



Araştırma Makalesi/Reserach Article

## Farklı Üretim Sistemlerinden Elde Edilen Zeytinyağı Sanayi Yan Ürünlerin Besleme Değerinin Belirlenmesi

Hande Işıl Akbağ<sup>\*</sup>  Ömer Faruk Çetinkeşane<sup>1</sup> 

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü  
<sup>\*</sup>Sorumlu yazar: hiulku@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.05.2021

Kabul Tarihi: 12.08.2021

### Öz

Bu çalışmada iki ve üç fazlı üretim sistemlerinden elde edilen pirinanın kimyasal bileşimi ve *in vitro* gaz üretimi ile rumen içi fermentasyon özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda iki ve üç fazlı zeytinyağı üretim yapan tesislerinden yaş çekirdekli, kuru çekirdekli ve kuru çekirdeksiz pirina örnekleri temin edilmiştir. Pirina örneklerinin kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla kuru madde (KM), ham protein (HP), nötr çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), ham yağ (HY), kül, kondanse tanen (KT) ve toplam fenolik bileşen (TFB) analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca *in vitro* gaz üretimi tekniği kullanılarak pirina örneklerinin gaz üretim kinetikleri, metabolize olabilir enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre pirina örneklerinin kuru madde (KM) içeriğinin faza ve pirina tipine göre önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin, ham protein (HP) içeriği bakımından diğer pirina (KM'de % 5.63) örneklerinden önemli düzeyde daha düşük ortalamaya sahip olduğu bulgulanmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin diğer pirina örneklerinden daha düşük asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), kondanse tanen (KT) ve toplam fenolik bileşen (TFB) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Buna karşın kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin, yaş çekirdekli ve kuru çekirdekli pirina örnekleriyle kıyaslandığında 96 saatlik kümülatif gaz üretimleri, organik madde sindirilebilirlikleri (OMS) ve metabolize olabilir enerji (ME) içerikleri bakımından daha yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Sonuç olarak kuru çekirdeksiz pirinanın ruminant beslemede kullanımı önerilebilir ancak HP içeriği düşük olduğundan rasyonun proteince desteklenmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** çekirdeksiz Pirina, fenolik bileşen, *in vitro* gaz üretimi, kurutulmuş pirina, kondanse tanen

### Determination of Nutritive Value of Olive Oil By-products Obtained from Different Production Systems

#### Abstract

The study aims to determine the chemical composition and fermentation characteristics of olive pomace obtained from two and three phase production systems. For this purpose dried stoned, dried and wet olive pomace samples were obtained from two and three phase production systems. In order to determine the chemical composition of olive pomace samples, dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), ether extract (EE), ash, condensed tannin (CT), total phenolic compounds (TPC) analyzes were performed. In addition, gas production kinetics, metabolizable energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) of olive pomace samples were determined by *in vitro* gas production technique. The results corroborate the findings obtained from this study, it was determined that the dry matter (DM) content of olive pomace samples was significantly changed according to phase and olive pomace type ( $P \leq 0.05$ ). Significantly lower crude protein (CP) cocentration was determined in dried stoned olive pomace (%5.63 in DM) samples ( $P \leq 0.05$ ). It was stated that the dried stoned olive pomace samples had the lowest acid detergent lignin (ADL), condensed tannin (CT) and total phenolic compounds (TPC) than the others ( $P \leq 0.05$ ). However, dried stoned olive pomace samples had significantly higher cumulative gas production that obtained from 96h incubation, metabolisable energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) than other samples ( $P \leq 0.05$ ). In conclusion it can be suggested that dried stoned olive pomace will be used as a feed sources for ruminants but due to the lower CP content the ration should be supplemented with protein feeds.

**Keywords:** condensed tannin, dried olive pomace, *in vitro* gas production, phenolic compound, stoned olive pomace



## Giriş

Gıda sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanımı ile birlikte insan beslenmesinde ortak ürünlere olan bağımlılık ve besleme maliyeti azalmakta, çevrenin korunabilmesi ve sürdürülebilirliğine katkı sağlanmaktadır. Dünyada zeytinyağı üretimi Akdeniz ülkelerinde yoğun olarak yapılmakta ve büyük oranda yan ürün ve atık meydana gelmektedir. Zeytinyağı üretimi sırasında açığa çıkan ürünlerden en fazla bilineni pirinadır. Pirina, zeytin meyvesinin yağa işlenmesi sonucunda elde edilen bir yan ürün olup posa, çekirdek ve kabuğu içermekle birlikte literatürde zeytin posası veya zeytin keki olarak da adlandırılmaktadır (Luciano ve ark., 2013; Keleş 2015). Pirina ucuz olması nedeniyle yaygın olarak hayvan yemi olarak değerlendirilmekte ve önemli miktarda biyoaktif bileşenleri içermesi bağlamında hayvansal ürünlerin kalitesini artırma potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Vasta ve Luciano, 2011; Castellani ve ark., 2017). Pirinanın düşük protein (KM'de <%10) ve yüksek yapısal karbonhidrat içeriğine sahip olması (KM'de >%50) nedeniyle ruminant rasyonlarında belirli oranlarda kullanılmasının uygun olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Molina-Alcaide ve Yanez-Ruiz, 2008). Örneğin besi kuzu rasyonlarına %20 oranında ilavesinin performansı olumsuz etkilemediği (Sucu ve ark., 2018), benzer şekilde manda rasyonlarına %15,5 oranında kuru çekirdeksiz pirina ilavesinin süt verimini ve bileşimini değiştirmedeği belirtilmiştir (Terramoccia ve ark., 2013). Cıbık ve Keles (2016) çalışmalarında çekirdeksiz pirinanın, yüksek verimli süt sığırları rasyonlarına %13 oranında ilavesinin süt verimini olumsuz etkilemediği fakat süt yağını düşürdüğü sonuçlarına ulaşmışlardır.

