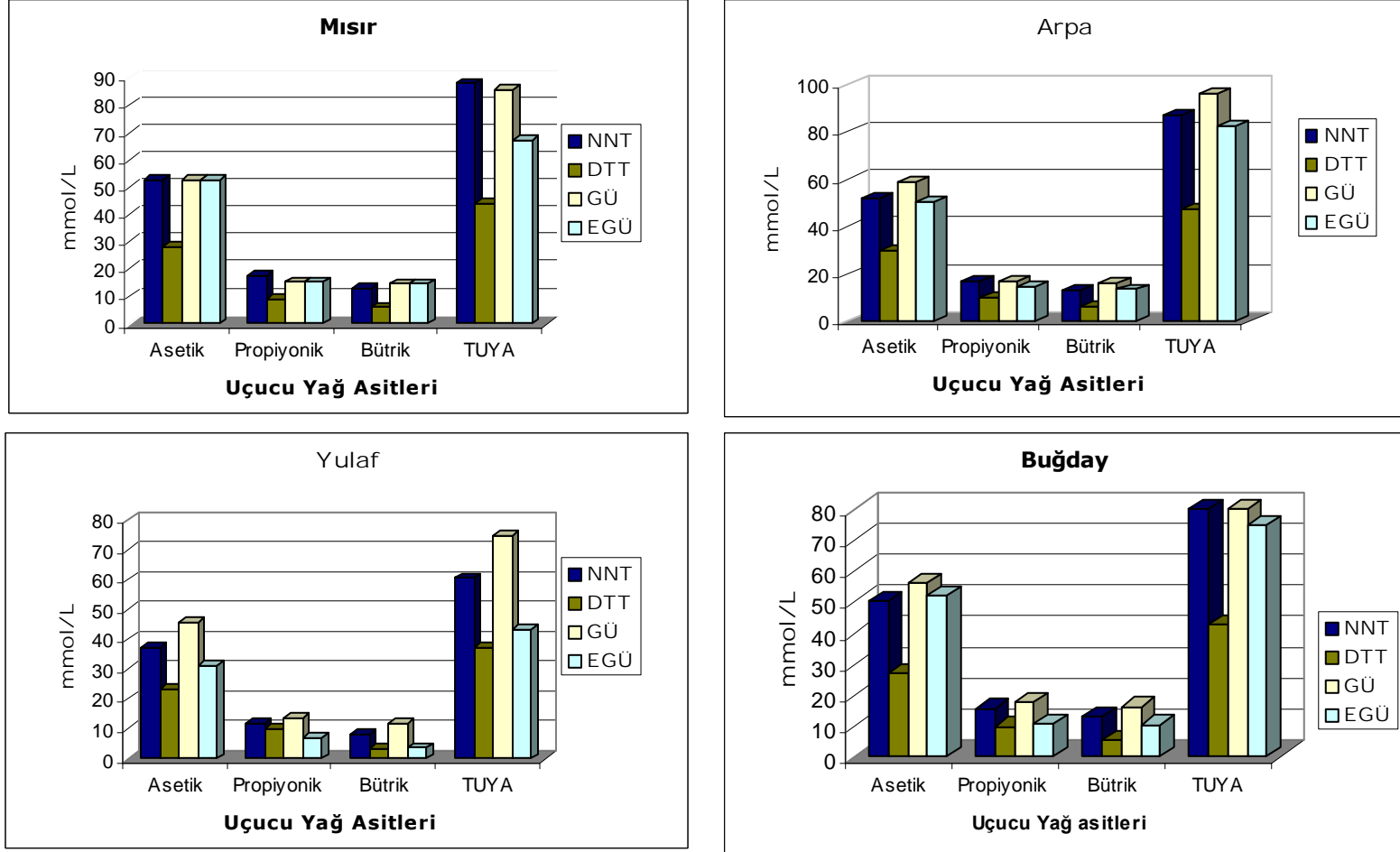
Enerji kaynağı dane yemlerinin farklı in vitro yöntemler sonucunda belirlenen asetik asit, propiyonik asit, bütrik asit, glukojenik olmayan UYA'nın glukojenik propiyonik aside oranı ((A+B)/P) ve toplam uçucu yağ asitlerine yöntemlerin etkisi önemli bulunmuştur (P<0.01). Kör bağırsak içeriği ile mikrobiyal fermantasyondan önce enzimlerle muamelenin olduğu yöntemlerde UYA miktarları daha düşük belirlenmişlerdir (P<0.01). Asetik asit, propiyonik asit, bütrik asit ve TUYA en yüksek ön sindirim

uygulanmamış gaz üretim yönteminde en düşük ise değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde bulunmuştur ($P<0.01$). (A+B)/P oranı ise 5.12 ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde en yüksektir ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde özellikle pankreatin enziminin etkisi ile nişasta bakımından zengin bu yemlerin nişasta değerlerinin azalmasına bağlı olarak propiyonik asit üreten bakterilerin azaldığı ve bu nedenle de propiyonik asidin miktarının daha düşük olduğu düşünülebilir.

UYA'ne kullanılan yemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yemleri UYA üretimi bakımından yüksekten düşüğe doğru sıralayacak olursak en yüksek arpa sonra buğday, mısır ve yulaf gelmektedir ($P<0.01$). (A+B)/P oranı nişasta içeriği daha yüksek olan mısır, buğday ve arpa dane yemlerinde nişasta içeriği daha düşük olan yulaftan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$).

UYA üretiminde yöntem ve yem arasındaki interaksiyonlar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Şekil 3. 8'den de görülebileceği gibi enerji yemlerinde UYA özellikle mikrobiyal fermentasyondan önce enzim uygulaması olan yöntemlerde daha düşük düzeylerde belirlenmişlerdir ($P<0.01$). (A+B)/P oranı da pepsin ve pankreatin enzimleri ile ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde propiyonik asidin azalmasına bağlı olarak diğer yöntemlerden daha yüksektir ($P<0.01$).

Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde arpanın propiyonik, bütrik ve TUYA miktarları (sırasıyla; 16.99, 15.85 ve 96.23 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin devekuşu kör bağırsak ve dışkı içeriği kullanarak uyguladıkları gaz üretim yönteminde belirlenen değerlerden (sırasıyla; 12.89, 11.60 ve 83.78 mmol/L) biraz yüksektir. Bununla birlikte aynı yöntemde asetik asit miktarı (58.75 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değer (56.79 mmol/L) ile uyum içerisindedir. (A+B)/P oranı ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde (4.39) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerden (5.34) daha düşük bulunmuştur.



Şekil 3. 8. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devede kuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları

Araştırmada kullanılan protein kaynağı küspelerin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve UYA değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. *İn vitro* yöntemlerin pH'ya etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). pH değerleri 7.27 ile 6.66 arasında değişmiştir. Protein yemlerinin pH üzerine etkileri önemli belirlenmiştir ($P<0.01$). Yöntem ve yemler arasındaki interaksiyonlar da pH üzerine etkili bulunmuştur ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış gaz üretim yöntemlerinin pH değerleri diğer *in vitro* yöntemlerden daha düşük belirlenmiştir ($P<0.01$).

Protein yemlerinin *in vitro* yöntemler sonucu belirlenen UYA miktarlarına yöntemin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek UYA miktarları ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde belirlenirken, özellikle enzimlerle mikrobiyal fermantasyon öncesi muameleye sahip yöntemlerin UYA miktarları daha düşük bulunmuştur ($P<0.01$). (A+B)/P oranı en yüksek ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde belirlenmiştir ($P<0.01$).

Araştırmada protein yemlerinin UYA'ne etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Soya küspesi en yüksek UYA miktarlarına sahip olup onu sırasıyla kanola küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi takip etmektedir ($P<0.01$). Soya küspesinin özellikle yüksek protein içeriği ile diğer küspelerden daha çok UYA üretiminde kullanılabildiği görülmektedir.

