

Derleme Makale/Review Paper

Zeytin yaprağı, pirina ve karasuyu gıda ve yem sektörlerinde değerlendirme çalışmaları

Evaluation studies of olive leaves, olive pomace and olive mill wastewater in food and feed sectors

Esin Toparlak^{1*}, Osman Kola²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, ANKARA, TÜRKİYE

²Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ADANA, TÜRKİYE
(Yazar sıralamasına göre)

¹ORCID ID: 0000-0001-7700-1309, Gıda Yük. Müh.

²ORCID ID: 0000-0003-0000-248X, Prof. Dr.

*Sorumlu yazar/Corresponding author: esin.toparlak@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi : 02.12.2021

Kabul Tarihi : 18.03.2022

Öz

Amaç: Bu makalede zeytinin çok değerli bir ürün olan zeytinyağına işlenmesi sırasında açığa çıkan üretim prosesi atık/yan ürünleri zeytin yaprağı, pirina ve karasuyun gıda endüstrisi başta olmak üzere farklı kullanım alanlarında değerlendirmesine yönelik yapılmış araştırmalar derlenmiştir.

Sonuç: Zeytinyağı üretimi atık/yan ürünleri, sahip oldukları içerik göz önüne alınıp kaynak olarak düşünüldüklerinde ve doğru kullanıldıklarında hem çevre kirliliğini önleme hem de ülkelerin ekonomisine katkı sağlama potansiyelindedir.

Anahtar kelimeler: atık; atık değerlendirme; zeytin karasuyu; pirina; zeytin yaprağı

Abstract

Objective: In this article, researches conducted on the use of the waste/by-products such as olive leaf, olive pomace and olive mill wastewater, which are produced during the processing of olive fruit into a very valuable product “olive oil”, in different areas, especially in the food industry were reviewed.

Conclusion: Olive oil production waste/by-products have the potential to both prevent environmental pollution and contribute to the country’s economy when their content is considered as a resource and when they are used correctly.

Keywords: waste; evaluation; olive mill wastewater; olive pomace; olive leaf

1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusu, gıda üreten fabrikaların sayısında ve bununla birlikte ortaya çıkan gıda atık miktarlarında artışa; sınırlı olan su ve toprak kaynaklarının ise kirlenmesine neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu atık sorunu karşısında bilim insanları, tarım endüstrisindeki girişimci ve işletmeciler atık miktarının azaltılmasına, gıda atıklarının değerlendirilmesine ve böylece kaynakların daha etkin kullanılmasına yönelik bir arayış içerisine girmişlerdir (Sümer vd., 2016).

Türkiye için önemli bir sektör olan zeytinyağı endüstrisinin atıkları; zeytin yaprakları, pirina

(zeytin küspesi) ve karasudur (Dalkılıç, 2018). Zeytin yaprağı hariç elde edilen atık içeriği üretim sistemine göre değişmektedir: 3-fazlı sistemde pirina ve karasu, 2-fazlı sistemde ise sulu pirina ve organik yükü düşük az miktarda atık su elde edilmektedir (Seçmeler ve Üstündağ Güçlü, 2016).

2. Zeytin ve zeytinyağı

2.1. Zeytin

Oleacea familyasının bir üyesi olan zeytin (*Olea europaea* L.) yüzyıllardır önemini yitirmeyen ve 20. yüzyılın bitkisi olarak gösterilen değerli bir bitkidir. Çeşide göre değişen büyüklükteki meyvenin yaklaşık %85’i etli kısım ve %15’i

çekirdektir. Etili kısmın en önemli bileşenleri yağ (%50-60'ı) ve su (%25'i), geri kalan kısmı protein, lif ve organik maddelerdir. Çekirdeğin ise yaklaşık %10'u yağdır (Akbaş, 2001).

Zeytinin, fizyolojik ve hücrel aktiviteyi etkileyerek canlılığın hayatta kalmasını ve zorlu yaşam koşullarına dayanma gücünü sağlayan biyoaktif bileşenlerce zengin olduğu bilinmektedir. Bu biyoaktif maddelerin başında fenolik maddeler gelmektedir. Ancak, zeytinden yağ üretimi sırasında bu fenoliklerin %90'ından fazlasının pirina ve karasuya geçtiği için değerlendirilemediği bildirilmektedir (Seçmeler ve Üstündağ Güçlü, 2016).

2.2. Türkiye'deki mevcut durum

Zeytin ve zeytinyağı, tarım sektörü için Türkiye'nin rekabet gücü olan önemli ürünlerdendir (Ticaret Bakanlığı, 2019). Türkiye'de, 2020 yılında 8,79 milyon dekar alanda 182.076.000 adet zeytin ağacı varlığı ile toplam 1,32 milyon ton zeytin üretimi gerçekleştirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). Türkiye'de zeytin yoğun olarak Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde yetiştirilmektedir. 81 ilin %45'inde (36 il) zeytin üretimine rastlanmaktadır (Akteş ve Özer, 2014; Akgün, 2012). 2017 yılı verilerine göre Türkiye'de zeytin üretiminin %78'inin yağlık, %22'sinin sofralık olarak yapıldığı belirlenmiştir (İlay vd., 2019). Türkiye'de zeytinyağı üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği iller arasında Balıkesir, Manisa, Çanakkale, İzmir, Aydın, Hatay ve Gaziantep sayılabilmektedir (Sümer vd., 2016). Uluslararası Zeytin Konseyi verilerine göre 2019-2020 döneminde dünya toplam zeytin üretiminde 3. sırada yer alan Türkiye'de, küresel zeytin üretiminin yaklaşık %14,2'sini gerçekleştirmiştir. Aynı dönemde küresel zeytinyağı üretimindeki payımız ise yaklaşık %7,2 olmuştur (Türkiye İhracatçılar Meclisi, 2020).

Türkiye'de konu ile ilişkili yasal düzenlemelere baktığımızda Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde çeşnili ve/veya aromalı zeytinyağları dahil, zeytinyağları ve pirina yağlarının kalite ve saflık kriterleri; natürel zeytinyağları ile ilgili duyu özellikleri yer almaktadır (Anonim, 2017). Karasuyun bertarafı, 2872 sayılı Çevre Kanunu ve 25687 sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği kapsamında gerçekleştirilmektedir. Bu yönetmelikte karasuyun alıcı ortama deşarj standartları parametreleri; Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), yağ-gres, renk ve pH olarak verilmiştir (Anonim, 2004). Pirina ile ilgili olarak da "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği"nde çeşitli

hükümler yer almakta ve uygulanmaktadır (Anonim, 2005).

3. Zeytinyağı üretimi

Zeytinyağı, zeytin ağacının belirli bir olgunluk düzeyine ulaşmış meyvelerinden elde edilen, oda sıcaklığında sıvı formda bulunan yemeklik bir yağdır. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (Anonim, 2017) ise sadece "zeytin ağacı, *Olea europaea* L. meyvelerinden elde edilen yağlardır" şeklinde tanımlanmaktadır.