Ülkemizde 2019 yılı verilerine göre zeytin üretimi 1.525.000 ton (FAO, 2019) ve 2018 yılı verilerine göre zeytinyağı üretimi ise 172.319 ton olarak bildirilmektedir (FAO, 2018). Yağlık amaçlı üretilen zeytinden tahminen %35-40 düzeyinde pirina elde edildiği belirtilmektedir (Sansoucy, 1985). Söz konusu bildirişler dikkate alındığında Türkiye'de yıllık 533.7500-610.000 ton ham pirina elde edildiği öngörülebilir. Dünyada yıllık Pirina üretiminin 2.881.500 ton olduğu tahmin edilmektedir (Nunes ve ark., 2016). Elde edilen pirina miktarı yıldan yıla değişse de hayvan besleme de kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahiptir.

Zeytinyağı üretiminde iki ve üç fazlı ekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Üç fazlı santrifüjleme sisteminde zeytinyağı, karasu ve zeytin posası elde edilirken, pirinanın su içeriği % 40-45 düzeyindedir. İki fazlı yöntemde ise zeytinyağı ve zeytin posası elde edilirken pirinanın su içeriği % 55-70 düzeyinde olup içerisinde önemli miktarda şeker ve yağ da bulunmaktadır (Moral ve Mendez, 2006). İki fazlı üretim sisteminden elde edilen pirinanın %2.31 şeker ve %4.34 yağ içerdiği bildirilmektedir (Borja ve ark., 2006). Pirinanın kimyasal bileşimi yıllara, ekstraksiyon derecesine, zeytinin yetiştirildiği bölgeye, içerisinde barındırdığı fiziksel kısımların (kabuk, çekirdek, meyve eti) oranına ve özellikle de yağ ekstraksiyonunda kullanılan yöntemle ilgili olarak değişiklik gösterebilmektedir (Ben Salem ve ark. 2004). Zeytinden yağ ekstraksiyonu aşamasında uygulanan yöntemle ilgili olarak elde edilen pirinanın yağ ve nem içeriği değişmektedir (Albuquerque ve ark., 2004). Pirina, yüksek nem ve değişen yağ içeriği nedeniyle kısa sürede bozularak çevre kirliliğine yol açtığından orijinal formuyla depolanması mümkün olmamaktadır (Brlek ve ark., 2012). Mevsime bağlı olarak elde edilen pirinanın yıl boyu kullanılabilmesi için uygun koşullarda saklanabilmesi veya kurutulması gerekmektedir. Buna karşın kurutma ile kimyasal kompozisyonunda değişim meydana gelebilmektedir. Uribe ve ark. (2014) farklı sıcaklıklarda (40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C ve 90 °C) uygulanan kurutma işleminin pirina örneklerinde yağ, protein ve karbonhidrat içeriğini arttırdığını, ham selüloz ve toplam fenolik bileşen içeriğini ise düşürdüğünü rapor etmektedirler. Buna ek olarak pirinanın kurutulması ayrı bir maliyeti beraberinde getirmekte ve atık ürünün değerlendirilerek ucuz yem mal etme felsefesine aykırı düşmektedir. Fakat son zamanlarda zeytinyağı üretimi sonucu elde edilen pirinanın kurutulmasında farklı sistemler geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemler yardımıyla pirinadan biyodizel (Hernandez ve ark., 2014), aktif karbon kaynağı yapı malzemesi (Gürü, 2001) ve pirina yağı gibi farklı ürünler elde edilmektedir. Pirina örneği döner tamburlu kurutucularda farklı sıcaklık uygulamalarıyla kurutulmaktadır. Kurutulan pirinalar eleklerden geçirilerek çekirdeklerinden ayrıştırılır. Ayrıştırma sonucu yakacak olarak değerlendirilebilecek çekirdek ve hayvan beslemede kullanabileceğimiz kuru pirina elde edilmektedir. Bazı sistemlerde ayrıştırılan çekirdek yakılarak tamburun ısıtılması da sağlanmaktadır. Bu sayede zeytinyağı sanayinin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğine “sıfır atık” stratejisi bağlamında katkı da bulunmaktadır.



Kurutma işleminin ardından çekirdeğin uzaklaştırılması ile pirinanın ADL içeriğinin azaldığı ve bu azalmaya bağlı olarak kuru madde sindirilebilirliğinin arttığı bu sayede de besleme değerini iyileştirdiği bildirilmektedir (Sadeghi ve ark., 2009). Bu bağlamda pirinaya kurutma sırasında uygulanan sıcak derecesine bağlı olarak hücre duvarı bileşenleri, protein ve fenolik bileşen düzeylerinde değişimin meydana gelebileceği ve bu değişimin rumen içi parçalanabilirliği de etkileyeceği öngörüsü bu çalışmanın hipotezini oluşturmaktadır.