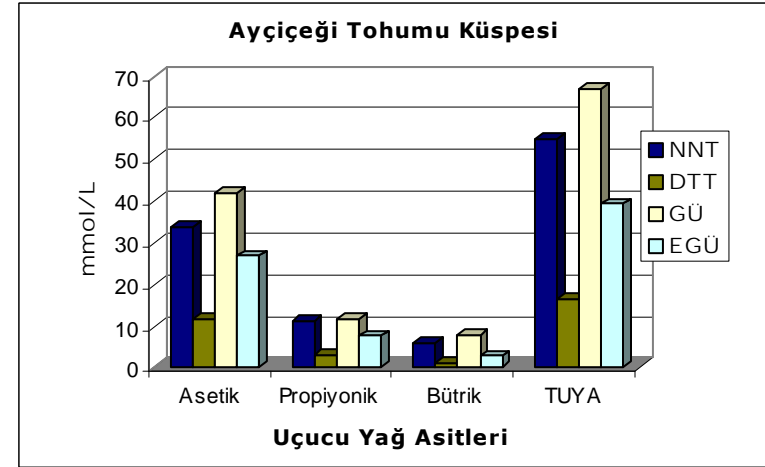
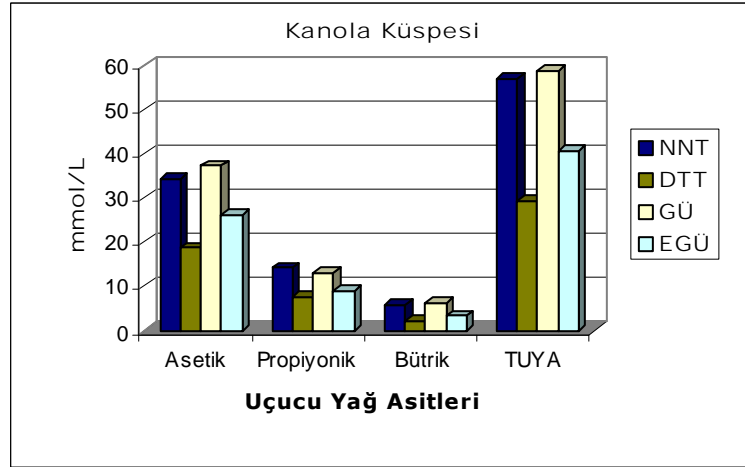
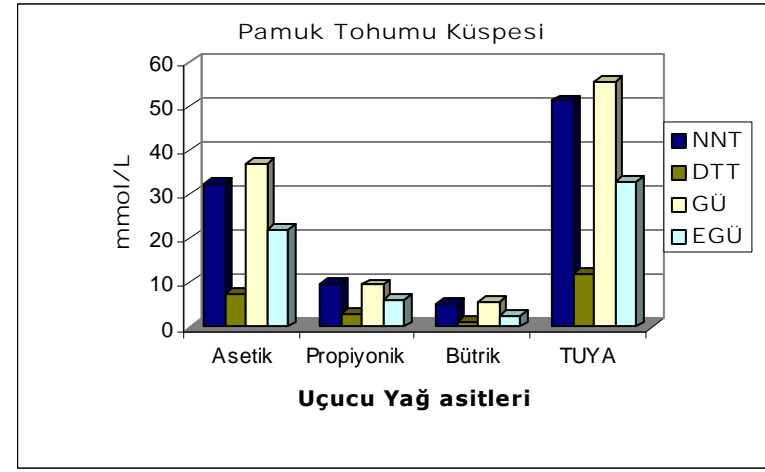
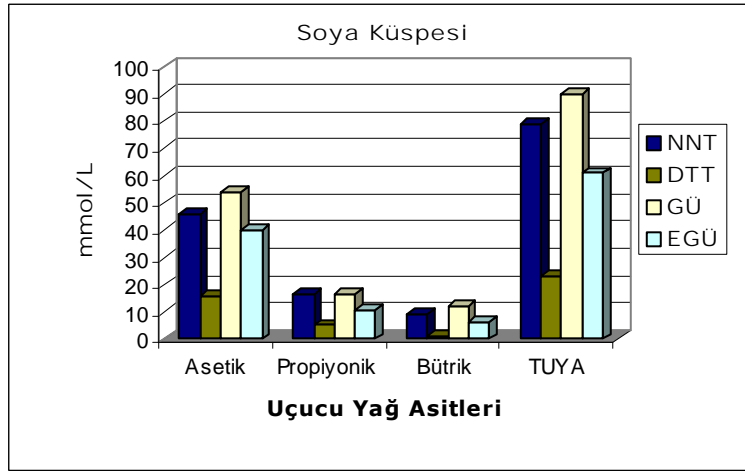
Protein yemlerinin *in vitro* yöntemler sonucu belirlenen UYA miktarlarına yöntem ve yem arasındaki interaksiyonların etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi en yüksek UYA oranlarına sahipken onu normal Tilley ve Terry yöntemi, ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi ve değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi takip etmektedir (Şekil 3.9). Değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminin UYA'nin en düşük belirlenmesinin nedeni protein yemlerin mikrobiyal fermentasyondan önce 48 saat pepsin inkübasyonuna tabi tutulmaları ve buna bağlı olarak protein düzeylerinin oldukça azalması olabilir.

Denemede ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde soya küspesinin asetik, bütirik, TUYA ve (A+B)/P oranı (sırasıyla; 54.06, 12.17, 69.89 mmol/L ve 4.02) Bovera ve ark. (2007)'nin gaz üretim yöntemi ile belirledikleri değerlerden (sırasıyla; 42.45, 6.60, 69.89 mmol/L ve 3.22) daha yüksek bulunmuştur. Propiyonik asit miktarı (16.49 mmol/L) ise Bovera ve ark. (2007) ile (16.03 mmol/L) uyum içerisindedir.

Çizelge 3.10. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları

		pH	Asetik mmol/L	Propiyonik mmol/L	Bütirik mmol/L	(A+B)/P	TUYA mmol/L
Yöntemin etkisi							
	NTT	7.27 ^a	36.64 ^b	12.91 ^a	6.53 ^b	3.39 ^c	60.58 ^b
	DTT	7.18 ^a	13.40 ^d	4.68 ^c	1.35 ^d	3.26 ^d	20.30 ^d
	GÜ	6.66 ^c	42.59 ^a	12.65 ^a	8.01 ^a	4.03 ^a	67.81 ^a
	EGÜ	6.80 ^b	28.80 ^c	8.26 ^b	3.74 ^c	3.93 ^b	43.47 ^c
Yemin etkisi							
	Soya	6.90 ^b	38.94 ^a	12.18 ^a	7.19 ^a	3.76 ^b	63.39 ^a
	PTK	7.05 ^a	24.80 ^c	7.14 ^d	3.73 ^c	3.83 ^b	37.98 ^d
	Kanola	6.90 ^b	29.14 ^b	10.83 ^b	4.32 ^b	3.08 ^c	46.47 ^b
	ATK	7.07 ^a	28.53 ^b	8.35 ^c	4.38 ^b	3.95 ^a	44.34 ^c
Yöntem x Yemin etkisi							
NTT	Soya	7.05 ^{cdef}	46.15 ^b	16.55 ^a	9.08 ^b	3.33 ^f	79.03 ^b
	PTK	7.38 ^{ab}	32.46 ^c	9.96 ^{ef}	5.39 ^c	3.80 ^{de}	51.38 ^f
	Kanola	7.15 ^{bcd}	34.30 ^{fg}	14.09 ^b	5.87 ^c	2.85 ^g	56.99 ^{de}
	ATK	7.52 ^a	33.64 ^g	11.04 ^{cd}	5.78 ^c	3.57 ^{ef}	54.92 ^{ef}
DTT	Soya	7.09 ^{bcde}	15.69 ^k	5.16 ^l	1.37 ^{ef}	3.31 ^f	23.40 ^l
	PTK	7.25 ^{abc}	7.64 ^m	2.91 ^j	1.02 ^f	2.98 ^g	12.14 ^j
	Kanola	7.09 ^{bcde}	18.73 ^j	7.49 ^h	2.00 ^{def}	2.77 ^g	29.28 ^h
	ATK	7.31 ^{abc}	11.55 ^l	3.16 ^j	0.99 ^f	3.99 ^{cd}	16.39 ^j
GÜ	Soya	6.61 ^g	54.06 ^a	16.49 ^a	12.17 ^a	4.02 ^{cd}	90.08 ^a
	PTK	6.71 ^g	36.93 ^{ef}	9.63 ^{ef}	5.88 ^c	4.44 ^a	55.52 ^{ef}
	Kanola	6.64 ^g	37.28 ^{de}	12.95 ^b	6.12 ^c	3.35 ^f	58.90 ^{de}
	ATK	6.68 ^g	42.08 ^c	11.53 ^c	7.88 ^b	4.33 ^{ab}	66.72 ^c
EGÜ	Soya	6.85 ^{efg}	39.87 ^{cd}	10.52 ^{cde}	6.15 ^c	4.37 ^{ab}	61.03 ^d
	PTK	6.87 ^{defg}	22.18 ⁱ	6.04 ⁱ	2.65 ^{de}	4.11 ^{bc}	32.86 ^h
	Kanola	6.74 ^g	26.26 ^h	8.80 ^{fg}	3.29 ^d	3.36 ^f	40.69 ^g
	ATK	6.76 ^{fg}	26.87 ^h	7.67 ^{gh}	2.85 ^d	3.88 ^{cd}	39.32 ^g
	Yöntem	**	**	**	**	**	**
	Yem	**	**	**	**	**	**
	Yöntem*Yem	**	**	**	**	**	**
	SH	0.056	0.542	0.240	0.249	0.052	0.914

NTT: Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, (A+B)/P=(Asetik+Bütirik)/Propiyonik, Toplam UYA: Toplam Uçucu Yağ Asidi, PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: P<0.05 **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil.



Şekil 3.9. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu k r bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları

Çizelge 3.11'de denemede kullanılan kaba yemlerin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları verilmiştir.