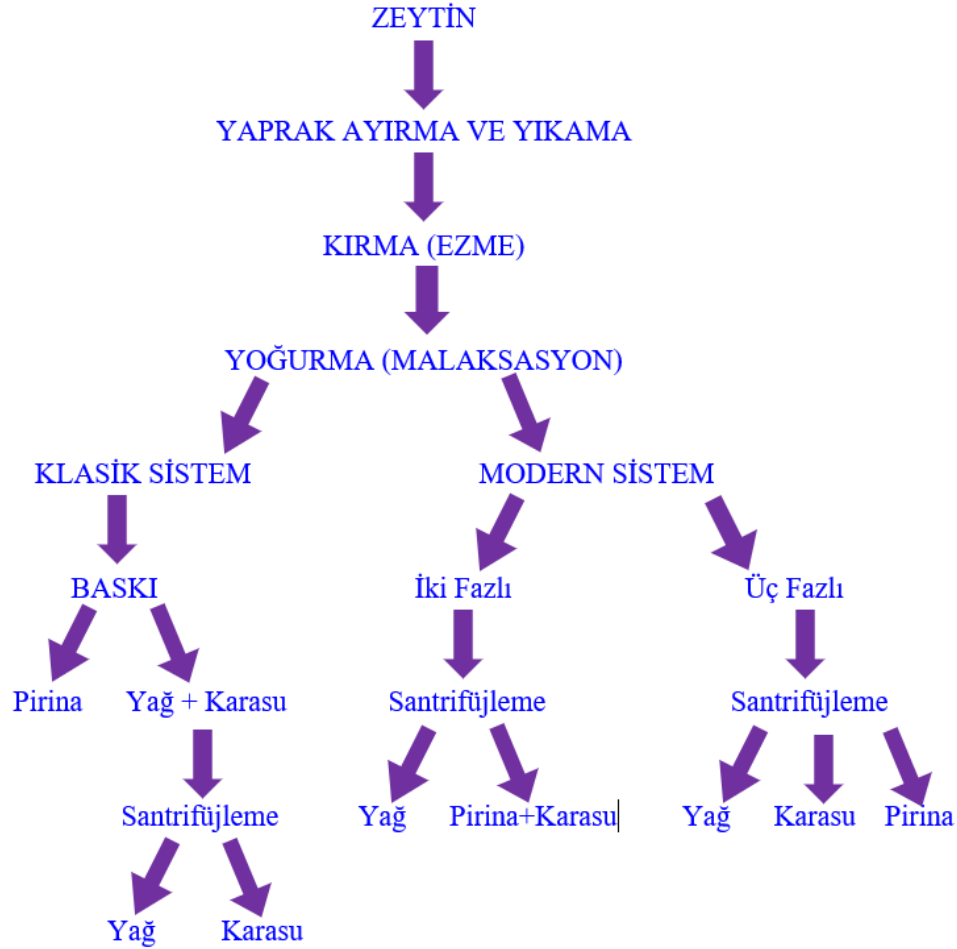
Zeytinyağı üretiminde kullanılmış ilk yöntem, zeytinlerin ayakla ezildikten sonra sıcak suyla yağının alınmasıdır. Daha sonraları zeytinin iki taş arasında ezilmesiyle yağ elde edilmesi yöntemini Romalılar bulmuşlardır. Zamanla "mengene" olarak tabir edilen ve ezilen zeytin hamurunun sıkıştırılması için Arşimet vidasının döndürülmesi ile oluşturulan basınçtan faydalanılan usule geçilmiştir ki bu günümüzde de halen kullanılmaktadır. Zeytinyağı üretiminde yeni dönem, 19. yüzyılda buharın kullanımıyla başlamıştır ve yüksek basınçla daha fazla zeytin işleme olanağı sağlanmıştır. Burada kullanılan hidrolik presler, teknolojiye ilerlemelerle dizel motoru ve elektrikle çalışabilecek şekilde geliştirilmiş ve günümüzde de kullanılan fiziksel ekstraksiyonun yapıldığı daha verimli ve en modern sistem olan kontinü (3-fazlı ve 2-fazlı) sistemlere gelmiştir (Gemicioğlu, 2016). Klasik (geleneksel-presleme) yöntem ve modern (kontinü-sürekli) sistemde zeytinyağı elde edilmesinde ana işlem basamakları Şekil 1'de verilmiştir.

Klasik yöntem; uygun olgunlukta hasat edilerek uygun şartlarda fabrikaya getirilen zeytinlerin dal, yaprak, toprak vb. yabancı maddeleri uzaklaştırıldıktan sonra kırma, yoğurma gibi ön işlemlerden geçirilmesiyle elde edilen zeytin hamuruna pres yardımıyla baskı uygulanması şeklindedir. Böylece sıvı fazı oluşturan yağ ve karasu katı fazdan ayrılmaktadır. Elde edilen yağ ve karasuyun ayrılması ise; yoğunluk farkı esasına dayalı santrifüjleme ya da dekantasyon kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Yüksek iş gücü gerektiren bu yöntemde sistemin maliyeti ve enerji tüketimi düşük, fakat ekipman bakımı zor ve pahalıdır.

Modern sistemler zeytin hamurundaki sıvı fazın (yağ ve karasu) katı fazdan yüksek hızla dönen santrifüjler-dekantörler yardımıyla alınması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde sistemin maliyeti ve enerji tüketimi yüksek ancak iş gücü gereksinimi düşüktür ve sistem otomasyona uygun olduğundan sürekli veya yarı sürekli olarak çalışır.

Santrifüjleme yöntemi; 3-fazlı ve 2-fazlı olarak sürdürülebilmektedir. Sistemler arasındaki farkı, sistemlerden elde edilen yağ içerikleri ortaya koymaktadır (Gemicioğlu, 2016). Atık bileşimi de

üretimde kullanılan yöntemle bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Seçmeler ve Üstündağ Güçlü, 2016).



Şekil 1. Klasik (geleneksel) ve modern (kontinü) sistemde zeytinyağı elde edilmesinde ana işlem basamakları (Anonim, 2021)

3-fazlı üretim; dekantasyon atıksuyu, pirina ve yağ olmak üzere 3 ayrı faz oluşturur. Dekantöre su ilave edildiğinden daha fazla atık su oluşur ve fenolik bileşiklerin çoğu bu atık suya geçer. Oluşan atık suyun kirlilik yükü çok yüksektir (Hocaoğlu, 2015).

2-fazlı üretim; sulu pirina ve yağ olmak üzere 2 ayrı faz oluşturur. Dekantöre su ilavesi olmadığından hem su tasarrufu sağlar hem de daha az atık su oluşur ve zeytin özsuyu pirina içinde kalır. Doğal antioksidan özelliğe sahip olan polifenollerin çoğu yağda kaldığından oksidatif stabilitesi daha yüksek ve daha dayanıklı zeytinyağı elde edilir. 3 fazlı üretime göre atık suyun kirlilik yükü daha düşük, oluşan pirina miktarı daha fazladır ve pirina daha nemlidir bu nedenle de çekirdek kolay ayrılır (Hocaoğlu, 2015).

Türkiye’de yaklaşık 1.000 adet zeytinyağı üreticisinin %71’i üretimde 3-fazlı yöntemi, %27’si ise 2-fazlı yöntemi kullanmaktadır. Zeytinyağı üretiminde; zeytin yaprağı, pirina ve karasu da oluşmaktadır. Pirina; çekirdek, kabuk ile posadan oluşur ve zeytin yaprağı gibi çeşitli yollarla ekonomiye geri kazandırılabilirdiği için yan ürün olarak kabul edilmektedir. Ticari getirisi olmayan karasu ise bir atık niteliğindedir (Hocaoğlu, 2015).

3.1. Zeytinyağı üretimi yan ürünleri

3.1.1. Zeytin yaprağı

Zeytin yaprağı, zeytin ağacının fonksiyonel değere sahip birçok biyoaktif bileşenini doğal olarak içeren yan üründür. Çoğunlukla zeytin

ağacının budanması, hasat edilmesi ve üretim faaliyetleri sırasında açığa çıkar ve polifenolik bileşikler bakımından oldukça zengindir. 1 ton zeytinin işlenmesi sırasında 50-100 kg zeytin yaprağı atığı oluşmaktadır. Türkiye'nin ortalama üretim miktarı göz önüne alındığında yıllık tahmini zeytin yaprağı atığı 46-94 bin tonu bulmaktadır (Seçmeler ve Üstündağ Güçlü, 2016).

3.1.2. Pirina

Pirina, zeytin meyvesinin etli kısmı ile zeytin çekirdeğinin posasından oluşur. Üretimde kullanılan yöntemlere göre nem içerikleri %25 ile %75 aralığında değişen üç tip pirina elde edilmektedir. 1.000 kg zeytinin işlenmesinden 2-fazlı üretimde yaklaşık 800 kg, 3-fazlı üretimde ise 550 kg pirina üretilmektedir. Zeytinin cinsine, yetiştirildiği bölgeye, yetiştirilme yöntemine ve zeytinyağı üretim prosesine göre pirinanın içeriği de değişiklik göstermektedir. Pirina; yüksek organik madde, yağ içeriği ve yüksek kalorifik değeri sebebiyle çeşitli amaçlarla değerlendirilebilmektedir. Ham pirina, zeytinlerin yağları alındıktan sonra oluşan ilk üründür ve solvent (hekzan) ekstraksiyonu ya da 2. sıkım yapılmak suretiyle yapısındaki yağ alınabilmektedir (pirina yağı). 100 kg yağlı pirinadan yaklaşık olarak 60-70 kg kuru pirina elde edilmektedir. Pirina bekletilmeden işlenirse elde edilen yağın yemeklik olarak kullanımı söz konusu olabilmektedir. Yağı alınmış pirina, kükürt içermediği ve düşük kül içeriğine sahip olduğu için enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Türkiye'de pirinanın %55-60 oranında pirina işleme tesisleri tarafından değerlendirildiği düşünülmektedir (Hocaoğlu, 2015).