Bu çalışma ile iki ve üç fazlı üretim sisteminden elde edilen pirinanın besleme değeri üzerine kurutma ve çekirdeklerin ayrılması işlemlerinin etkilerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Pirina örneklerinin temini

Pirina örnekleri Balıkesir/Edremit ilçesinde zeytinyağı üretiminde faaliyet gösteren iki fazlı ve üç fazlı üretim sistemiyle çalışan iki ayrı fabrikadan 2018 yılı üretim sezonunda temin edilmiştir. Fabrikalardan yaş çekirdekli, kuru çekirdekli ve kuru çekirdeksiz olmak üzere 3 farklı özellikteki pirina örnekleri alınarak aynı gün laboratuara getirilmiş ve 50 °C’de kurutulup 1mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

### Kimyasal Analizler

Pirina örneklerinin kuru madde (KM), kül ve ham yağ (HY) içerikleri AOAC (1990) tarafından bildirilen yöntemler aracılığıyla belirlenmiştir. Örneklerin azot (N) içeriğinin belirlenmesinde kjeldahl metodundan yararlanılmış olup ham protein (HP) içeriği ise ölçülen azot (N) değerinin 6,25 katsayısı ile çarpımı sonucu elde edilmiştir (AOAC, 1990). Pirina örneklerinin yapısal karbonhidrat içerikleri ADF, NDF ve ADL içerikleri ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, 2008) cihazında analiz edilmiştir (Van Soest ve ark., 1991). Buna ek olarak örnekler üzerinde toplam fenolik bileşen (TFB) ve kondanse tanen (KT) analizleri Makkar (2003) tarafından bildirilen yöntemler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

### In vitro gaz üretimi

*In vitro* analizlerde kullanılacak rumen sıvı örnekleri, mezbahadan kesim sırasında 3 baş ergin tekedden alınarak termoslarla hızlı bir şekilde laboratuara getirilmiş ve 3 kat gazlı bezden süzülmüştür. Rumen sıvı örnekleri 1:2 oranında yapay tükrük çözeltisi ile karıştırılarak içerisinde 0,2 g pirina örneği bulunan özel cam şırıngalara doldurulmuştur (Menke ve Steingass, 1988). Pirina örnekleri 3 paralelli olarak çalışılmış, şırıngalar 96 saat süre ile 39 °C’deki su banyosunda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sırasında gaz ölçümleri inkübasyonun 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde kayıt edilmiştir. Analizler sırasında örneklerle ilişkin gaz üretimleri kör örneklerden elde edilen gaz üretimi değerlerine göre düzeltilerek hesaplanmıştır (Ørskov ve McDonald, 1979).

Örneklerle ilişkin metabolize olabilir enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirlikleri (OMS) aşağıda yer alan eşitliklerle hesaplanmıştır (Menke ve ark., 1979);

$$ME \left( \frac{MJ}{kgKM} \right) = 2.20 + 0.136GÜ + 0.057HP + 0.0026HP2 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$OMS (\%) = 14.88 + 0.889GÜ + 0.45HP + 0.0651HK \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Eşitliklerde GÜ: 24 saatlik gaz üretimini (ml), HP: Ham protein (%), HK: Ham kül içeriği (%)’ni göstermektedir.

### İstatistik Analizler

İki ve üç fazlı sistemden elde edilen pirina örneklerine ilişkin kimyasal kompozisyon ve *in vitro* analizler sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesinde vasyans analizinden yararlanılmıştır. Modelde faz (iki ve üç), pirina tipi (yaş çekirdekli, kuru çekirdekli ve çekirdeksiz) ve interaksyonları yer almıştır. Farklı grupların tespitinde Tukey testinden yararlanılmıştır ve tüm istatistik analizler SAS (1999) programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Pirina tiplerine göre saptanan kimyasal kompozisyon bakımından gözlenen değişimler üzerine etkili olan faktörlerin önemlilik seviyeleri Çizelge 1’de sunulmuştur. İlgili çizelgeden de izleneceği gibi KM içeriği bakımından gözlenen varyasyonda pirina tipi, faz ve pirina tipi x faz interaksyonunun önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (P<.0001). Pirina tipleri arasında HP, HY, ADL, kül ve TFB



içeriği bakımından gözlenen değişim önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ). Pirina x faz interaksiyonunun KT içeriği üzerine önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ( $P = 0.0160$ ).

Zeytinyağ sanayinde kullanılan üç farklı üretim sistemi olup bunlar geleneksel, iki ve üç fazlı santrifüjleme sistemlerini içermektedir. Bu sistemler arasındaki en temel farklılık presleme yada santrifüjasyon işlemi ve ekstraksiyon sırasında ilave edilen su miktarı olarak bilinmektedir. Bahsi geçen uygulamalar elde edilen ürünün veya yan ürünün kalite ve niceliğini önemli düzeyde etkilemektedir (Klen ve Vodopivec, 2012). Ancak bu çalışmada dikkate alınan etki kaynaklarından faz (iki ve üç) bir başka ifade ile santrifüjleme sistemi sadece KM içeriği üzerine önemli düzeyde etkiye sahip olurken, pirina x faz interaksiyonunun KM ve KT içeriği üzerine etkili olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Pirina kimyasal kompozisyonu elde edilmiş yöntemi, nem içeriği, yıl, coğrafi bölge ve toprak özellikleri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Inglese ve ark., 2011). Pirina tipine göre kimyasal kompozisyonda meydana gelen değişim Çizelge 2’de sunulmuştur. Kurutma işlemi ile pirina örneklerinin KM düzeyinin yaklaşık %50 oranında arttığı tespit edilmiştir ( $P < 0.0001$ ). Çekirdeksiz pirina örneklerinin HP içeriğinin yaş ve kuru çekirdekli Pirina örneklerine kıyasla yaklaşık %52 oranında daha düşük olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.0001$ ).