Çizelge 3.11. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen pH ve uçucu yağ asidi miktarları

	pH	Asetik mmol/L	Propiyonik mmol/L	Bütrik mmol/L	(A+B)/P	TUYA mmol/L	
Yöntemin etkisi							
NTT	7.18 ^a	39.88 ^b	11.36 ^b	7.35 ^b	4.17 ^b	61.27 ^b	
DTT	7.02 ^b	17.64 ^d	1.69 ^d	1.92 ^d	11.66 ^a	21.83 ^d	
GÜ	6.64 ^c	49.51 ^a	13.96 ^a	8.26 ^a	4.16 ^b	74.88 ^a	
EGÜ	6.64 ^c	34.53 ^c	8.60 ^c	3.54 ^c	4.43 ^b	48.39 ^c	
Yemin etkisi							
Fiğ	6.92 ^a	37.33 ^b	9.35 ^b	5.04 ^b	5.92 ^{ab}	54.11 ^b	
Korunga	6.87 ^b	36.75 ^b	8.61 ^c	5.28 ^b	6.23 ^{ab}	52.27 ^b	
Yonca	6.80 ^c	39.62 ^a	10.16 ^a	5.78 ^a	6.50 ^a	58.17 ^a	
Mısır Silajı	6.89 ^{ab}	27.86 ^c	7.50 ^d	4.97 ^b	5.76 ^b	41.82 ^c	
Yöntem x Yemin etkisi							
NTT	Fiğ	7.28 ^a	45.24 ^c	12.18 ^c	8.00 ^{bc}	4.37 ^c	69.07 ^{cd}
	Korunga	7.14 ^{ab}	37.69 ^{ef}	9.70 ^d	6.89 ^d	4.59 ^c	56.26 ^e
	Yonca	7.15 ^{ab}	42.56 ^{cd}	12.09 ^c	7.43 ^{cd}	4.13 ^c	65.23 ^d
	Mısır Silajı	7.15 ^{ab}	34.04 ^f	11.49 ^c	7.09 ^{cd}	3.58 ^c	54.52 ^e
DTT	Fiğ	6.99 ^{cd}	18.80 ^h	1.84 ^f	1.69 ^{gh}	11.12 ^b	23.05 ^g
	Korunga	7.19 ^{ab}	18.01 ^h	1.77 ^f	2.06 ^{gh}	11.37 ^{ab}	22.39 ^g
	Yonca	6.86 ^{de}	17.87 ^h	1.54 ^f	2.47 ^{fg}	13.37 ^a	22.37 ^g
	Mısır Silajı	7.05 ^{bc}	15.87 ^h	1.62 ^f	1.45 ^h	10.76 ^b	19.52 ^g
GÜ	Fiğ	6.74 ^{ef}	50.07 ^b	14.14 ^b	7.23 ^{cd}	4.04 ^c	74.84 ^{bc}
	Korunga	6.54 ^h	55.21 ^a	13.88 ^b	8.73 ^{ab}	4.61 ^c	80.41 ^b
	Yonca	6.58 ^{gh}	58.81 ^a	17.85 ^a	9.61 ^a	3.83 ^c	90.80 ^a
	Mısır Silajı	6.72 ^{efg}	33.95 ^f	9.98 ^d	7.46 ^{cd}	4.15 ^c	53.47 ^e
EGÜ	Fiğ	6.67 ^{fgh}	35.23 ^{ef}	9.23 ^d	3.26 ^{ef}	4.16 ^c	49.48 ^e
	Korunga	6.60 ^{fgh}	36.10 ^{ef}	9.11 ^d	3.42 ^{ef}	4.34 ^c	50.01 ^e
	Yonca	6.62 ^{fgh}	39.24 ^{de}	9.15 ^d	3.62 ^e	4.68 ^c	54.29 ^e
	Mısır Silajı	6.66 ^{fgh}	27.57 ^g	6.91 ^e	3.87 ^e	4.55 ^c	39.77 ^f
Yöntem	**	**	**	**	**	**	
Yem	**	**	**	**	*	**	
Yöntem*Yem	**	**	**	**	*	**	
SH	0,027	0.915	0.221	0.188	0.403	1.298	

NTT: Normal olarak uyarlanmış Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, (A+B)/P=(Asetik+Bütrik)/Propiyonik, TUYA: Toplam Uçucu Yağ Asidi, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir, *:P<0.05, **:P<0.01, ÖD: Önemli Değil.

pH üzerine yöntemin etkisi önemli bulunmuş ve pH değerleri 7.18 ile 6.64 arasında değişmiştir (P<0.01). Yemlerin pH üzerine etkisi de önemli bulunmuş ve en düşük pH yoncada belirlenmiştir (P<0.01). Yöntem ve yem

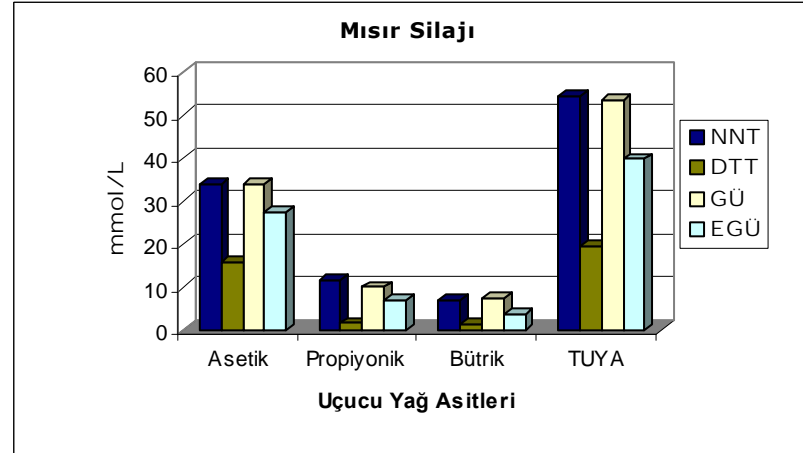
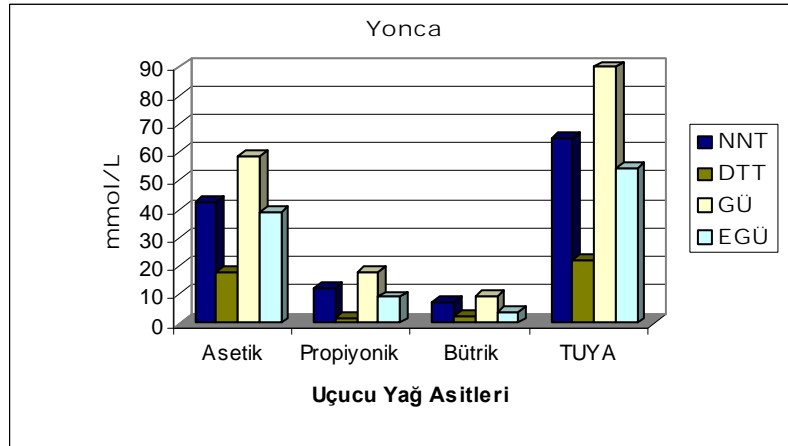
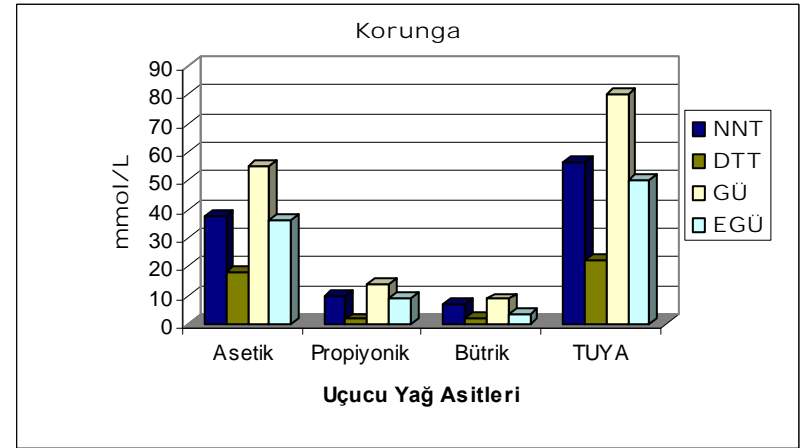
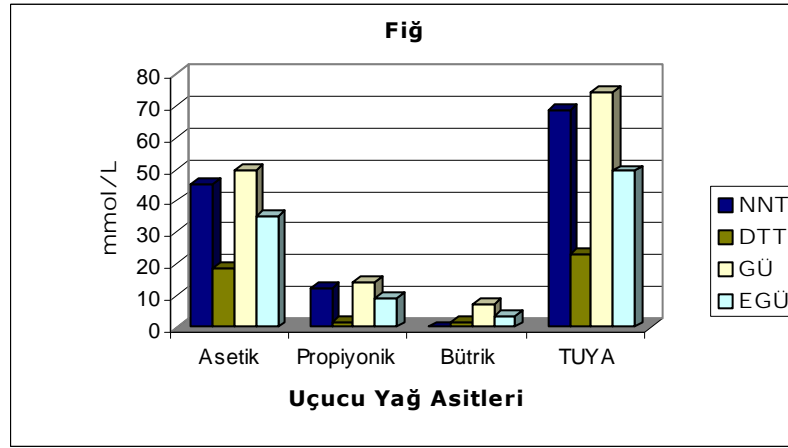
arasındaki interaksiyonlar önemli bulunmuş ve ön sindirim uygulanmamış ve uygulanmış gaz üretim yöntemlerinde pH değerlerinin daha düşük olduğu saptanmıştır ($P<0.01$).