3.1.3. Karasu

Zeytinlerin yağa işlenmesi prosesinde önemli miktarlarda zeytin atık suyu açığa çıkmaktadır. Organik ve mineral madde bakımından zengin, asidik nitelikte, kuvvetli zeytinyağı kokusuna sahip, koyu kahverengi-menekşe tonlarında ve hatta siyaha yakın renkte olan bu sıvı renginden dolayı halk arasında "karasu" diye anılmaktadır. İspanya'da "Alpechin" denilen bu atık su, literatürde "Olive Mill Wastewater" (OMW) veya "Vegetation Water" (VW) şeklinde ifade edilmektedir (Akbaş, 2001).

Karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri; üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürünün o yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine ve ekstraksiyon

metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Zeytin karasuyu kütleye %83-96 su, %3,5-15 organik maddeler, %0,5-2 mineral tuzlardan oluşmaktadır. Organik kısım ise şeker, azot bileşikleri, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, polifenoller ve karasuya koyu rengi veren tanenleri içermektedir. Önemli miktarda potasyum, magnezyum ve fosfat tuzları, lipit içerir, karbonhidratça zengindir (Çelik vd., 2008).

Zeytin karasuyunun çok yüksek derişimlerde Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Askıda Katı Madde (AKM), yağ ve gres ile fitotoksik özelliği olan çeşitli fenol ve polifenol bileşikleri içermesi, önemli bir kirlilik potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Çelik vd., 2008).

Zeytin karasuyu, yağ içeriği sebebiyle alıcı ortamlarda su yüzeyine yayılarak suyun oksijen alımını ve güneş ışını geçişini azaltarak ortamdaki bitkisel ve hayvansal yaşamın (flora ve fauna) normal gelişimini engellemektedir. Ayrıca, yüksek organik madde içeriği nedeniyle çözülmüş oksijenin tüketilmesine de neden olmaktadır. Bu tür olumsuzluklara sahip olan bir atığın bertarafı büyük önem arz etmektedir. Türkiye'de karasuyun bertarafında buharlaştırma lagünü kullanımı %89'dur. Geriye kalan %11'lik kısım ise vidanjörle taşınmakta veya kanalizasyona deşarj edilmektedir. Ancak buharlaştırma lagünü kullanımı, alan gereksiniminin yüksek olması, organik madde gideriminin düşük olması; karasu bileşimindeki uçucu toksik maddelerin buharlaşmayla havaya karışması ve üretim dönemi yağışların yoğun olduğu aylarda gerçekleştiğinden lagünlerde meydana gelen taşmalarla yeraltı sularının kirlenmesi gibi önemli dezavantajlara sahiptir (Hocaoğlu, 2015).

4. Değerlendirme çalışmaları

Dünyada zeytinyağı üretimi yan ürünlerini/artıklarını değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalara baktığımızda; biyodizel, biyogaz, biyoetanol, biyohidrojen, pelet gibi alternatif enerji üretimi; hayvan beslemede yem/yem katkı maddesi; tarım arazilerinde toprak düzenleyici, gübre, kompost; gıda alanında jelleştirici, fonksiyonel gıda

üretiminde zenginleştirici katkı maddesi; ilaç, nutrasötik, kozmetik alanında koruyucu madde ve doğal nemlendirici olarak kullanımı ile biyoteknolojik uygulamalar (biyoplastik / biyopolimer, biyolojik yüzey aktif madde ve lipaz üretimi gibi) dikkati çekmektedir. Bunlardan biyoaktif maddelerin geri kazanımı ile nutrasötik maddeler, gıda ve kozmetik ürünleri üretimine (kapsül, sıvı ekstrakt, toz, çay, krem) yönelik araştırmalar son yıllarda daha çok ilgi uyandırmakla birlikte çevresel, sosyal, ekonomik ve sağlık açısından da önemli görülmektedir (Seçmeler ve Üstündağ Güçlü, 2016).

4.1. Zeytin yaprağının değerlendirilmesi

Zeytin hasadında, zeytin ağacının budanması ve işlenmesi sırasında oluşan zeytin yaprağı atıklarının zeytin yetiştiriciliği yapan pek çok bölgede, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ve/veya yakacak olarak kullanıldığı bilinmektedir. Zeytin yaprağı ile ilgili çalışmalar, 1900'lü yılların başlarında zeytin yaprağının yapısındaki en etkin temel bileşen olan "oleuropein" (60-90 mg/g) maddesinin izole edilmesiyle birlikte hız kazanmıştır (Özçimen vd., 2010). Zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşikler; fenolik asitler ve türevleri, fenolik alkoller ve flavanoitlerdir (Bayram vd., 2020). Zeytin yaprağının sahip olduğu pek çok farmakolojik özellikten (antimikrobiyal, antioksidan, hipoglisemik vb.) bu maddelerin sorumlu olduğu bilinmektedir.

4.1.1. Zeytin yaprağının gıda sektöründe kullanım olanakları

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın "Bitki Listesi"nde (Anonim, 2022) yer alan zeytin yaprağının, gıdalarda kullanımında herhangi bir kısıtlama bulunmamaktadır. Günümüzde çay şeklinde tüketilmek üzere, ekstrakt ya da kapsül formunda direkt kullanılmak üzere veya öğütülmüş toz formda çeşitli zeytin yaprağı ürünlerine piyasada sıklıkla rastlanmaktadır.

Zeytin yaprağından yapılan çay, Eski Mısırlılardan beri tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. Zeytin yaprağı çayı kafein içermez ve hipertansiyon vakalarında kan basıncını düşürmeye; koroner damarları genişletip, kan akışını arttırarak kalp atışını düzenlemeye yardımcı olur. Kötü kolesterol

(LDL) düzeylerini düşürerek kalbin çok daha sağlıklı bir ritme ulaşmasına yardımcı olur. Zeytin yaprağı ekstresinin, yeşil çayın antioksidan kapasitesinin iki katına ve C vitamini içeriğinin dört katına sahip olduğu bildirilmektedir. Bu çay vücudunuzun kanserojen ve zararlı kimyasallardan arındırılmasına da yardımcı olmaktadır (Amany ve Shaker,2018).

Sodyum benzoat gibi kimyasal koruyucu katkı maddelerine alternatif olarak zeytin yaprağı ekstraktının (ZYE) salçalarda doğal koruyucu olarak kullanım olanağını değerlendirdiği çalışmada Eraslan (2017), ZYE'nin kullanıldığı biber salçası örneklerinde mikrobiyal gelişimin daha az olduğunu tespit etmiş olup salça örneklerinde Koliform ve *S. aureus*'a rastlanmadığını bildirmiştir. Bu sonuçlar; zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşiklerin mikroorganizmaların gelişimi üzerine engelleyici ve geciktirici etkileri olduğunu (antifungal ve antimikrobiyal) kanıtlar niteliktedir.

Fırınlanmış atıştırmalıklarda yağ oksidasyonunu düşürmek için zeytin yaprağı ekstraktının kullanıldığı bir araştırmada ZYE ilavesinin oksidasyonla ilişkili uçucu bileşiklerde %27'lik bir azalma sağladığı; normal depolama koşullarında indüksiyon süresi, antioksidan aktivite ve duyuşal özellikleri geliştirdiği bildirilmiştir (Difonzo vd., 2018).