Çizelge 1. Pirina örneklerinde besin madde içeriği üzerine dikkate alınan etki kaynaklarına ilişkin önemlilik seviyeleri

Besin maddesi	Ana etki kaynakları		
	Pirina tipi	Faz	Pirina tipi x faz
KM	<.0001	<.0001	<.0001
HP	<.0001	0.7623	0.1289
HY	0.0141	0.9609	0.5616
NDF	0.8221	0.8813	0.2103
ADF	0.3454	0.6135	0.6324
ADL	0.0141	0.8384	0.0655
Kül	0.0041	0.7140	0.5368
KT	0.0002	0.2938	0.0160
TFB	0.0001	0.5890	0.1801

KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, NDF: nötr çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat, ADF: asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat: ADL: asit çözücülerde çözünmeyen lignin, KT: kondanse tanen, TFB: toplam fenolik bileşen

Çalışmada pirina örneklerinin HP içeriğinin KM’de %5.63 ile %11.96 arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 2.). Pirinayı konu alan araştırmaları derledikleri çalışmalarında Molina- Alcaide and Yanez Ruiz (2008) pirina örneklerinin HP içeriğinin 48-106 g/kg KM arasında değiştiğini rapor etmektedirler. Cıvık ve Keles (2016) yüksek verimli süt sığırı rasyonlarında çekirdeksiz pirinanın kullanımını araştırdıkları çalışmalarında, iki fazlı üretim sisteminden elde ettikleri çekirdeksiz pirinanın HP içeriğini KM’de %6.9 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma koşullarında pirina örneklerinde ölçülen HP düzeylerinin söz konusu çalışmadan daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 2.).

Yapısal olarak zeytin meyvesinin ağırlıkça %70-80’ini mezokarp (pulp yada meyve eti) oluştururken %18-22’sini çekirdek (endokarp) oluşturmaktadır (Bianchi, 2003). Ağırlıkça azımsanmayacak düzeye sahip olan zeytin çekirdeğinin HP, HY NDF, ADF ve lignin içeriği sırasıyla KM’de %3.20; %5.53; %80.1; %58.2 ve %26.5 olarak bildirilmektedir (Heredia-Moreno ve ark., 1987). Bu çalışma koşullarında zeytin çekirdeğinin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesine yönelik ayrı bir analiz yapılmamıştır. Buna rağmen çekirdeksiz pirinanın HP içeriğindeki düşüş çekirdeğin de önemli düzeyde besin madde içeriğine sahip olmasıyla açıklanabilir. Çalışmada yaş çekirdekli (KM’de %18.58) pirina örneklerinin HY içeriği, kuru çekirdeksiz (KM de % 17.07) ve kuru çekirdekli pirina (KM de %17.51) örneklerinden önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2.). Heredia et al. (1987) zeytin çekirdeğinin yüksek yağ içeriğine sahip olduğunu bildirmesine (%5.53) karşın bu çalışmada kuru çekirdeksiz Pirina örnekleri ile kuru çekirdekli pirina örnekleri





arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $P=0.0141$ ). Cıvık ve Keles (2016) çekirdeksiz pirina örneklerinin HY içeriğini KM’de %9.2 olarak bildirmektedir. Söz konusu değerler Cıvık ve Keles (2016)’nın bildirdiğinden daha yüksek bulunmuştur. Uribe ve ark., (2014) yürüttükleri çalışmalarında yaş pirina örnekleri ve farklı sıcaklıklarda kurutulmuş pirina örneklerinin kimyasal özellikleri ile yağ asidi profillerini incelemiştir. Araştırmacılar pirina örneklerinin yağ içeriğinin sıcaklık uygulamasındaki artışa bağlı olarak önemli düzeyde arttığını bulmuşlardır. Bu çalışmada yaş pirinanın sıcaklık uygulanarak kurutulması sonucu yağ içeriğinde herhangi bir artış gözlenmemiştir.

Çizelge 2. Pirina örneklerinde kimyasal kompozisyona ilişkin olarak belirlenen en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hata ortalamaları (SHO), % KM

Özellik	Kuru çekirdeksiz	Kuru çekirdekli	Yaş çekirdekli	SHO	P
KM	87.81 a	86.93 a	43.49 c	0.327	<0.001
HP	5.63 b	11.96 a	11.44 a	0.369	<0.001
HY	17.07b	17.51 b	18.58 a	0.254	0.0141
NDF	53.04	56.33	56.06	4.050	0.8221
ADF	43.03	48.15	46.99	2.381	0.3454
ADL	11.72 b	12.81 a	12.32a	0.178	0.0141
Kül	7.15 b	9.85 a	7.68 b	0.359	0.0041
KT	0.18 b	0.33 c	0.48 a	0.022	0.0002
TFB	1.70 c	2.10 b	2.79 a	0.075	0.0001

<sup>abc</sup> aynı satırda aynı simgelerle gösterilen grup ortalamaları arasında fark yoktur  $P>0.05$

KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, NDF: nötr çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat, ADF: asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidrat: ADL: asit çözücülerde çözünmeyen lignin, KT: kondanse tanen, TFB: toplam fenolik bileşen