Kaba yemlerin in vitro yöntemler sonucu belirlenen UYA değerleri üzerine yöntemlerin etkisi önemli olmuştur ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminin en yüksek, değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminin en düşük UYA üretimine sahip oldukları bulunmuştur ($P<0.01$). (A+B)/P oranı en yüksek değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenmiştir ($P<0.01$).

Kaba yemlerde, yemlerin UYA miktarlarına etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek UYA miktarı yoncada belirlenirken onu fiğ, korunga ve mısır silajı izlemektedir ($P<0.01$).

Yöntem ve yem interaksiyonu UYA konsantrasyonları üzerine etkili olmuştur ($P<0.01$). Enerji ve protein yemlerinde olduğu gibi kaba yemlerde de mikrobiyal fermantasyon öncesi enzimler ile muamele gören yöntemler daha düşük UYA miktarlarına sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0.01$). Enzimler ile muamele edilen yemlerin protein ve kolay çözünebilir karbonhidrat miktarları azaldığı için mikroorganizmaların UYA üretimlerinin azaldığı düşünülmektedir. (A+B)/P oranı ise propiyonik asidin miktarının düşmesine bağlı olarak en yüksek değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer yöntemlerde benzer bulunmuştur. Şekil 3.10'da kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin farklı in vitro yöntemler sonucunda belirlenen UYA miktarları görülmektedir.

Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde yoncanın asetik, propiyonik, bütrik ve TUYA miktarları (sırasıyla; 58.81, 17.85, 9.61 ve 90.80 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerlerden (sırasıyla; 46.34, 11.84, 3.86 ve 64.55 mmol/L) daha yüksek bulunmuştur. Yoncanın (A+B)/P oranı ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde (3.83) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerden (4.40) daha düşüktür. Araştırmada kullanılan yoncanın daha yüksek besin



Şekil 3.10. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak içeriği ile inkübasyonları sonrasında (48 saat) belirlenen uçucu yağ asidi miktarları

madde içeriğine sahip yeşil materyal olması nedeniyle UYA miktarları daha yüksek olmuş olabilir.

Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde mısır silajının asetik, propiyonik ve TUYA miktarları (sırasıyla; 33.95, 9.98 ve 53.47 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerler (sırasıyla; 30.95, 9.10 ve 50.36mmol/L) ile uyum içerisindedir. Mısır silajının aynı yöntem ile bütrik asit miktarı ve (A+B)/P oranı (sırasıyla; 7.46 mmol/L ve 4.15) ise Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerden (sırasıyla, 9.75 mmol/L ve 5.41) daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 3. 12'de enerji kaynağı yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri (UYA ve amonyak) verilmiştir. Protein parçalanma ürünlerine yöntemin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Normal Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi diğer yöntemlerden daha yüksek izobütürik, izovalerik, valerik ve amonyak miktarlarına sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0.01$). Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde kör bağırsak sıvısı ile inkübasyondan önce pepsin ile yemlerin muamele edilmeleri bu yöntemlerde protein parçalanma ürünlerinin azalmasına neden olmuştur. Değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde pepsin ile inkübasyon 48 saat yapıldığı için protein parçalanma ürünleri en düşük bu yöntemde bulunmuştur ($P<0.01$). Dallanmış zincir oranı (DZO) da aynı şekilde pepsin enzimi ile inkübasyona sahip yöntemlerde daha düşük belirlenmiştir ($P<0.01$).

Protein parçalanma ürünlerine yemlerin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Ham protein değerleri daha yüksek olan arpa, buğday ve yulafın protein parçalanma değerleri daha yüksektir ($P<0.01$). Yöntem ve yem arasındaki interaksiyonlar önemlidir ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi ile in vitro sindirilebilirlikleri belirlenen enerji yemlerinin protein parçalanma ürünleri diğer yöntemlerden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Pepsin enzimi ile inkübasyona sahip yöntemlerin protein parçalanma ürünleri önemli bir şekilde düşüktür ($P<0.01$). Ön sindirim

uygulanmamış gaz üretim yönteminde arpanın dallanmış zincir oranı (0.031) ve amonyak miktarı (21.66 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerlerden (sırasıyla; 0.025 ve 15.85 mmol/L) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3.12. Enerji kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri

	İzobütrik mmol/l	İzovalerik mmol/l	Valerik mmol/l	DZO	Amonyak mmol/l	
Yöntemin etkisi						
NTT	1.00 ^a	1.90 ^a	1.27 ^a	0.036 ^a	17.71 ^b	
DTT	0.26 ^c	0.48 ^d	0.26 ^c	0.017 ^d	0.59 ^d	
GÜ	1.01 ^a	1.78 ^b	1.30 ^a	0.032 ^b	19.54 ^a	
EGÜ	0.60 ^b	0.91 ^c	0.76 ^b	0.022 ^c	9.19 ^c	
Yemin etkisi						
Mısır	0.71 ^b	1.24 ^b	0.78 ^c	0.026 ^c	9.08 ^c	
Arpa	0.87 ^a	1.57 ^a	1.25 ^a	0.029 ^a	12.68 ^{ab}	
Yulaf	0.59 ^c	1.01 ^c	0.63 ^d	0.028 ^b	12.80 ^a	
Buğday	0.70 ^b	1.25 ^b	0.93 ^b	0.025 ^c	12.47 ^b	
Yöntem x Yemin etkisi						
NTT	Mısır	1.16 ^a	2.21 ^a	1.31 ^b	0.038 ^a	12.97 ^f
	Arpa	1.15 ^a	2.19 ^a	1.70 ^a	0.038 ^a	19.42 ^c
	Yulaf	0.74 ^d	1.37 ^e	0.80 ^d	0.035 ^b	18.27 ^d
	Buğday	0.96 ^b	1.84 ^c	1.28 ^b	0.034 ^b	20.17 ^{bc}
DTT	Mısır	0.27 ^f	0.49 ^{gh}	0.28 ^g	0.017 ^g	0.29 ^j
	Arpa	0.29 ^f	0.51 ^{gh}	0.32 ^{fg}	0.017 ^g	0.81 ^j
	Yulaf	0.22 ^f	0.43 ^h	0.21 ^g	0.017 ^g	0.51 ^j
	Buğday	0.25 ^f	0.48 ^{gh}	0.22 ^g	0.017 ^g	0.75 ^j
GÜ	Mısır	0.87 ^c	1.49 ^{de}	0.93 ^c	0.027 ^d	14.91 ^e
	Arpa	1.10 ^a	1.93 ^{bc}	1.61 ^a	0.031 ^c	21.66 ^a
	Yulaf	0.93 ^{bc}	1.65 ^d	1.04 ^c	0.034 ^b	20.33 ^b
	Buğday	1.12 ^a	2.06 ^{ab}	1.60 ^a	0.034 ^b	21.25 ^a
EGÜ	Mısır	0.53 ^e	0.77 ^f	0.59 ^e	0.019 ^f	8.14 ^{hi}
	Arpa	0.94 ^{bc}	1.65 ^d	1.38 ^b	0.031 ^c	8.83 ^h
	Yulaf	0.45 ^e	0.59 ^{gh}	0.45 ^f	0.024 ^e	12.08 ^g
	Buğday	0.46 ^e	0.63 ^{fg}	0.64 ^e	0.015 ^h	7.71 ⁱ
Yöntem						
Yem	**	**	**	**	**	
Yöntem*Yem	**	**	**	**	**	
SH	0.016	0.032	0.024	0.0003	0.158	

NTT: Normal Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi, EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, DZO: Dallanmış Zincir Oranı: (İzobütrik+ İzovalerik)/TUYA a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: P<0.05, **: P<0.01, ÖD: Önemli Değil.

Çizelge 3. 13'te protein kaynağı yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri verilmektedir. Protein parçalanma ürünlerine yöntemin etkisi önemli

bulunmuştur ($P<0.01$). Enerji yemlerinde olduğu gibi protein yemlerinde de pepsin enzimi ile ön sindirime sahip yöntemlerin protein parçalanma ürünleri daha düşüktür ($P<0.01$).