Kronakii çeşidi zeytin yaprağının preslenmesiyle elde edilen konsantre ham zeytin yaprağı suyu, ayçiçeği yağına dört farklı düzeyde olacak şekilde ilave edilerek art arda 5 gün boyunca 180±5°C'de aralıklı olarak ısıtılarak bazı fiziksel ve kimyasal özellikler açısından ısıtılmamış kontrol örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Isıtılan ayçiçeği yağlarına zeytin yaprağı suyu ilavesinin, ayçiçeği yağı stabilitesini arttırmada dikkate değer bir antioksidan aktivite sağladığı belirlenmiştir (Faray vd., 2007). Ticari mısır yağının zeytin yaprağı ve limon balsamı özleri eklenerek polifenoller açısından zenginleştirildiği diğer bir araştırmada toplam fenolik içeriğin saf mısır yağına nazaran sırasıyla 9,5 ve 2,5 kat arttığı; Karotenoit (TCC) ve klorofil içeriği bakımından ise zeytin yaprağı ekstresinin

kaliteyi daha iyi arttırdığı belirlenmiştir (Şahin vd., 2017a).

Başka bir çalışmada zeytinyağı örneklerine iki farklı dönemde hasat edilen (yaz ve sonbahar) zeytin yapraklarından elde edilen ekstraktlar 1.000-1.500 ppm düzeylerinde eklenerek toplam fenolik madde ve karotenoid içeriği, oleuropein, α -tokoferol, antioksidan aktivite, peroksit değeri gibi yağ kalite parametreleri açısından incelenmiştir. Hasat zamanına göre yaprak bileşiminde değişiklikler olabildiği, örneğin sıcak yaz günlerinde fenolik bileşik konsantrasyonunda azalma eğilimi olduğu belirtilmiştir. Doğal antioksidan zeytin yaprağı ekstraktının zeytinyağına ilavesinin hem yağ stabilitesini hem de incelenen kalite parametreleri açısından (tokoferol, karotenoit, klorofil içeriği ve peroksit değeri) yağ kalitesini arttırdığı bildirilmiştir (Şahin vd., 2017b).

Araştırmalardan elde edilen bulgular; zeytin yaprağının mısır, soya, ayçiçeği ve kanola yağı gibi rafine yemeklik yağlara eklenmesinin, daha yüksek antioksidan içerik ve oksidatif stabiliteye sahip ve daha fonksiyonel özellikte yağ eldesine izin verdiğini göstermektedir. Örneğin zeytin yaprağı ekstraktı ilaveli mısır yağlarında toplam fenolik maddede 9,5 kat, antioksidan aktivitede ise 14 kat artış belirlenmiştir (Bayram vd., 2020).

Zeytin yaprağını et ve et ürünleri sektöründe değerlendirmeye yönelik yapılan bir çalışmada ZYE 100-200 $\mu\text{g/g}$ et olacak şekilde dana kıyması örneklerine eklenerek yapılan köfteler modifiye atmosfer paketlenme (%80 O₂, %20 CO₂) ile pakatlandıktan sonra 4°C'de 12 gün depolandığında oksidasyon derecesi göstergesi olan TBA değerinde %41-80 aralığında düşüş, ürün renk değerlerinden a değerinde ise aerobik olarak paketlenmiş ve MAP örneklerde a değerinde sırasıyla %22 ve %56 artış olduğu bildirilmiştir (Hayes vd., 2010). ZYE'nin köftelere eklendiği bir diğer araştırmada; ZYE katkılı köftelerde duyuşal olarak herhangi bir olumsuzluk olmadığı, raf ömrünün olumlu yönde etkilendiği ve *S. typhimurium*, *E. coli* O157:H7 ile *S. aureus* düzeylerinde önemli azalmalarla mikrobiyolojik kaliteyi iyileştirdiği tespit edilmiştir (Gökmen vd., 2016). Zeytin yaprağı

ekstraktı ve zeytin yaprağı tozu zenginleştirme amacıyla kıyma örneklerine 100-150 μg fenolik bileşik/g et oranında eklendikten sonra çiğ ve pişmiş (100°C'de su banyosunda 15 dk) halde alüminyum folyo ile paketlenerek buzdolabında 12 gün boyunca depolanarak ürün kalitesi ve stabilitesine etkileri incelenmiştir. Sonuçta, TBA değerlerinde (%25-65 aralığında), metmyoglobin oluşumunda, depolama ve çözünme kayıplarında azalmalar olduğu saptanmıştır (Aouidi vd., 2017). Fermente sucuklara zeytin yaprağı ekstraktı (0; 125; 250 ve 500 ppm) ilave edilmesinin hem serbest yağ asitliği ve TBA değerlerinde hem de laktik asit bakteri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarında azalma ile sonuçlandığı belirlenmiştir (Bayram vd., 2020).

Sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalığı filetolarına ZYE uygulandıktan sonra 4°C'de depolama sırasında mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiş; ZYE ile ürünün raf ömrünün arttığı ve duyuşal özelliklerinde olumsuz bir değişiklik olmadığı bu nedenle de doğal koruyucu olarak su ürünlerinde kullanılmasının önerilebileceği bildirilmiştir (Mutlu ve Bilgin, 2016).

Zeytin yaprağı ve ekstraktlarının süt ürünlerinde de kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Belirli oranda zeytin yaprağının; fermente süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini, çiğ sütün yapısındaki *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* gibi doğal bakterilere etki etmeden arttırabildiği bildirilmektedir (De Leonardis vd., 2008). %12 kayısı püresi ve hacim/ağırlık oranlarında %0,1, %0,2 ve %0,4 Zeytin Yaprağı Ekstraktı (ZYE) kullanarak hazırladığı meyveli yoğurtlarla yaptığı çalışmasında Peker (2012), ZYE ilavesinin meyveli yoğurtların kimyasal ve fiziksel parametreleri üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını, ancak duyuşal açıdan kontrol örneğine göre daha fazla puan aldığını belirlemiştir. Ayrıca ZYE ilaveli yoğurtların antioksidan kapasitesinin depolama süresince kontrol örneğine göre yüksek olduğunu ve ZYE'nin yoğurt bakterilerinden *S. thermophilus* için aktivatör özelliği gösterdiğini tespit etmiştir.

4.1.2. Zeytin yaprağının hayvan beslemede kullanımı

Zeytin yaprakları protein bağlayan kondanse tanin içeriği nedeni ile çeşitli şekilde kurutularak hayvan beslemede kullanılmıştır. Kurutma işlemleri ile tanin içeriği azaldığı gibi içerdiği besin madde sindirilebilirlikleri de olumlu etkilenmiştir (Dalkılıç, 2018)

Zeytin yaprağı ekstraktlarının erkek ve dişi tavşanlarda glikoz ve lipit profiline etkisinin incelendiği çalışmada, ZYE verilen gruplarda kan şekeri seviyesinde ve erkek tavşanlarda kötü kolesterol seviyesinde (LDL-C) önemli bir düşüşe; her iki cinsiyette de iyi kolesterolde (HDL-C) önemli bir artışa neden olmuştur. (Sultan ve Abdl-Alrhman, 2006).

Özdemir ve Azman (2013) yaptıkları araştırmada bildircin karma yemlerine 80 ve 120 ppm Oleuropein (OLE) olacak şekilde ZYE ilave etmişlerdir. Ve incelenen gruplar arasında canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı, ortalama günlük yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı (YYO) bakımından farklılık tespit edilmezken ($P>0,05$), OLE-120 grubunun yumurta ağırlığı ($P<0,01$) ve yumurta randımanının istatistiksel olarak daha düşük olduğunu saptamışlardır ($P<0,001$).

Süt hayvanlarında zeytin yaprakları kullanımı ile performans olumsuz etkisi olmadan süt kalitesini değiştirdiği tespit edilmiştir. Laktasyondaki koyun ve keçilerde kaba yem olarak zeytin yaprağı kullanımının sütte yağ asidi profilinde özellikle oleik ve linoleik asitte artış sağladığı dikkat çekmiştir (Dalkılıç, 2018)

4.2. Pirinanın değerlendirilmesi

Gıda sektöründeki kullanımları, pirina yağı ve yakıt elde edilmesi, çeşitli teknolojiler kullanılarak pirinadan enerji eldesi, yağı alınarak kozmetik gibi çeşitli sektörlerde kullanılması, hayvan beslemede değerlendirilmesi ve pirinadan kompost elde edilmesi pirina değerlendirme yöntemleri olarak sayılabilmektedir (Hocaoğlu, 2015).