Çalışmada kuru ve yaş çekirdekli pirina örneklerinin, çekirdeksiz pirina örneklerine kıyasla istatistik açıdan önemli bir farklılık bulunmasa da daha yüksek NDF ve ADF içeriğine sahip olması dikkat çekicidir. Söz konusu durum çekirdeğin, meyve etine kıyasla daha yüksek düzeyde hücre duvarı bileşenine sahip olması ile açıklanabilir (Heredia ve ark., 1987). Benzer şekilde kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin ADL içeriğinin, kuru çekirdekli pirina ve yaş çekirdekli pirina örneklerinden önemli düzeyde daha düşük olması ( $P=0.0141$ ) çekirdeğin yüksek düzeyde lignin içermesi (%26,5) ile açıklanabilir (Heredia ve ark., 1987). Lammi ve ark., (2018) çekirdekçe zengin pirina örneklerinin meyve etince zengin pirina örneklerine nazaran daha yüksek düzeyde hücre duvarı bileşen düzeyine sahip olduğunu bildirmektedir. Haddin ve ark. (2009) çalışmalarında pirina örneklerinin NDF, ADF ve ADL içeriklerini sırasıyla %72.60; %56.87; %35.55 olarak bildirmektedirler. Söz konusu değerlerin bu çalışma koşullarında belirlenen NDF, ADF ve ADL değerlerinden daha yüksek olduğu izlenmektedir (Çizelge 2). Pirina örneklerinde kül içeriği KM de %7.15-9.85 arasında değişmiş olup, en yüksek kül içeriğine kuru çekirdekli pirina örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir ( $P=0.0041$ ). Çekirdeksiz ve yaş çekirdekli pirina örnekleri arasında kül içeriği bakımından herhangi bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Çekirdekçe zengin pirina örneklerinin (%2 civarı), düşük çekirdek içeriğine (%7 civarı) sahip pirina örneklerine görece daha düşük kül içeriğe sahip olduğu bildirilmektedir (Lammi ve ark., 2018). Bu çalışmada, pirina örneklerinde ölçülen kül içeriğinin (Çizelge 2.) Haddin ve ark., (2009)’un bildirildiği değerden (%13.0) daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Pirinanın fenolik bileşen içeriğinin %1-3 arasında değiştiği bildirilmektedir (Montedero ve ark., 1993; Robards ve ark., 1999). Rodis ve ark., (2002) zeytin yağının, zeytin meyvesinin içerdiği fenolik bileşen düzeyinin sadece %2’sini içerdiğini, kalan %98’lik kısmın ise zeytin yan ürünlerinde bulunduğunu rapor etmektedirler. Çalışmada pirina örneklerinin KT ve TFB içerikleri bakımından önemli düzeyde farklılaştığı ( $P\leq 0.05$ ), en yüksek KT ve TFB içeriğine yaş çekirdekli pirina (sırasıyla KM’de %0.48 ve %2.79) örnekleri sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2.). Ayrıca pirina tipi x faz etkileşiminin pirina örneklerinin KT içeriğini önemli düzeyde değiştirdiği belirlenmiştir ( $P<0.0160$ ). KT içeriği bakımından iki ve üç fazlı sitemlerde üretilen çekirdeksiz ve kuru çekirdekli pirina örneklerinin birbirinden önemli düzeyde farklılaştığı ( $P\leq 0.05$ ), kuru çekirdekli pirina



örneklerinin daha yüksek KT içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Fakat iki fazlı sistemde üretilen yaş çekirdekli ve üç fazlı sistemde üretilen kuru çekirdekli pirina örnekleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Pirina örneklerinin TFB içeriği bakımından iki fazlı sistemde üretilen çekirdeksiz pirina ile üç fazlı sistemde üretilen kuru çekirdekli ve yaş çekirdekli pirina örneklerinin önemli düzeyde farklılaştığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Benzer şekilde iki fazlı sistemde üretilen yaş çekirdekli pirina örnekleri ile üç fazlı sistemde üretilen yaş çekirdekli ve kuru çekirdekli pirina örneklerinin TFB içeriği farklı bulunmuştur ( $P\leq 0.05$ ). İki fazlı sistemde üretilen pirina örneklerinin sahip olduğu TFB ve KT içeriğinin üç fazlı sistemden elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İki fazlı üretim sistemlerinden elde edilen pirinanın kara suyu da bünyesinde barındırmasından dolayı daha yüksek fenolik bileşen içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir (Visnjevec ve ark., 2021). Garcia ve ark. (2003) iki fazlı üretim sisteminden elde ettikleri pirina örneklerinin toplam ekstrakte olabilir polifenol bileşen içeriklerini KM'de %1.05 ve toplam kondanse tanen içeriğini ise KM'de %1.38 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada pirina örnekleri üzerinde ölçülen TFB içeriğinin Garcia ve ark., (2003)'ün bildirdiği değerden daha yüksek, KT içeriğinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Pirina tiplerine göre *in vitro* koşullarda ölçülen gaz üretimleri bakımından gözlenen değişimler üzerine etkili olan faktörlerin önemlilik seviyeleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Çizelge 3'den de izleneceği üzere farklı inkübasyon saatleri bağlamında ölçülen gaz üretimleri bakımından gözlenen varyasyonda pirina tipinin inkübasyonun 3. saati dışında önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ( $P\leq 0.05$ ). Pirina tipine göre OMS ve ME içeriklerinin de önemli düzeyde farklılaştığı bulunmuştur ( $P\leq 0.05$ ). Dikkate alınan etki kaynaklarından fazın sadece inkübasyonun 6. saatinde ölçülen gaz üretimi üzerine etkili olduğu izlenmektedir (Çizelge 3). Pirina tipi x faz interaksyonunun inkübasyonun 9. ve 24. saatinde ölçülen gaz miktarını önemli düzeyde farklılaştırdığı buna karşın dikkate alınan etki kaynağının hesaplanan OMS ve ME düzeyleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ).