Çizelge 3. 13. Protein kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri

	İzobütrik mmol/l	İzovalerik mmol/l	Valerik mmol/l	DZO	Amonyak mmol/l	
Yöntemin etkisi						
NTT	1.05 ^a	2.02 ^a	1.44 ^b	0.050 ^a	25.40 ^b	
DTT	0.21 ^c	0.37 ^c	0.30 ^d	0.030 ^c	5.53 ^d	
GÜ	1.03 ^a	2.01 ^a	1.51 ^a	0.043 ^b	31.03 ^a	
EGÜ	0.65 ^b	1.19 ^b	0.85 ^c	0.041 ^b	19.82 ^c	
Yemin etkisi						
Soya	1.05 ^a	2.31 ^a	1.71 ^a	0.049 ^a	32.44 ^a	
PTK	0.59 ^c	0.99 ^c	0.73 ^c	0.041 ^b	17.89 ^b	
Kanola	0.52 ^c	0.93 ^c	0.71 ^c	0.030 ^c	16.52 ^c	
ATK	0.77 ^b	1.36 ^b	0.95 ^b	0.043 ^b	14.93 ^d	
Yöntem x Yemin etkisi						
NTT	Soya	1.54 ^a	3.33 ^a	2.39 ^b	0.062 ^a	46.02 ^b
	PTK	0.88 ^{ef}	1.54 ^d	1.16 ^e	0.047 ^{de}	21.06 ^f
	Kanola	0.68 ^{gh}	1.21 ^{ef}	0.85 ^f	0.033 ^{gh}	17.46 ^h
	ATK	1.09 ^{cd}	2.00 ^c	1.37 ^d	0.056 ^{ab}	17.05 ^h
DTT	Soya	0.26 ⁱ	0.51 ⁱ	0.41 ^h	0.033 ^{gh}	7.98 ^j
	PTK	0.17 ⁱ	0.25 ^j	0.16 ⁱ	0.035 ^{gh}	6.28 ^k
	Kanola	0.22 ⁱ	0.42 ^{ij}	0.41 ^h	0.022 ^j	4.34 ^l
	ATK	0.17 ⁱ	0.30 ^j	0.22 ⁱ	0.029 ^h	3.55 ^l
GÜ	Soya	1.42 ^{ab}	3.36 ^a	2.59 ^a	0.053 ^{bcd}	46.70 ^a
	PTK	0.77 ^{fg}	1.30 ^e	1.01 ^e	0.037 ^{fg}	24.98 ^d
	Kanola	0.65 ^{gh}	1.09 ^{fg}	0.80 ^f	0.029 ^h	27.48 ^c
	ATK	1.28 ^{bc}	2.30 ^c	1.66 ^c	0.054 ^{bc}	23.93 ^e
EGÜ	Soya	1.00 ^{de}	2.03 ^c	1.46 ^d	0.050 ^{cd}	28.05 ^c
	PTK	0.52 ^h	0.88 ^h	0.59 ^g	0.043 ^{ef}	19.23 ^g
	Kanola	0.55 ^h	1.00 ^{gh}	0.79 ^f	0.038 ^{fg}	16.79 ^h
	ATK	0.52 ^h	0.85 ^h	0.55 ^{gh}	0.035 ^{gh}	15.19 ⁱ
Yöntem	**	**	**	**	**	
Yem	**	**	**	**	**	
Yöntem*Yem	**	**	**	**	**	
SH	0,039	0.038	0.030	0.0012	0.188	

NTT: Normal Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, PTK: Pamuk Tohumu Küspesi, ATK: Ayçiçeği Tohumu Küspesi, Zincir Oranı: (İzobütrik+ İzovalerik)/TUYA a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, * : $P<0.05$, **: $P<0.01$, ÖD: Önemli Değil, DZO: Dallanmış

Protein yemlerinin protein parçalanma ürünleri üzerine etkisi önemli olmuştur ($P<0.01$). Soya küspesinin en yüksek protein parçalanma ürünü uçucu yağ asitlerine, amonyak miktarına ve dallanmış zincir oranına sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim

yönteminde dallanmış zincir oranı (0.053) Bovera ve ark. (2007)'nin devekuşu kör bağırsak içeriği ve dışkısını inokulant olarak kullandıkları gaz üretimindeki değerden (0.062) daha düşük bulunurken aynı oran değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemindeki (0.062) ile benzer bulunmuştur. Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde soya küspesinin amonyak miktarı (46.70 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerden (38.53 mmol/L) daha yüksek bulunmuştur.

Protein yemlerinin in vitro sindirilebilirlik yöntemleri sonucu belirlenen protein parçalanma ürünleri üzerine yöntem ve yemin interaksiyonları önemlidir ($P<0.01$). Protein yemlerinin pepsin inkübasyonuna sahip yöntemler ile belirlenen protein parçalanma ürünleri önemli bir şekilde daha düşük bulunurken, soya küspesi her yöntemde en yüksek değerlere sahip yem olmuştur ($P<0.01$). DZO da aynı şekilde soya küspesinde en yüksek belirlenirken, pepsin inkübasyonuna sahip yöntemlerde azalan protein içeriğine bağlı olarak daha düşük oranlar bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 3. 14'te kaba yem kaynağı yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri verilmektedir. Kaba yemlerde de yöntemler protein parçalanma ürünleri üzerine etkili olmuştur ($P<0.01$). Enerji ve protein yemlerinde olduğu gibi pepsin ile ön sindirime sahip olmayan yöntemler daha yüksek protein parçalanma ürünü ile sonuçlanmışlardır, en yüksek değer ise ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemindedir ($P<0.01$). DZO en yüksek normal Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde en düşük ise değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde bulunmuştur ($P<0.01$).

Yemlerin etkisi de önemli bulunmuş ve protein parçalanma ürünleri bakımından en yüksek değerlere yoncanın sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$). Yoncayı korunga, fiğ ve mısır silajı takip etmektedir. DZO ise yonca ve fiğde en yüksektir ($P<0.01$). Yöntem ve yem interaksiyonu önemli bulunmuş, ön sindirime sahip olmayan yöntemlerle yemlerin protein parçalanma ürünleri diğer yöntemlerden daha yüksek belirlenmiştir

($P < 0.01$). Pepsin enzimi ile ön sindirime bağlı olarak protein parçalanma ürünlerinin miktarları azalmıştır.

Çizelge 3.14. Kaba yem kaynağı yem hammaddelerinin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri

	İzobütrik mmol/l	İzovalerik mmol/l	Valerik mmol/l	DZO	Amonyak mmol/l	
Yöntemin etkisi						
NTT	0.68 ^b	1.22 ^b	0.77 ^b	0.030 ^a	17.37 ^b	
DTT	0.14 ^d	0.33 ^d	0.12 ^d	0.022 ^b	3.45 ^d	
GU	0.82 ^a	1.38 ^a	0.96 ^a	0.029 ^a	18.64 ^a	
EGU	0.52 ^c	0.67 ^c	0.52 ^c	0.025 ^b	12.93 ^c	
Yemin etkisi						
Fiğ	0.63 ^a	1.09 ^a	0.66 ^b	0.030 ^a	13.64 ^c	
Korunga	0.45 ^b	0.65 ^b	0.52 ^c	0.021 ^c	14.91 ^b	
Yonca	0.67 ^a	1.19 ^a	0.76 ^a	0.029 ^{ab}	17.15 ^a	
Mısır Silajı	0.41 ^c	0.67 ^b	0.42 ^d	0.026 ^b	6.69 ^d	
Yöntem x Yemin etkisi						
NTT	Fiğ	0.91 ^b	1.69 ^{ab}	1.05 ^b	0.038 ^a	17.52 ^e
	Korunga	0.51 ^{fg}	0.84 ^{cd}	0.63 ^d	0.024 ^{bcd}	19.81 ^c
	Yonca	0.80 ^c	1.47 ^b	0.88 ^{bc}	0.035 ^{ab}	23.57 ^a
	Mısır Silajı	0.50 ^{fg}	0.88 ^{cd}	0.53 ^{de}	0.025 ^{bcd}	8.61 ⁱ
DTT	Fiğ	0.16 ^h	0.43 ^{ef}	0.12 ^f	0.026 ^{bcd}	4.54 ^k
	Korunga	0.11 ^h	0.31 ^f	0.13 ^f	0.019 ^d	4.24 ^k
	Yonca	0.11 ^h	0.28 ^f	0.10 ^f	0.017 ^d	4.72 ^k
	Mısır Silajı	0.16 ^h	0.31 ^f	0.12 ^f	0.024 ^{bcd}	0.30 ^j
GÜ	Fiğ	0.92 ^b	1.51 ^b	0.97 ^{bc}	0.032 ^{abc}	18.44 ^d
	Korunga	0.68 ^d	1.08 ^c	0.84 ^c	0.022 ^{cd}	21.16 ^b
	Yonca	1.12 ^a	2.01 ^a	1.41 ^a	0.034 ^{ab}	24.35 ^a
	Mısır Silajı	0.55 ^{ef}	0.93 ^{cd}	0.60 ^d	0.028 ^{abcd}	10.59 ^h
EGÜ	Fiğ	0.51 ^{fg}	0.73 ^{cde}	0.52 ^{de}	0.025 ^{bcd}	14.05 ^g
	Korunga	0.51 ^{fg}	0.38 ^{ef}	0.50 ^{de}	0.018 ^d	14.43 ^g
	Yonca	0.64 ^{de}	0.99 ^c	1.05 ^b	0.030 ^{abc}	15.97 ^f
	Mısır Silajı	0.43 ^g	0.57 ^{def}	0.63 ^d	0.025 ^{bcd}	7.26 ^j
Yöntem						
**						
Yem						
**						
Yöntem*Yem						
**						
SH						
0,021						
0.069						
0.032						
0.0020						
0.162						

NTT: Normal Tilley ve Terry yöntemi, DTT: Değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, GÜ: Ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi EGÜ: Ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi, DZO: Dallanmış Zincir Oranı :(İzobütrik+ İzovalerik)/Toplam UYA a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ÖD: Önemli Değil,

Araştırmada ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde yonca ve mısır silajının DZO (sırasıyla; 0.034 ve 0.028) Bovera ve ark. (2007)'nin devekuşu kör bağırsak içeriği ve dışısını inokulant olarak kullandıkları gaz üretim yönteminde belirlenenden (yonca 0.026, mısır silajı 0.017) daha yüksek bulunmuştur. Yoncanın amonyak miktarı da aynı şekilde ön sindirim

uygulanmamış gaz üretim yönteminde (24.35 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerden (yonca 16.40 mmol/L) daha yüksektir. Burada amonyak miktarının daha yüksek olmasının nedeni araştırmada kullanılan yoncanın ham protein içeriği daha yüksek yeşil ot olmasından kaynaklanabilir. Mısır silajının amonyak değeri ise (ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde 10.59 mmol/L) Bovera ve ark. (2007)'nin belirledikleri değerle (11.42 mmol/L) benzerdir.