4.2.1. Pirinanın gıda sektöründe kullanım olanakları

Suárez vd. (2010), sızma zeytinyağını zenginleştirmek amacıyla pirinadan ekstrakte

ettikleri fenolik bileşiklerini kullandıkları çalışmalarında ekstrakt eldesinde kullanılan etil asetat nedeniyle pirinalı örneklerin kötü tat ve kokuda olduğunu; ancak toplam fenolik madde miktarı, oksidatif stabilite, acılık indeksi, klorofil ve karotenoit miktarının önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.

Fonksiyonel gıdalar sektöründe en çok tercih edilen ürünler arasında, tahıl ürünleri ikinci sırada yer almaktadır. Fonksiyonel ekmek elde etmek amacıyla genellikle diyet lif ve polifenollerce zenginleştirme uygulanmaktadır. Cecchi vd. (2019) kurutulmuş pirina ile zenginleştirilmiş ekmeği duysal açıdan ele almışlardır. Ekmek iç renginin zenginleştirmeden olumsuz etkilendiğini (daha gri ve koyu hale geldiği), pirinalı ekmeklerde iç sertlik, kırıntı ve çignenebilirliğin yüksek, mayalanma derecesinin ise kontrolden daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Ekmeğin duysal ve besinsel karakteristikleri üzerine zeytinyağı atıklarının etkisini incelemeye yönelik yapılan bir başka araştırmada pirinalı örneklerdeki polifenollerinin glisemik yanıtı ve biyo-erişilebilirliği de incelenmiştir. Pirinanın *in vitro* ortamda fenolik içeriği kararlı bulunduğundan zenginleştirmenin glisemik indeksi azalttığı, ekmek kabarcık oluşumunu etkilediği, tat ve renk açısından kontrol örneğiyle küçük farklılıklar olsa da %10 zenginleştirilmiş ekmeğin genel olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Cedola vd., 2019). Pirinayı bileşimi nedeniyle fonksiyonel madde olarak bisküvi ve ekmek formülasyonlarında kullandıkları çalışmalarında araştırmacılar; pirina ile yapılan zenginleştirmenin özellikle mayalanmış ürünler olmak üzere tüm ürünlerde fenolik içerik bakımından artış sağladığını, maya fermantasyonunun tokoferol konsantrasyonunu da artırdığını belirlemişlerdir (Di Nunzio vd., 2020). Glutensiz galeta formülasyonunda kaliteyi arttırmak için mısır unu yerine %1, %2 ve %3 oranında zeytin küspesi tozu ekleyerek dokusal, duysal ve besinsel özellikler üzerindeki etkisini değerlendiren De Gennaro vd. (2022) zenginleştirilmiş numunelerde zeytin küspesi oranı yükseldikçe yağ, kül, nem ve toplam diyet lif miktarında artış; sertlikte

azalış ile genel beğenide bir iyileşme olduğunu belirlemişlerdir.

Yapılan başka bir çalışmada pirina tozu, formülasyondaki buğday irmiğiyle yer değiştirilerek 5 g/100 g ve 10 g/100 g olacak şekilde makarna üretiminde kullanılmıştır. Pirina içeriğindeki diyet lif nedeniyle zenginleştirilmiş makarnaların pişirme süresi azalmış, pişme kaybı ve su emilimi artmıştır. Yapışkanlık, sertlik ve kızarıklıkta (a*) artış, b* renk değerinde (sarılık) bir azalış görülmüştür. Pirina varlığı örneklerin nişasta fraksiyonlarının sindirilebilirliğini de olumlu etkilemiştir (Simonato vd., 2019). Makarna üzerine yapılan bir başka çalışmada pirina kurutulup öğütülerek un haline getirildikten sonra ağırlıkça %10 ve %15 oranlarında hamura eklenerek makarnanın kimyasal bileşim, pişirilme ve duyu kalitesine etkileri irdelenmiştir. Pirina katkılı numunelerin lif, tokoferol ve karotenoidlerce daha zengin ve %10 katkılı makarnaların daha kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Daha sonra kaliteyi arttırmak amacıyla farklı konsantrasyonlarda transglutaminaz ilavesi denenmiştir. %0,6 transglutaminaz ilavesinin makarnaların elastikiyet, yapışkanlık ve hacimlilik açısından genel kalitesini artırdığı bulunmuştur (Padalino vd., 2018). Kurutulmuş pirinanın, yumurtalı makarnaya eklenerek duyu özellikleri açısından incelendiği başka bir çalışmada zenginleştirilmiş makarnanın renk, renk stabilitesi, zeytinyağı ve buğday unu lezzetindeki artışla kontrol makarnasından farklı olduğu saptanmıştır (Difonzo vd., 2020).

Lin vd. (2017) tarafından beyaz un(A) ve pirina tozu(B) sırasıyla 100(A):0(B), 90(A):10(B), 85(A):15(B) ve 80(A):20(B) oranlarında karıştırılarak bisküvi yapılmış, doku ve görünüş bakımında yüksek kabul edilebilirlikte, diyet lif bakımından zengin, daha düşük glisemik indeks ve enerji değerinde bisküviler elde edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada araştırmacılar %5 kurutulmuş pirina ile hazırladıkları atıştırmalıklarla (granola bar) kontrol örnekleri arasında aroma bakımından anlamlı bir fark olmadığını, sadece acılık ve renk özelliklerinin örnekleri farklılaştırdığını bildirmişlerdir (Cecchi vd., 2019).

Muño vd. (2017)'nin pirinanın et ürünlerinde kullanımına yönelik olarak İspanya'da yaptıkları çalışmada, Omega 3 yağ asitleriyle zenginleştirilmiş yüksek oksijenli MAP ambalajlı kuzu eti köftelerinin buzdolabı koşullarında 9 gün depolanması sırasında oksidatif stabilite ve duyu özelliklerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre pirina ekstraktının köftelerde doğal antioksidan olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Ekstrakt ilavesiyle köftelerin yağ ve protein oksidasyonu azalmış, kabul edilebilir renk stabiliteyi 3 gün daha uzamıştır.

Kuru pirina unu, zenginleştirme ve kalite özelliklerini artırma amacıyla balık burgerlere eklendiğinde fenolik içerik ve antioksidan aktiviteyi artırırken özellikle pişirilen burgerlerde renk, doku, koku ve tatta (polifenoller nedeniyle) bozulmalara neden olmuştur (Cedola vd., 2017).

Pirinadan gıdalarda jelleştirici ve kıvam verici olarak kullanılan kompleks bir polisakkarit olan pektinin geri kazanımına yönelik çalışmalar da mevcuttur. 2015 yılında yapılan bir çalışmada 160°C (30, 45 ve 60 dk) ısı işlem görmüş pirinadan etil asetat ekstraksiyonuyla pektin elde edilmiş ve ticari olanlarla kıyaslanmıştır. Pirina pektininin düşük su tutma ve yüksek yağ tutma kapasitesiyle emülsiyon stabilitesi olarak elma pektinine benzer olduğu, in-vitro denemelerde ise serum kolesterol seviyesini düşürmeye ve bağırsak kanseri riskini azaltmaya katkıda bulunabileceği belirlenmiştir (Rubio-Senent vd., 2015).

Pirinadan mikrobiyal fermantasyonla (30°C'de 120 saat) doğal aroma maddelerinin üretilmesi olanaklarının araştırılmasına yönelik bir çalışmada *Torulaspota delbrueckii*'nin pirinadan gül ve nane; *Trichoderma atroviride*'nin ise mantar ve 2-oktenol (yanık aroma) ürettiği belirlenmiştir (Güneşer vd., 2014).