Çizelge 3. Pirina örneklerinde *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve metabolize olabilir enerji (ME) düzeyleri üzerine dikkate alınan etki kaynaklarına ilişkin önemlilik seviyeleri

İnkübasyon saati	Ana etki kaynakları		
	Pirina tipi	Faz	Pirina tipi x faz
3	0.4200	0.4560	0.3449
6	0.0092	0.0371	0.0851
9	0.0060	0.0636	0.0238
12	0.0118	0.0742	0.0671
24	0.0054	0.2459	0.0499
48	0.0045	0.2229	0.2146
72	0.0023	0.2206	0.2598
96	0.0042	0.4816	0.1184
OMS	0.0224	0.1958	0.0569
ME	0.0170	0.2283	0.0511

OMS: %, ME: MJ/kg KM

Çekirdeksiz pirinayı farklı katkı maddeleri ile silolamanın (üre, formik asit ve melas) kimyasal kompozisyon, rumen içi parçalanabilirlik özellikleri üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, katkı maddeleri ile silolanan pirina örneklerinde 72 saatlik kümülatif gaz üretiminin önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada kontrol grubunda 72. saatte ölçülen gaz üretimi değeri 40.67 ml/g KM olarak bildirilmiştir (Rowghani ve ark., 2008). Bildirilen gaz üretimi değerinin bu çalışma koşullarında kuru çekirdekli pirina örneklerinde 72. saate ölçülen gaz üretimi değeri ile benzer oldu buna karşın çekirdeksiz ve yaş çekirdekli pirina örneklerinden daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Pirina tipine göre *in vitro* gaz üretimi, OMS ve ME düzeylerinde meydana gelen değişim Çizelge 4'de sunulmuştur. Çizelge 4'den de izleneceği üzere kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin kümülatif gaz üretimi, OMS ve ME düzeyleri bakımından kuru çekirdekli ve yaş çekirdekli pirina



örneklerinden daha yüksek ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Kurutma işleminin ardından pirina örneklerinden çekirdeğin uzaklaştırılması sonucu elde edilen çekirdeksiz pirina örneklerinin kimyasal bileşiminin iyileştiği bulgulanmıştır (Çizelge 2). Kurutulmuş çekirdeksiz pirina örneklerinin, diğer pirina örneklerine kıyasla daha düşük düzeyde ADL, Kül, KT ve TFB içermesi nedeniyle, gaz üretimi, OMS ve ME düzeylerini önemli ölçüde artmıştır ( $P \leq 0.05$ ). Filya ve ark., (2006) işlenmemiş, öğütülmüş ve öğütülmüş elenmiş pirina örneklerini üzerinde yürüttükleri çalışmalarında eleme işlemi ile çekirdeğin ayrılması sonucu pirinanın kimyasal bileşiminin iyileştiği ve kuru madde parçalanabilirliğinin arttığını rapor etmişlerdir. Konu ile ilişkili olarak yürütülen diğer bir çalışmada Abarghohi ve ark. (2011), pirinanın melaslı ve melas ilavesiz olarak silolanmasının besleme değeri ve fermentasyon kalitesi üzerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında çekirdekli ve çekirdeği kısmen ayrılmış pirina örneklerinin OMS ve ME içeriklerini sırasıyla 263-397 g/kg KM ve 3.7-5.7 MJ/kg KM olarak bildirmektedirler. Söz konusu çalışmadan elde edilen OMS ve ME değerlerinin oldukça düşük olduğu dikkati çekmektedir.

Çizelge 4. Pirina örneklerinde *in vitro* gaz üretimi (ml), organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve metabolize olabilir enerji (ME) düzeylerine ilişkin olarak belirlenen en küçük kareler ortalamaları (EKKO) ve standart hata ortalamaları (SHO)

İnkübasyon saati	Kuru çekirdeksiz	Kuru çekirdekli	Yaş çekirdekli	SHO	P
3	10.44	8.13	10.38	1.314	0.4200
6	23.06a	14.25b	18.13b	1.314	0.0092
9	24.81a	16.13c	17.25b	1.314	0.0060
12	26.50a	16.25c	19.63b	1.314	0.0118
24	41.44a	29.38c	32.75b	1.314	0.0054
48	53.25a	39.00c	43.88b	1.314	0.0045
72	57.0a	42.63c	47.50b	1.314	0.0023
96	57.56a	43.38c	49.13b	1.314	0.0042
OMS	54.65a	46.61c	49.62b	1.469	0.0224
ME	8.15a	6.84c	7.33b	0.224	0.0170

<sup>abc</sup> aynı satırda aynı simgelerle gösterilen grup ortalamaları arasında fark yoktur  $P > 0.05$

OMS: organik madde sindirilebilirliği, % KM; ME: metabolize olabilir enerji içeriği, MJ/kg KM

Farklı katkı maddeleriyle (formik asit, üre ve melas) silolanmanın kimyasal bileşim, *in vitro* gaz üretimi, metabolize olabilir enerji ve *in vivo* sindirilebilirliklerini belirledikleri çalışmalarında Rowghani ve ark. (2008), katkısız pirina örneklerinde ME ve OMS düzeylerini sırasıyla 11.40 MJ/kg KM ve 0.289 g/kg KM olarak belirlemişlerdir. Düşük kaliteli kaba yem kaynaklarının *in vitro* koşullarda organik madde sindirilebilirliği, gaz üretimi, enerji ve mikrobiyal protein üretimlerini belirlemeyi hedefleyen diğer bir çalışmada pirina ve çekirdeğe ait ME içeriği sırasıyla 3.3 ve 2.4 MJ/kg KM olarak belirlenmiştir (Al-Masri, 2003).