SONUÇ

Devekuşu kör bağırsak içeriği kullanılarak farklı in vitro yöntemler (normal Tilley ve Terry yöntemi, değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi, ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi) ile bazı yem hammaddelerinin (enerji yemleri, protein yemleri ve kaba yemler) sindirilebilirliklerini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmada yöntemler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Gaz üretim yönteminden önce yemler pepsin ve pankreatin enzimleri ile bir ön sindirime tabi tutulmuşlardır. Enzimler ile bu ön sindirim sonucu yemlerin protein ve kolay çözünebilir karbonhidrat içerikleri azalmış, hücre duvarı polisakkaritleri oransal olarak artmıştır. Yemler ön sindirim uygulanmış ve uygulanmamış olmak üzere iki farklı şekilde gaz üretimleri yapılmış ve yöntemler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Ön sindirim uygulanmamış yöntemdeki gaz değerleri uygulanmış olan yöntemden daha yüksektir ($P<0.01$). Gaz üretim yönteminde sadece ön sindirim uygulanmış protein yemlerinden soya küspesi ve pamuk tohumu küspesinin potansiyel gaz üretimi ön sindirim uygulanmamış yöntemdeki ile benzer bulunmuştur. Gaz üretim yöntemlerinde yemler arasındaki farklılıklar da önemlidir ve en yüksek gaz üretim değerleri enerji yemlerinde mısır, protein yemlerinde soya küspesi ve kaba yemlerde de yoncada bulunmuştur ($P<0.01$).

Araştırmada kullanılan yemlerin farklı in vitro yöntemler ile belirlenen KMS, GOMS ve NDFS arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Enerji yemlerinde ve kaba yemlerde KMS ve GOMS en yüksek değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde ve en düşük ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde bulunurken protein yemlerinde KMS en yüksek ön sindirim uygulanmış gaz üretim yönteminde saptanmıştır ($P<0.01$). Enerji, protein ve kaba yemlerin NDFS'nde en yüksek değer değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenirken enerji yemlerinde en düşük ön sindirim

uygulanmamış gaz üretim yönteminde, protein ve kaba yemlerde ise normal Tilley ve Terry yönteminde (P<0.01).

Yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen UYA miktarları (asetik, propiyonik, bütrik ve TUYA) arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). En yüksek UYA miktarları ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yönteminde belirlenirken onu normal Tilley ve Terry, ön sindirim uygulanmış gaz üretim ve değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemleri izlemektedir (P<0.01). Yöntemlerde yemlerin enzimler ile ön sindirimi, UYA üretimini azaltmıştır (P<0.01).

Yemlerin devekuşu kör bağırsak sıvısı ile inkübasyonu sonucunda belirlenen protein parçalanma ürünleri (izobütrik asit, izovalerik asit, valerik asit ve amonyak) arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). Enerji, protein ve kaba yemlerde en yüksek protein parçalanma ürünleri normal Tilley ve Terry ve ön sindirim uygulanmamış gaz üretim yöntemlerinde belirlenirken en düşük değiştirilmiş Tilley ve Terry yönteminde belirlenmiştir (P<0.01).

Sonuç olarak devekuşlarında mikrobiyal fermentasyondan önce yemleri enzimler ile bir ön sindirime tabi tutan yöntemlerin (değiştirilmiş Tilley ve Terry yöntemi ve ön sindirim uygulanmış gaz üretim yöntemi) sindirilebilirlik değerleri daha yüksek bulunmuştur (P<0.01).

Bu araştırmayla devekuşlarında mikrobiyal fermentasyondan önce yemleri enzimler ile bir ön sindirime tabi tutan in vitro yöntemlerin sindirilebilirlik değerleri daha yüksek bulunmuştur. Devekuşlarının sindirim sistemlerinin anatomi ve fizyolojilerine de uygun olması bakımından, yemlerin in vitro sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde öncelikle pepsin ve pankreatin gibi enzimler ile ön sindirimlerinin yapılmasının ve sonra mikrobiyal fermentasyona uğratılmalarının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Devekuşlarının beslenmesinde kullanılan yemlerin in vitro sindirilebilirliklerinin daha doğru bir şekilde belirlenebilmesi için bu konuda

daha fazla araştırma yapılmasına gereksinim duyulmaktadır. Böylelikle elde edilen verilerden ileriki çalışmalarda devekuşlarının beslenmesinde kullanılan yemlerden ne düzeyde faydalanabildikleri standart bir Şekilde ortaya konulabilir ve hayvanların besin madde gereksinimleri doğru bir Şekilde belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- ABDOULI, H. and S. BEN ATTIA. 2007. Evaluation of a Two-stage In Vitro Technique for Estimating Digestibility of Equine Feeds Using Horse Faeces as the Source of Microbial Inoculum. *Anim. Feed Sci. Technol.* 132: 155–162.
- AK, İ. 2004. Yemler ve Besleme. "Alınmıştır. Devekuşu Üretimi, Ed. İ. AK" F. Özsan Matbacılık San. ve Tic. Ltd. Şti. Bursa, 173 s.
- ANGEL, C.R. 1993. Age Changes in the Digestibility of Nutrients in Ostriches and Nutrient Profiles of the Hen and Chick. *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians*, p. 275-281.
- ANGEL, C.R. 1995. Effect of Age on Nutrient Digestibility in Ostriches. *Proceedings of the First Meeting of the Nutrition Advisory Group*. NAG, Montreal, Canada, p. 20.
- ANGEL, C.R. 1996. Digestibility of Feed in Ostriches, Emus, and African Grey Parrots. *Symposia of the Comparative Nutrition Society* No: 1, 4-5.
- A.O.A.C. 1990. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*, 15th (Ed.), Vol. 1. AOAC, Washington, DC, p. 69-79.
- AUFRÈRE, J. and B., MICHALET-DOREAU. 1988. Comparison of Methods for Predicting Digestibility of Feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20: 203–218.
- AYDIN, C. 2004. Devekuşu Fizyolojisi. "Alınmıştır. Devekuşu Üretimi, Ed. İ. AK" F. Özsan Matbacılık San. ve Tic. Ltd. Şti. Bursa, 173 s.
- BABINSZKY, L., J.M. VAN DER MEER, H. BOER and L.A. DEN HARTOG. 1990. An In-Vitro Method for Prediction of the Digestible Crude Protein Content in Pig Feeds. *J. Sci. Food Agric.* 50: 173–178.
- BALTMANIS, B.A., A. BLUE-MCLENDON and C.R. ANGELI. 1997. The Effect of Diet on the Ostrich Gastrointestinal Tract Size. *American Ostrich (Research Issue)* April, 17-19.
- BAUER, E., B.A WILLIAMS, C. VOIGT, R. MOSENTHIN and W.A. VERSTEGEN. 2003. Impact of Mammalian Enzyme Pretreatment on the Fermentability of Carbohydrate-Rich Feedstuffs. *J. Sci. Food Agric.* 83: 207–214.
- BEUVINK, J. and S. SPOELSTRA. 1992. Interactions Between Substrate, Fermentation End-Products, Buffering Systems and Gas Production upon Fermentation of Different Carbohydrates by Mixed Rumen Microorganisms in vitro. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 37: 505–509.

BEZUIDENHOUT, A.J. and G. VAN ASWEGEN. 1990. A Light Microscopic and Immunocytochemical Study of the Gastrointestinal Tract of the Ostrich (*Struthio camelus* L.). *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 57: 37–48.

BEZUIDENHOUT, A.J. 1993. The Spiral Fold of the Caecum in the Ostrich (*Struthio camelus*). *Journal of Anatomy*, 183: 587–592.

BIAGI, G., A. PIVA, M. MOSCHINI, E. VEZZALI, and F. X. ROTH. 2006. Effect of Gluconic Acid on Piglet Growth Performance, Intestinal Microflora, and Intestinal Wall Morphology. *J. Anim. Sci.* 84: 370–378.

BINDELLE, J., A. BULDGEN, C. BOUDRY and P. LETERME. 2007. Effect of Inoculum and Pepsin–Pancreatin Hydrolysis on Fibre Fermentation Measured by the Gas Production Technique in Pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 32: 111–122.

BLUMMEL, M. and E.R. ØRSKOV. 1993. Comparison of In Vitro Gas Production and Nylon Bag Degradability of Roughages in Predicting Feed Intake in Cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 40: 109–119.

BOISEN, S. and J.A. FERNANDEZ. 1997. Prediction of the Total Tract Digestibility of Energy in Feedstuffs and Pig Diets by In Vitro Analyses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68: 277–286.

BOVERA, F., F. MORRA, C. DI MEO and A. NIZZA. 2006. Use of In Vitro Gas Production Technique to Study Feed Digestibility in Domesticated Ostriches (*Struthio camelus* var. *domesticus*). *World's Poultry Science*, 62 (Supplement) :310-312 .