Aktif ambalajlama, ürünü dış etkenlerden korumada bariyer olarak kullanılan ambalaj materyaline ekstra özellikler kazandırılması olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde bilim insanları gıda kayıplarını azaltabilen çevre

dostu ambalajlar geliştirmeye yönelmişlerdir. Pirinanın antioksidan özelliği yüksek olduğundan ambalaj sektöründe de kullanımına yönelik denemeler yapılmaktadır. Bunlardan birinde De Moraes Crizel vd. (2018) pirinayı -40°C 'de liyofilize edip, öğütüp eledikten (500 nm'den küçük parçacıkları ayırmak için) sonra kitosan filmlere farklı konsantrasyonlarda (%10, %20 ve %30) ilave ederek antioksidan, optik, bariyer ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Pirina ilavesiyle antioksidan özelliğin geliştiğini, kitosan filmin daha pürüzlü bir hal aldığını ve gerilme mukavemetinin arttığını (%10 pirina konsantrasyonunda); %30 pirina unu içeren filmlerin, fındıkları oksidasyona karşı korumada 31 gün etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada pirina ilaveli kitosan kaplama soğuk depolanmış çilekte kullanılıp ticari kaplamayla kıyaslanırken kaplanmamış meyveler kontrol örneğini oluşturmuştur. Kontrol meyvelerinde çürüme alanı ve lipit peroksidasyonu göstergesi olan malondialdehit miktarının pirina katkılı filmlerle kaplanmış örneklerle kıyasla önemli düzeyde arttığı gözlenmiştir (Lammi vd., 2018).

Tek kullanımlık tabak, çatal, bardak gibi ürünlerde kullanılan biyoplastiklerin üretiminde pirinanın kullanımına dair Türkiye'de yapılan bir çalışmada; pirinadan önce %10 (ağırlık/hacim) KOH kullanılarak alkali ekstraksiyon yöntemiyle selüloz ve hemisellüloz fraksiyonları özütlenmiş sonra suda çözünür hemisellüloz fraksiyonundan doğrudan ve plastikleştirici olarak sorbitol eklenerek biyofilm üretimi denenmiştir. En iyi sonucun, %10 (ağırlık/hacim) sorbitol eklenerek elde edildiği bildirilmiştir (Demir ve Sutay Kocabaş, 2014).

4.2.2. Pirina yağı

Pirinadan ekstraksiyon işlemi ile yağ elde edilmektedir ancak bu işlem bekletilmeden yapılmalıdır. İki çeşit pirina yağı vardır; rafine pirina ve karma yağ. Rafine pirina yağı, yağın doğal yapısında değişiklik yapmadan rafine edilmesi sonucu oluşur. Karma pirina yağı ise, doğrudan gıda olarak tüketebilecek natürel

zeytinyağı ile yemeklik rafine yağın karışımıdır (Hocaoğlu, 2015).

Pirinanın yapısındaki yağ ikinci kalite tüketilebilir yağ olarak adlandırılmaktadır. Pirinanın nem içeriği kurutma ile %10'a düşürüldükten sonra çözgen ekstraksiyonu (genellikle n-hekzan) ile elde edilmektedir. Pirina döner tip kurutucularda $400-800^{\circ}\text{C}$ aralığında değişen sıcaklıklarda kurutulmaktadır. Bu esnada şekerlerin polimerleşmesi ve yanma dumanlarının etkisiyle poliaromatik hidrokarbonlar (PAH) ortaya çıkmaktadır. Gıdaların yüksek sıcaklıkta işlenmesi sırasında oluşabilen bu kanserojen maddeler kurutulan pirina için önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır (Baysan vd., 2017).

4.2.3. Pirinanın hayvan beslemede kullanımı

Türkiye'deki büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları ile bunların beslenmesi için gerekli olan ortalama kaba yem miktarları dikkate alındığında ciddi bir kaba yem açığının bulunduğu ve bu açığı kapatmak amacıyla yem maliyetlerini de düşürebilecek pirina gibi bazı yan ürünlerin kullanımının önemli bir alternatif olacağı düşünülmektedir (Hocaoğlu, 2015). Ancak bilindiği üzere zeytin hasadı ve dolayısıyla pirina üretimi yılda bir kez ve belirli aylarda yapılmaktadır. Bu nedenle pirinanın yıl içerisinde hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılması için kısa süre içerisinde yağı alındıktan sonra silajlarının yapılması ya da uygun silolama tekniklerinin kullanılarak saklanması gerekmektedir (Boğa, 2017).

Zeytinyağı üretiminin diğer yan ürünlerine nazaran hayvan beslemede pirina kullanımı daha yaygındır ancak kimyasal bileşimi, hayvan beslemede kullanımını etkilemektedir (Boğa, 2017). Pirinanın lif içeriği yüksek, ham protein miktarı ise düşüktür. Pirinanın büyük çoğunluğu organik maddeden oluşmaktadır. 2-faz pirinanın kısa sürede oksitlenmemesi nedeniyle hayvan yem maddesi olarak değerlendirilme potansiyeli daha yüksektir (Baysan vd.,2017). Kurutulmuş pirina (%10) ile beslemenin süt sığırlarında süt ve peynirin özelliklerine etkilerini belirlemeye yönelik yapılmış çalışmada; yağ asidi bileşimi, toplam tokoferol ve hidroksitirozol içeriği bakımından

pirinalı beslemenin daha iyi olduğu, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde artış, doymuş yağ asitlerinde ise bir azalış olduğu, duyuşal olarak kontrol örneği ile fark olmadığı ve hatta daha kaliteli süt elde edildiği bildirilmiştir (Castellani vd., 2017). Pirina yüksek selüloz, tanen ve fenolik bileşikler içerdiği için rumende selüloolitik mikroorganizmalara zarar verse de ruminant hayvanlarda alternatif yem olarak rasyonun %15'ine kadar performansa zarar vermeden kullanılabilir (Dalkılıç, 2018).

Zeytin küspesinin (pirina) düşük kaliteli yemleri daha iyi değerlendirebilen küçükbaş hayvanları beslemedeki kullanımı, gereksinimleri daha yüksek olan verimli süt ineklerindeki oranla daha uygundur. Chiofalo vd., (2004) pirinayı tek ve E-vitamiyle kombine şekilde süt rasyonlarının beslenmesinde kullanarak süt verimi, süt bileşimi, yağ asidi kompozisyonu ve pıhtılaşma özelliklerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. 15 günlük periyotlarla aldıkları örneklerin analiz sonuçlarına göre; en yüksek protein ve kazein yüzdelerine kontrol örneklerinde rastlanmıştır. Pirina ilavesi süt veriminin yanında sütte yağ oranı miktarı ve kalitesini arttırmış, E- vitaminli pirina grubunun pıhtılaşma süresi azalmıştır ve böylece bir yandan atık bir ürün geri kazanılmış bir yandan da rasyon maliyeti düşürülmüştür. Başka bir çalışmada, konsantre yeme %35 oranında çekirdeği alınmış pirina ilavesiyle 40 gün boyunca beslenen kuzuların etinde çoklu-doymamış yağ asitleri ve vitamin E düzeyleri ile etin oksidatif stabilitesi ve raf ömrünün arttığı bildirilmiştir (Luciano vd., 2013). İki farklı konsantrasyonda (%15 ve %30) pirina içeren yemlerle 50 gün boyunca beslenen kuzularda canlı ağırlık, karkas karakteristikleri ve etlerinin kimyasal yapısına pirinanın etkisi araştırıldığında, %15 pirinanın günlük canlı ağırlık artışı ve karkas ağırlığına olumsuz etkisi olmadığı görülmüştür (Boğa, 2017).

Tavuk beslemede pirina kullanımına dair bir araştırmada ise kontrol diyeti, düşük doz ve yüksek doz pirina olmak üzere üç farklı diyetle beslenen tavuk gruplarının artan pirina konsantrasyonuna paralel olarak büyüme oranları da artmıştır. En yüksek seviyede pirina

uygulanması, etin antioksidan durumu ve oksidatif stabilitesini pozitif etkilemiştir. Tavuk etlerinde tüketiciler tarafından duyuşal açıdan farklılık algılanmamıştır (Branciaro vd., 2017). Başka bir çalışmaya göre, yumurta tavukları pirina takviyeli yemle beslendiğinde yumurta sarısındaki kolesterol seviyesi kontrol yumurtalarından daha düşük bulunmuştur (Difonzo vd., 2020).

Pirinanın %3 oranında melas ile silajının yapılması ile iyi bir silaj kalitesi elde edilmiş ve ruminantlarda protein kullanımını ve mikrobiyel protein sentezini sınırlandıran polifenol içeriğinde %40 azalma oluşturduğundan ruminant beslemede daha rahat kullanılabilir (Dalkılıç, 2018).