Kondanse tanenin belirli düzeyin üzerinde rumen mikroorganizmalarının mikrobiyal faaliyetini olumsuz etkilediği ve dolayısıyla gaz üretimini düşürdüğü bildirilmektedir (Makkar, 2003). Çizelge 4'den de izleneceği üzere 96. saatte ölçülen gaz üretimi, ME ve OMS düzeyleri incelendiğinde en yüksek ortalamaya kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin sahip olduğu izlenmektedir. Bu durum kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin diğer örneklere göre daha düşük düzeyde KT, TFB ve ADL içeriğine sahip olması ile açıklanabilir.

## Sonuç

Çalışmada dikkate alınan özelliklerden sadece KM içeriği faza göre önemli düzeyde farklılaşmıştır. Kuru çekirdeksiz pirina örneklerinin *in vitro* gaz üretimi, OMS ve ME düzeylerinin diğer pirina örneklerine kıyasla daha yüksek ortalamaya sahip olduğu, buna karşın HP içeriğinin (KM'de %5.63) oldukça düşük olduğu dikkati çekmiştir. Kuru çekirdeksiz pirinanın ruminant hayvanların beslemesinde kullanımı önerilebilir ancak HP içeriği düşük olduğundan hazırlanacak olan rasyonun proteince desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir. Yaş pirina yüksek düzeyde HP, TFB ve KT içermesine karşın depolama sırasında yaşanabilecek mikrobiyal bozulmalara karşı daha



dayanıksızdır. Ayrıca çekirdeği de içermesi nedeniyle OMS ve ME içeriklerinin kuru çekirdeksiz pirina örneklerinden daha düşük bulunmuştur. Öte yandan yaş çekirdekli pirinanın yüksek düzeyde TFB ve KT içeriği sayesinde rumen içi fermentasyon sırasında oluşabilecek metan üretimini azaltıcı etkilerinin değerlendirilmesinin yanı sıra ürün kalitesi üzerine olan etkilerinin antioksidan özellikleri bağlamında irdelenebileceği *in vivo* çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Buna ek olarak yaş çekirdekli pirinanın kuru madde ve protein içeriği yüksek yem kaynakları ile silolanarak hayvan beslemede kullanımının etkilerinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Rasyonda pirinanın kaba yem kaynağı olarak kullanılması rasyon maliyetini düşürebilir. Buna karşın yüksek KT içeriği bakımından tanen bağlayıcıların (PEG gibi) kullanımının olumlu etkilerinin olacağı düşünülmektedir.

### Kaynaklar

- Abarghoei, M., Rouzbhan, Y., Alipour, D., 2011. Nutritive value and silage characteristics of whole and partly stoned olive pomaces treated with molasses. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13:709-716.
- Alburquerque, J.A., Gonzalvez, J., Garcia, D., Cegarra, J., 2004. Agrochemical caharacterisation of “Alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology*. 91(2):195-200.
- Al-Masri, MR., 2003. An *in vitro* evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Tropical Animal Health and Production*. 35:155-167.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.
- Ben Salem, H., Makkar, H.P.S., Nefzaoui, A., 2004. Towards beter utilization of nonconventional feed sources by sheep and goats in some African and Asian Countries In: nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates Ben Salem.(Eds.): H., Nefzaoui, A., Morand-Fe, P., 59 (Series A). INO Reproducciones, S. A., Zaragoza, pp. 177–190.
- Bianchi, G., 2003. Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technolog*. 105:229-242.
- Borje, R., Raposo, F., Rincon, B., 2006. Treatment Technologies of liquid solid wastes from two- phase olive oil mills. *Grasas Y Aceites*. 57(1):32-46.
- Brlek, T., Voća, N., Krička, T., Lević, J., Vukmirović, Đ., Čolović, R., 2012. Quality of pelleted olive pomace for energy generation. *Agriculturae Conspectus Scientificus*.77(1):31–35.
- Castellani, F., Vitali, A., Bernardi, N., Marone, E., Palazzo, F., Grotta, L., Martino, G., 2017. Dietary supplementation with dried olive pomace in dairy cows modifies the composition of fatty acids and the aromatic profile in milk and related cheese. *Journal of Dairy Science*. 100:8658-8669.
- Cıbık, M., Keles, G., 2016. Effect of stoned oliva cake on milk yield and composition of dairy cows. *Revue Med. Vet*. 167:154-158.
- FAO, 2018. The State of Food and Agriculture, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim tarihi:16.04.2021.
- FAO, 2019. The State of Food and Agriculture, <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim tarihi:13.07.2021.
- Filya, İ., Hanoğlu, H., Canbolat, Ö., Sucu, E., 2006. Kurutulmuş Pirinanın yem değeri ve kuzu besisinde kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar. 1. Yem değerinin *in situ* yöntemle belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 20(1):1-12.
- Garcia, M.A.I., Moumen, A., Yanez-Ruiz, D.R., Alcaide, E.M., 2003. Chemical composition and nutrients availability for goats and sheep of two-stage olive pomace and olive leaves. *Animal Feed Science and Technology*. 107:61-74.
- Gürü, M., 2001. Uçucu kül ve pirinadan plastik kompozit malzeme üretimi. *Politeknik Dergisi*. 4(1):35-38.
- Haddin, M.S.Y., Haddadin, J., Arabiyat, O.I., Hattar, B., 2009. Biological conversion of olive pomace into compost by using *trichoderma harzianum* and *Phanerochaete chrysosporium*. *Bioresource Technolog*. 100:4779-4782.
- Heredia-Moreno, A., Guillen-Bejarano, R., Fernandez-Bolanos, J., Rivas-Moreno, M., 1987. Olive stones as a source of fermentable sugars. *Biomass*. 14:143-148.
- Hernandez, D., Astudillo, L., Gutierrez, M., Tenreiro, C., Retamal, C., Rojas, C., 2014. Biodiesel production from an industrial residue: Alperujo. *Industrial Crops and Products*. 52:495-498.
- Inglese, P., Famiani, F., Galvano, F., Servili, M., Esposto, S., Urbani, S., 2011. Factors affecting extra-virgin olive oil composition. *Hortic. Rev*. 38:83–147.
- Keleş, G., 2015. Zeytin posasının ruminantlar için besin ve besleme değeri. *Türk-Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 3(10):780-789.