BOVERA, F., S. D'URSO, S. CALABRÓ, R. TUDISCO, C. DI MEO and A. NIZZA. 2007. Use of Faeces as an Alternative Inoculum to Caecal Content to Study In Vitro Feed Digestibility in Domesticated Ostriches (*Struthio camelus* var. *domesticus*). *British Poultry Science*, 48 (3): 354–362.

BRODERICK, G.A. and J.H. KANG. 1980. Automated Simultaneous Determination of Ammonia and Total Amino Acids in Ruminal Fluid and In Vitro Media. *J. Dairy Sci.* 63: 64-75.

BUGAUT, M. and M. BENTEJAC. 1993. Biological Effects of Short-Chain Fatty Acids in Nonruminant Mammals. *Annu. Rev. Nutr.* 13: 217-241.

CALHOUN, M.L. 1954. *Microscopic Anatomy of Digestive System of the Chicken*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, p.20.

CHEN, X.B. 1994. *Neway Excel. An Excel Application Programme for Processing Feed Degradability Data. User Manual*. International Feed Research Institute. Scotland (Unpublished).

CHO, P., R. BROWN and M. ANDERSON. 1984. Comparative Gross Anatomy of Ratites. *Zoo Biology*, 3: 133-144.

CILLIERS, S.C., J.P. HAYES, A. CHWALIBOG, J.J. DU PREEZ and J. SALES. 1997. A Comparative Study Between Mature Ostriches (*Struthio camelus*) and Adult Cockerels with Respect to True and Apparent Metabolisable Energy Values for Maize, Barley, Oats and Triticale. *British Poultry Science*, 38(1): 96 – 100.

CILLIERS, S.C., J.P. HAYES, J. SALES, A. CHWALIBOG and J.J. DU PREEZ. 1998. A Comparison of Metabolisable Energy Values of Lucerne and Barley Between Young and Mature Ostriches. *Archives of Animal Nutrition*, 51: 77-82.

CONE, J.W., A.H. VAN GELDER, G.J.W. VISSCHER and L. OUDSHOORN. 1996. Influence of Rumen Fluid and Substrate Concentration on Fermentation Kinetics Measured with a Fully Automated Time Related Gas Production Apparatus. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61: 113–128.

CONE, J.W., A.H. VAN GELDER, I.A. SOLIMAN, H. DE VISSER and A.M. VAN VUUREN. 1999. Different Techniques to Study Rumen Fermentation Characteristics of Maturing Grass and Grass Silage. *J. Dairy Sci.* 82: 957–966.

CONE, J.W., A.W. JONGBLOED, A.H. VAN GELDER and L. DE LANGE. 2005. Estimation of Protein Fermentation in the Large Intestine of Pigs Using a Gas Production Technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124:463–472.

COOPER, N.S. and T. PALMER. 1994. Observations on the Dietary Choice of Free-Ranging Juvenile Ostriches. *Ostrich*, 65:251-255.

COOPER, N.S. and K.M. Mahroze. 2004. Anatomy and Physiology of the Gastro-intestinal Tract and Growth Curves of the Ostrich (*Struthio camelus*). *Animal Science Journal*, 75:491–498.

CRAMP, S., K.E.L. SIMMONS, I.J. FERGUSON-LEES, R. GILMOR, P.A.D. HOLLAM, R. HUDSON, E.M. NICHOLSON, M.A. OGILVIE, P.J.S. OLNEY, K.H. VOOUS, and J. WATTEL. 1977. Order Struthioniformes. In: S. CRAMP (Editors) *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of Western Palearctic, Vol 1, Ostrich to Ducks.* Oxford University Press, Oxford, p. 37-41.

CZERKAWSKI, J.W. and G. BRECKENRIDGE. 1975. New Inhibitors of Methane Production by Rumen Micro-Organisms. Development and Testing of Inhibitors In Vitro. *Br. J. Nutr.* 34: 429–444.

DAVIES, Z.S., D. MASON, A.E. BROOKS, G.W. GRIFFITH, R.J. MERRY and M.K. THEODOROU. 2000. An Automated System for Measuring Gas Production from Forages Inoculated with Rumen Fluid and its use in Determining the Effect of Enzymes on Grass Silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83: 205–221.

DEAN, W.R.J., S.J. MILTON, W.R. SIEGFRIED, and M.J.F. JARVIS. 1994. Diet, Mobility and Reproductive Potential of Ostriches: Successful Tactics for Life in Arid Regions. In: W. Van Hoven, H. Ebedes, and A. Conroy (Editors), *Wildlife Ranching: A Celebration of Diversity*, Promedia, Pretoria, p. 8-16.

DE BOEVER, J.L., J.M. AERTS, J.M. VANACKER, D.L. DE BRABANDER. 2005. Evaluation of the Nutritive Value of Maize Silages Using a Gas Production Technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124: 255–265.

DUNG, N.N.X. and P. UDÉN. 2002. Estimation of Neutral Detergent Fibre Degradation in Pigs by an In Vitro Method. *Anim. Feed Sci. Technol.* 95: 205–214.

FIEVEZ, V., L. MBANZAMIHIGO, F. PIATTONI and D. DEMEYER. 2001. Evidence for Reductive Acetogenesis and its Nutritional Significance in Ostrich Hindgut as Estimated from In Vitro Incubations. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.* 85 : 271-280.

FOWLER, M.E. 1991. Comparative Clinical Anatomy of Ratites. *J. of Zoo and Wildlife Med.* 22:204-227.

FORMIGONI, A., A. PIVA, P. PEZZI, G. CASTELLANI and G. BIAGI. 2006. The Influence of Feeding Fresh Liquid Whey on some Blood Metabolites, Insulin, and Cecal Fermentations of Growing Pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131(1-2): 53-66.

GIVENS, D.I., J.M. EVERINGTON and A.H. ADAMSON. 1989. The Digestibility and Metabolisable Energy Content of Grass Silage and their Prediction from Laboratory Measurements. *Anim. Feed Sci. Technol.* 24: 27–43.

GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST. 1970. Forage Fibre Analysis. *Agricultural Handbook No. 379*, Agricultural Research Service, USDA, Washington, DC. p. 20.

GUO, F.C., B.A. WILLIAMS, R.P. KWAKKEL and M.W.A. VERSTEGEN. 2003. In Vitro Fermentation Characteristics of Two Mushroom Species, an Herb, and their Polysaccharide Fractions, Using Chicken Cecal Contents as Inoculum. *Poultry Science*, 82: 1608-1615.

HERD, R.M. and J.T. DAWSON. 1984. Fiber Digestion in the Emu *Dromaius novaehollandiae*, a Large Bird with a Simple Gut and High Passage Rates. *Physiological Zoology*, 57: 70-78.

HOLTZHAUSEN, A. and M. KOTZÉ. 1990. The Ostrich. C.P. Nel Museum, Oudtshoorn. p.56.

HUNGATE, R.E. 1966. The Rumen and its Microbes. Academic Press, New York, NY, USA. p. 282.

JARRIGE, R., P. THIVEND and C. DEMARQUILLY. 1970. Development of Cellulolytic Enzyme Digestion for Predicting the Nutritive Value of Foreges. Proceedings of the XIth International Grassland Congress. Surfers Paradise, Australia, p. 762-766.

JONES, D.I.H. and M.V.MHAYWARD. 1975. The Effect of Pepsin Pre-treatment of Herbage on the Prediction of Dry Matter Digestibility from Solubility in Fungal Enzyme Solutions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 26: 711-718.

JONES, D.I.H. and M.K. THEODOROU. 2000. Enzyme Techniques for Estimating Digestibility. In: D.I. GİVENS, E. OWEN, R.F.E. AXFORD and H.M. OMED (Editors), Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon OX108DE, UK. P. 155-173.

JOUANY, J.P. and P. THIVEND. 1986. In Vitro Effect of Avoparcin on Protein Degradability and Rumen Fermentation. Anim. Feed Sci. Technol. 15: 215–229.

KARABULUT, A. ve Ö. CANBOLAT. 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2.05.048.0424, 520 s.

LAN, Y., B.A. WILLIAMS, S. TAMMINGA, H. BOER, A. AKKERMANS, G. ERDI and M.W.A. VERSTEGEN. 2005. In Vitro Fermentation Kinetics of some Non-digestible Carbohydrates by the Caecal Microbial Community of Boilers. Anim. Feed Sci. Technol. 123–124: 687–702.

LAN, Y., B.A. WILLIAMS, M.W.A. VERSTEGEN, R. PATTERSON and S. TAMMINGA. 2007. Soy Oligosaccharides In Vitro Fermentation Characteristics and its Effect on Caecal Microorganisms of Young Broiler Chickens. Anim. Feed Sci. Technol. 133: 286–297.

LOWMAN, R.S., M.K. THEODOROU, A.C. LONGLAND and D. CUDDEFORD. 1996. A Comparison of Equine Faeces or Caecal Digesta as Sources of Inoculum for In Vitro Fermentation Studies Using the Pressure Transducer Technique. Anim. Sci. 62: 683-684.