4.3. Karasuyun değerlendirilmesi

Türkiye'de mevzuat gereği karasuyun alıcı ortama deşarj parametrelerini sağlaması ve bunun için de artırılması gerekmektedir. Karasuyun arıtımında ve bertaraf edilmesinde; doğal arıtma, fiziksel arıtma, kimyasal arıtma, biyolojik arıtma, elektroliz yöntemi, karasu çamurunun stabilizasyonu, fermantasyona tabi tutularak değerli son ürünlere dönüştürme, tek hücre proteini elde etme, buharlaştırma, membran prosesleri ile arıtma gibi yöntemler uygulanmaktadır.

Karasuya farklı yöntemler uygulanarak gıda endüstrisinde, lagünlerde buharlaştırmada, kompost üretiminde, sulamada, katı yakıt ve gübre olarak değerlendirilmeye çalışılmaktadır (Uzun ve Seferoğlu, 2017).

Karasuda yüksek oranda bulunan ve arıtımını zorlaştıran fenolik bileşikler, insan sağlığı için faydalı antioksidan özellik taşıyanlardır (İnan vd., 2013). Antioksidanlar, hücrelerin dış etkenlerden korunması ve sağlıklı yaşamlarına devam edebilmesi için son derece önemli maddelerdir. Gıda endüstrisinde doğal antioksidanlar olarak enzimlerin kullanımı çok yaygındır. (Değirmenbaşı, 2016).

Elibol vd., (2008) yılında yürüttükleri projede, karasuyun 1:1 oranında çeşme suyuyla karıştırıp içerisine %1 maya özütü (YE) ve %1 oranında mısır yağı ilave ederek dört farklı mikroorganizma (*Rhizopus oryzae*, *Circinella sp.*, *BIM*, *Streptomyces sp.*, *EUB* ve *Starmerella*

bombicola) ile fermantasyona tabi tutmak kaydıyla lipaz üretiminde substrat olarak kullanımını incelemişlerdir. Fermantasyon sıvısından saf lipaz elde etmişler ve lipaz üretimi için ortama azot ilavesinin yapılmasının gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Zeytin karasuyundan *Rhodotorula glutinis* mayası kullanılarak mikrobiyal lipit ve yüksek aktiviteli mikrobiyal kaynaklı süperoksit dimutaz (SOD) ve katalaz (KAT) enzimleri üretilmesi çalışmasında; gliserol eklenen zeytin karasuyu ortamında çoğalan hücrelerde kuru hücre başına üretilen toplam lipit miktarı %52 (a/a) olarak bildirilmiştir. Ayrıca *R. glutinis* tarafından zeytin karasuyu ortamında üretilen enzimlerin aktivitelerinin aynı mayanın sentetik ortamlarda ürettiği aynı enzimlerin aktivitelerine yakın olduğu belirlenmiştir (Takaç, 2015). *Aspergillus oryzae* ile nötral proteaz zeytin kekinden üretilen enzimler arasındadır (Değirmenbaşı, 2016).

Lakkaz, gıdaların renklerinin artırılması, kâğıt ve kâğıt hamurundan ligninin ayrıştırılması ve uzaklaştırılması, tekstil ürünlerinin ağartılması, tekstil atık suyunun biyolojik parçalanması ve renksizleştirilmesi vb. uygulamalarda biyokatalizör olarak kullanılan bir enzimdir. Zeytin karasuyunun *Trametes versicolor* küf varlığında lakkaz enzimi üretiminde substrat olarak kullanıldığı bir çalışmada zeytin karasuyunun lakkaz üretimi için %60 ve altındaki değerlerde seyreltilmesi gerektiği; ortama azot kaynağı eklemenin lakkaz aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir (Sukan vd., 2001).

İtalya'da yapılmış bir çalışmada pirina ve karasuyun ekmek ve spagetti formülasyonlarında hem ayrı ayrı hem de birlikte kullanımının ürünlerin toplam fenolik bileşen ve antioksidan aktivite ile duysal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Pirina ile zenginleştirme örneklerin hem fenolik madde içeriğini hem de antioksidan aktivitelerini önemli ölçüde iyileştirirken, çok acı ve baharatlı bir tat vermesi nedeniyle duysal özellikleri olumsuz etkilemiştir. Zenginleştirilmiş örnekler toplam kalitede elastikiyet, sertlik, yapışkanlık ve renk gibi görsellik kriterleri açısından kontrol

örneklerinden düşük bulunmuştur (Cedola vd., 2020).

Karasudan laboratuvar ölçeğinde fenolle zenginleştirilmiş sirke üretimi ve birkaç ticari sirke (Elma, şarap ve balsamik ticari sirke örnekleri) ile karşılaştırılması denenmiştir. Bu amaçla karasu 121°C'de 15 dakika sterilize edilerek ve doğrudan olmak üzere iki farklı şekilde, iki farklı yöntemle (maya ilavesi ve spontan fermantasyon) sirkeye işlenmiştir. 4 haftalık pH ölçümleri sonucunda sadece sterilize edilmeden maya ilaveli fermantasyona bırakılmış karasu örneklerinde asetik asit üretimi (yaklaşık %2,0) elde edilmiştir. Elde edilen bu zeytin sirkesi ürünü karanlık ve serin ortamda 15 ay depolandıktan sonra karakterize edilmiş olup pH'sı 2,92, asetik asit cinsinden toplam asitliği %5,6, kül içeriği yüksek (%2), mineral madde bakımından zengin, toplam fenol miktarı ise gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak 3600 mg/L olarak belirlenmiş; canlı bakteri ve maya hücrelerine rastlanmamıştır (De Leonardis vd., 2018).

Domates sosunun yağlı fazına karasudan elde edilen fenolik ekstraktan (40 ve 60 mg fenol /g) eklendiğinde α -tokoferol gibi besleyici madde içeriğinde %50 den fazla artış olduğu, karotenoidlerdeki artışın ise artan ekstrakt konsantrasyonuyla orantılı olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (Galanakis, 2018).

Mikdame vd. (2020) yaptıkları çalışmada tereyağına 2, 4, 6, ve 8 mg/100 g olmak üzere dört farklı konsantrasyonda karasu, pirina ve sentetik antioksidan olarak 3×10^3 UI/100 g askorbik asit ilave ederek kontrol örnekleriyle antioksidan aktivite, iki farklı sıcaklıkta (25°C ve 60°C'de) depolama sonrası peroksit sayısı, asitlik ve mikrobiyolojik kriterler açısından kıyaslamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, zeytin yan ürünleri katkılı tereyağı örnekleri kontrol tereyağlarına göre daha az okside olmuşlardır. Oksidasyon stabilitesi karasu katkılı örneklerde pirina katkılı olanlardan daha yüksektir. Antioksidan etki açısından ise pirina polifenolleri en yüksek değere sahip bulunmuştur.

Karasudan kazanılmış ham fenolik ekstrakt pişmiş ve soğuk depolanan et toplarına 50-100mg/L oranında ilave edildiğinde yağ

oksidasyonunun 1/3'e kadar azaldığı, ancak duyusal açıdan 100mg/L ekstrakt içeren örneklerin lezzet bakımından en düşük olduğu bildirilmiştir (Tornberg ve Galanakis, 2014). Yine bir başka çalışma alkollü fermente salamlara eklenen karasu ekstraktının 45 gün sonunda listeriosis enfeksiyonunun sebebi gıda kaynaklı bir patojen olan *L. monocytogenes*'in gelişimini önemli düzeyde inhibe ettiğini göstermiştir (Veneziani vd., 2017).

Tavuk göğüs etine koruyucu ajan olarak karasu fenolik konsantresi uygulanmıştır. Örnekler ambalajlanıp depolanmadan önce (4°C'de) 60 sn konsantreye daldırılmıştır. Sonuçta fenolik konsantreye daldırılan tavuk etlerinin oksidasyon derecesinin göstergesi olan TBAR değerleri önemli ölçüde düşükken raf ömrünün 2 güne kadar uzadığı, ürün yüzey renginin sarıya doğru döndüğü ve kontrol örneklerine kıyasla daha kabul edilebilir kokuda oldukları saptanmıştır (Galanakis, 2018). Sahip olduğu antimikrobiyal etkiyle ürünü korumak ve duyusal özelliklerini geliştirmek amacıyla beyaz etten hazırlanan hamburgerlere 750 ve 1.500 mg/kg et oranında karasu ekstraktı eklenip paketlenerek 4°C'de 11 gün saklanmıştır. Böylece mikrobiyal gelişmede uzun bir gecikme sağlandığı, ekstrakt içeren örneklerin duyusal açıdan kontrol örneklerinden daha koyu renk ve hafif (ama hoş olmayan) zeytin tadıyla farklı olduğu belirlenmiştir (Veneziani vd., 2017).