- Klen, T.J., Vodopivec, B.M., 2012. The fate of olive fruit phenols during commercial olive oil processing: Traditional press versus continuous two-and three-phase centrifuge. *LWT. Food Science and Technology*. 49(2): 267–274.
- Lammi, S., Barakat, A., Mayer-Laigle, C.M., Djenane, D., Gontard, N., Angellier-Coussy, H., 2018. Dry fractionation of olive pomace as a sustainable process produce fillers for biocomposites. *Powder Technology*. 326:44-53.
- Luciano, G., Pauselli M., Servili, M., Mourvaki, E., Serra, A., Monahan, F.J., Lanza, M., Pariolo, A., Zinnai, A., Mele, M., 2013. Dietary olive pomace reduces the oxidation of lipids, including cholesterol, in lamb meat enriched in polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*. 93:703-714.
- Makkar, H.P.S., 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage a laboratory manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London/Netherlands.
- Menke, K., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*. 93:217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtain from the chemical analysis and *in-vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28:7–55.
- Menke, K.H., Steingass, Y.H., 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28: 7-55.
- Molina-Alcaide, E., Yanez-Ruiz, P.R., 2008. Potential use of olive by products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 147(1-3):247-264.
- Montedoro, G., Servili, M., Baldioli, M., Selvaggini, R., Miniati, E., Macchioni, A., 1993. Simple and hydrolyzable compounds in virgin olive oil. III. Spectroscopic characterizations of the secoiridoid derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41(11): 2228–2234.
- Moral, P.S., Mendez, M.V.R., 2006. Production of pomace olive oil. *Grasas Y Aceites*. 57(1): 47-55.
- Nunes, M.A., Pimentel, F.B., Costa, A.S.G., Alves, R.C., Oliveira, M.B.P.P., 2016. Olive byproducts for functional and food applications: challenging opportunities to face environmental constraints. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 35:139-148.
- Ørskov, E., McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Sciences*. 92(2):499-503.
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucke, G., Swatsitang, P. Glover, W., 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*. 66(4):401–436.
- Rodis, P.S., Karathanos, V.T., Mantzavinou, A., 2002. Partitioning of olive oil antioxidants between oil and water phases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(3):596-601.
- Rowghani, E., Zamiri, M.J., Seradj, A.R., 2008. The chemical composition, rumen degradability, *in vitro* gas production, energy content and digestibility of olive pomace ensiled with additives. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 3(3):213-221.
- Sadeghi, H., Yansari, A.T., Ansari-Pirsarai, Z., 2009. Effects of different olive pomace by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *Int. J. Agric. Biol.* 11:39-43.
- Sansoucy, R., 1985. Olive by-product for animal feed. Review. *FAO Anim. Prod. Health*, No: 43, Rome.
- SAS, 1999. Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Sucu, E., Akbay, K.C., Şengül, Ö., Yavuz, M.T., Ak, İ., 2018. Effects of stoned olive pomace on carcass characteristics and meat quality of lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*. 42:533-542.
- Terramochia, S., Bartocci, S., Taticchi, A., Di Giovanni, S., Pauselli, M., Maurvaki, E., Urbani, S., Servili, M., 2013. Use of dried stoned olive pomace in the feeding of lactating buffaloes: effect on the quantity and quality of the milk produced. *Asian Australian Journal of Animal Science*. 26(7):971-980.
- Uribe, E., Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zamorano, M., Quispe-Fuentes, I., Pasten, A., Di Scala, K., 2014. Influence of process temperature on drying kinetic, physicochemical properties and antioxidant capacity of the olive-waste cake. *Food Chemistry*. 147:170-176.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*. 74(10): 3583–3597.
- Vasta, V., Luciano, G., 2011. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' product quality. *Small Ruminant Research*. 101:150-159.
- Visnjevec, A.M., Baker, P., Charlton, A., Preskett, D., Peeters, K., Tavzes, C., 2021. Developing an olive biorefinery in Slovenia: analysis of phenolic compounds found in olive mill pomace and wastewater. *Molecules*. 26(7):2-14.