MABJEESH, S. J., M. COHEN, and A. ARIELI. 2000. In Vitro Methods for Measuring the Dry Matter Digestibility of Ruminant Feedstuffs: Comparison of Methods and Inoculum Source. J. Dairy Sci. 83:2289–2294.

MARINHO, M., M.V. MEIRELES, A.V.G. SOUZA. 2004. Determination of the Gastrointestinal Microflora of Ostriches (*Struthio Camelus*) from the

Northwest Area of the São Paulo State, Brazil, Submitted to Necropsy. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 71(3): 267-271.

MAURICIO, R.M., F.L. MOULD, M.S. DHANOA, E. OWEN, K.S. CHANNA and M.K. THEODOROU. 1999. A Semi-Automated In Vitro Gas Production Technique for Ruminant Feedstuff Evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 79: 321–330.

MCBEE, R.H. 1953. Manometric Method for the Evaluation of Microbial Activity in the Rumen with Application to Utilization of Cellulose and Hemicelluloses. *Appl. Microbiol.* 1: 106–110.

MCLEOD, M.N. and D.J. MINSON. 1978. The Accuracy of the Pepsin–Cellulase Technique for Estimating the Dry Matter Digestibility In Vivo of Grasses and Legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 3: 277–287.

MENKE, K., L. RAAB, A. SALEWSKI, H. STEINGASS, D. FRITZ and W. SCHNEIDER. 1979. The Estimation of the Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feedingstuffs from the Gas Production when they are Incubated with Rumen Liquor In Vitro. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 93: 217–222.

MENKE, K.H. and H. STEINGASS. 1988. Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and In Vitro Gas Production Using Rumen Fluid. *Anim. Res. Devel.* 28: 7-55.

MILTON, J.M., W.J.R. DEAN, and A. LINTON, 1994. Food Selection by Ostrich in South Africa. *Journal of Wildlife Management*, 58: 234-248.

MOULD, F.L. 2003. Predicting Feed Quality—Chemical Analysis and In Vitro Evaluation. *Field Crops Research*, 84: 31–44.

MOULD, F.L., K.E. KLIEM and R. MORGAN. 2005. Alternative Methodologies Stretching the In Vitro Box. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124:501–515.

MUSARA, C., J. CHAMUNORWA, K. HOLTUG and E. SKADHAUGE. 2003. Insight into the Mechanism of Short Chain Fatty Acid Absorption in the Ostrich (*Struthio camelus*) Proximal Colon. *British Poultry Science*, 44 (2): 316–326.

NHETA, C., J.H. TOPPS, K. DZAMAC, J. KUSINA and P.H. MUGABEA. 2005. In Vitro Digestibility Using Caecal Liquor of Diets Containing Poor Quality Roughages and Green Forages Fed to Domesticated Ostriches (*Struthio camelus* var. *Domesticus*). *Anim. Feed Sci. Technol.* 119:283–291.

NIZZA, A. and C. DI MEO. 2000. Determination of Apparent Digestibility Coefficient in 6-, 12- and 18-week-old Ostriches. *Br. Poult. Sci.* 41: 518-520.

ØRSKOV, E.R. and I. MCDONALD. 1979. The Estimation of Protein Degradability In the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to the Rate of Passage. *J. Agric. Sci.* 92: 499-503.

PELL, A.N. and P. SCHOFIELD. 1993. Computerised Monitoring of Gas Production to Measure Forage Digestion In Vitro. *J. Dairy Sci.* 76: 1063–1073.

PIVA A., A. PANCIROLI, E. MEOLA and A. FORMIGONI. 1996. Lacticol Enhances Short-Chain Fatty Acid and Gas Production by Swine Cecal Microflora to a Greater Extent when Fermenting Low rather than High Fiber Diets. *J. Nutr.* 126: 280–289.

ROEDIGER, W.E.W. 1989. Short-chain Fatty Acids as Metabolic Regulators of Ion Absorption in the Colon. *Acta Vet. Scand.* 86: 116–125.

RYMER, C., J. A. HUNTINGTON, B. A. WILLIAMS and D. I. GIVENS. 2005. In Vitro Cumulative Gas Production Techniques: History, Methodological Considerations and Challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123–124: 9–30.

SAS, 2007. Statistical Analysis System®. User's Guide: Statistics, Version 14 Edition. SAS Inst. Inc. Cary, NC.

SAUER, E.G. and E.M. SAUER. 1996. The Behaviour and Ecology of the South African Ostrich. *Living Bird*, 5: 45-75.

SCHEIDELER. S.E. 1996. A Comparative Study of Fiber Digestion and Subsequent Nutrient Absorption in the Ostrich Versus the Ruminant. *Feeding&Nutrition*. Issued February 1996 . Nebraska Cooperative Extension NF 96-251.

SHANAWANY M. 1996. Principles and Practice of Ostrich Feeding. *Feed Mix*, 4: 44–46.

SWART, D., R. I. MACKIE and J. P. HAYES. 1987. For Feathers and Leather. *Nuclear Active*, 36:2-9.

SWART, D., R. I. MACKIE and J. P. HAYES. 1993. Influence of Live Mass, Rate of Passage and Site of Digestion on Energy Metabolism and Fibre Digestion in the Ostrich (*Stuthio camelus* var. *domesticus*). *S. Afr. J. Anim. Sci.* 23: 127-135.

THEODOROU, M.K., B.A. WILLIAMS, M.S. DHANOA, A.B. MCALLAN and J. FRANCE. 1994. A Simple Gas Production Method Using a Pressure Transducer to Determine the Fermentation Kinetics of Ruminant Feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48: 185–197.

TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY. 1963. A Two-Stage Technique for the In Vitro Digestion of Forage Crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 104–111.

TREI, J., W. HALE and B. THEURER. 1970. Effect of Grain Processing on In Vitro Gas Production. *J. Anim. Sci.* 30: 825–831.

VAN DER MEER, J.M. and J.M, PEREZ. 1992. In Vitro Evaluation of European Diets for Pigs. Prediction of the Organic Matter Digestibility by an Enzymic Method or by Chemical Analysis. *J. Sci. Food Agric.* 59: 359–363.

VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, the Cellulolytic Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibres. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, p. 35.

VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON and A. LEWIS. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

VERVAEKE, I.J., N.A. DIERICK, D.L. DEMEYER and J.A. DECUYPERE. 1989. Approach to the Energetic Importance of Fibre Digestion in Pigs. II. An Experimental Approach to Hindgut Digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 23: 169–194.

WILKINS, J. 1974. Pressure Transducer Method for Measuring Gas Production by Microorganisms. *Appl. Microbiol.* 27: 135–140.

WILLIAMS, B.A., A.F.B. VAN DER POEL, H. BOER and S. TAMMINGA. 1995. The Use of Cumulative Gas Production to Determine the Effect of Steam Explosion on the Fermentability of Two Substrates with Different Cell Wall Quality. *J. Sci. Food Agric.* 69:33–39.

WILLIAMS, B.A., L.J.M. VAN OSCH and P. KWAKKEL. 1997. Fermentation Characteristics of the Caecal Contents of Broiler Chickens Fed Fine and Coarse Particle Diets. *Br. Poult. Sci.* 38 (S):41–42.

WILLIAMS, B.A., C. VOIGT and M.W.A. VERSTEGEN. 1998. The Faecal Microbial Population can be Representative of Large Intestinal Microfloral Activity. Proc. BSAS Winter Meeting, 23-25 March, Scarborough, British Society of Animal Science, UK, p.165.

WILLIAMS B.A., M.W. BOSCH, A. AWATI, S.R. KONSTANTINOV, H. SMIDT, A.D.L. AKKERMANS, M.W.A. VERSTEGEN and S. TAMMINGA. 2005. In Vitro Assessment of Gastrointestinal Tract (GIT) Fermentation in Pigs: Fermentable Substrates and Microbial Activity. *Anim. Res.* 54: 191–201.

WILLIAMS, J.B., W.R. SIEGRIFIED, S.J. MILTON, N.J. ADAMS, W.R.J. DEAN, M.A. DU PLESSIS, S. JACKSON and K.A. NAGY. 1993. Field Metabolism, Water Requirments, and Foraging Behaviour of Wild Ostriches in the Namib. *Ecology*, 74: 390-404.

TEŐEKKÖR

Doktora öğrenimim süresince ve tez çalıőmam sırasındaki yardımlarından dolayı Danıőmanım Prof. Dr. İbrahim AK başta olmak üzere Prof. Dr. İsmail FİLYA'ya, Prof. Dr. H. Melih YAVUZ'a, Öğretim Gör. Dr. Önder CANBOLAT'a, Araç. Gör. Hatice KALKAN'a, Araç. Gör. Yasemin ÖNER'e, her türlü katkılarından dolayı bütün bölüm elemanlarına, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anneme ve kardeőime, bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Şadıman KARAMAN

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Bursa'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamlayarak 1993 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'ne girdi. 1997 yılında mezun olarak, 1998 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilimdalı, Yemler ve Hayvan Besleme Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 1999 yılında Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2002 yılında yüksek lisansını tamamlayarak Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilimdalı, Yemler ve Hayvan Besleme Bilim dalında doktora eğitimine başladı. Halen Yemler ve Hayvan Besleme Bilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.