Sordini vd. (2019) yaptıkları çalışmada kızartma esnasında istenmeyen bileşiklerin oluşumunu geciktirerek kızartma yağının oksidatif stabilitesini arttırmak ve kullanım ömrünü uzatmak amacıyla dondurulmuş patatesleri karasu fenolik ekstraktı eklenmiş rafine zeytinyağında 8 dakika boyunca 180°C'de kızartmışlardır. Butillenmiş hidroksitoluen (BHT) ile zenginleştirilmiş yağın karşılaştırma amacıyla kullanıldığı araştırmada, ekstrakt ilavesiyle kızartma yağı ve kızartılmış patateslerde antioksidanlar korunurken akrolein-akrilamid-heksanal gibi istenmeyen maddelerin oluşumunun engellendiğini bildirmişlerdir.

Başka bir araştırmada karasudan fenol ekstraktı elde edilip su zenginleştirmede kullanılarak fonksiyonel bir içecek oluşturma

denenmiştir. Bu amaçla maden sularına 50 ve 100 mg Tyrosol/L olacak şekilde ekstrakt ilave edilerek karıştırılmış, yaklaşık 50 g fruktoz, 10 g siyah kiraz aroması ve kırmızı gıda renklendirici zenginleştirilmiş sulara eklenerek aseptik olarak steril cam şişelerde (60 ml kapasiteli) 4°C'de ve 25°C'de 60 güne kadar depolanmıştır. Depolamada örneklerin pH değerleri 2,5-4,0 arasında değişiklik gösterirken, ekstrakt ilavesinin örneklerde mezofilik aerobik mikroorganizma, maya ve laktik bakterilerin gelişimini engellediği, kimyasal ve antioksidan stabilite sağladığı belirlenmiştir (Romeo vd., 2019).

Karasu fenolik ekstraktlarının gıda endüstrisinde kullanımlarına genel olarak bakıldığında bitkisel yağlarda lipid oksidasyonunu geciktirme; gıda emülsiyonlarında, süt ürünlerinde ve diğer model gıdalarda duyusal açıdan yüksek kabul edilebilirlik gösterme; antimikrobiyal ajan olarak kullanım olasılığı gibi umut verici yaklaşımların gıdaların besinsel ve teknolojik kalitesini iyileştirmek için geliştirilerek genişletilebileceği düşünülmektedir (Caporaso vd., 2018).

5. Sonuç

Dünyada endüstriyel atık miktarı ve çeşitliliği gün geçtikçe artmaktadır. Gıda endüstrisi atıkları, yapılarında değerli maddeler içeren ve aynı zamanda değerli maddelere dönüşme potansiyeline sahip olan önemli bir gruptur. Ülkemiz için stratejik öneme sahip bir ürün olan zeytinin yağa işlenmesi sırasında ortaya çıkan zeytin yaprağı, pirina ve karasu sahip oldukları içerik göz önüne alınıp kaynak olarak düşünüldüğünde ekmekten, makarnaya, ambalajdan, kaba yem kaynağına gıda ve yem sektöründe çeşitli amaçlarla kullanım olanağına sahiptir. Bu zeytinyağı üretimi atık/yan ürünleri doğru kullandıklarında hem çevre kirliliğini önleme hem de ülkelerin ekonomisine katkı sağlama potansiyelindedirler.

6. Kaynaklar

Akbaş, T. (2001). Zeytinyağı işletmeleri için atık su değerlendirme sisteminin geliştirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 76. Aydın

- Akgün, M. (2012). Zeytin Karasuyundan Hidrojen ve Biyoyakıt Üretimi. *TÜBİTAK, proje no: 108M546*, Ankara.
- Aktaş, A., ve Özer, S. (2014). Ham Pirina Yağının Biyodizel Potansiyelinin Araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 132–139.
- Amany, M. B. and Shaker, M. A. (2018). Olive Leaves Healthy Alternative for Green Tea. *Curr Trends Biomedical Eng & Biosci.*; 15(4): 555919. DOI: 10.19080/CTBEB.2018.15.555919.
- Anonim (2004). Çevre ve Orman Bakanlığı “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”. (Mevzuat No: 2004/7221) *Resmi Gazete Sayısı: 25687*.
- Anonim (2005). Çevre ve Orman Bakanlığı “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” (Mevzuat No: 2005/7265). *Resmi Gazete Sayısı: 25699*.
- Anonim (2017). Türk Gıda Kodeksi “Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği” (Tebliğ No: 2017/26). *Resmi Gazete Sayısı: 30183*.
- Anonim (2021). <https://www.marmarabirlik.com.tr/sorular/zeytinyagi-hakkinda> Erişim tarihi: 13.12.2021
- Anonim (2022). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitki Listesi <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/190166?AspxAutoDetectCookieSupport=1> Erişim tarihi: 18.06.2022
- Aouidi, F., Okba, A., and Hamdi, M. (2017). Valorization of functional properties of extract and powder of olive leaves in raw and cooked minced beef meat: Effect of olive leaves on meat. *J Sci Food Agric 2017*; 97: 3195–3203. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8164>
- Bayram, M., Topuz, S., ve Kaya, C. (2020). Zeytin Yaprağı Ekstraktı ve Oleuropeinin Antioksidan, Antimikrobiyal Aktivitesi, Gıdalarda Kullanım Olanakları. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(2), 337–347.
- Baysan, U., Koç, M., and Ertekin Kaymak, F. (2017). 2-Fazlı Zeytin Pirinasının Değerlendirilmesinde Kurutmanın Önemi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(5), 451–458.
- Boğa, M. (2017). Zeytinyağı Yan Ürünlerinin Ruminant Beslemede Kullanım Olanakları. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(5), 451–458.
- Branciaro, R., Galarini, R., Giuseppe, D., Trabalza-Marín, M., Forte, C., Roila, R., Miraglia, D., Servili, M., Acuti, G., and Valiani, A. (2017). Oxidative status and presence of bioactive compounds in meat from chickens fed polyphenols extracted from olive oil industry waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su9091566>
- Caporaso, N., Formisano, D., and Genovese, A. (2018). Use of phenolic compounds from olive mill wastewater as valuable ingredients for functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(16), 2829–2841. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1343797>
- Castellani, F., Vitali, A., Bernardi, N., Marone, E., Palazzo, F., Grotta, L., and 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(11), 8658–8669. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12899>
- Cecchi, L., Schuster, N., Flynn, D., Bechtel, R., Bellumori, M., Innocenti, M., Mulinacci, N., and Guinard, J. X. (2019). Sensory Profiling and Consumer Acceptance of Pasta, Bread, and Granola Bar Fortified with Dried Olive Pomace (Pâté): A Byproduct from Virgin Olive Oil Production. *Journal of Food Science*, 84(10), 2995–3008. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14800>
- Cedola, A., Cardinali, A., Del Nobile, M. A., and Conte, A. (2017). Fish burger enriched by olive oil industrial by-product. *Food Science and Nutrition*, 5(4), 837–844. <https://doi.org/10.1002/fsn3.461>
- Cedola, A., Cardinali, A., Del Nobile, M. A., and Conte, A. (2019). Enrichment of Bread with Olive Oil Industrial By-Product. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 9(2), 119–127. <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2019.02.005>

- Cedola, A., Cardinali, A., D'Antuono, I., Conte, A., and Del Nobile, M. A. (2020). Cereal foods fortified with by-products from the olive oil industry. *Food Bioscience*, 33(May 2018), 100490. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100490>
- Chiofalo, B., Liotta, L., Zumbo, A., and Chiofalo, V. (2004). Administration of olive cake for ewe feeding: Effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*, 55(1–3), 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.12.011>
- Çelik, G., Seven, Ü., ve Güçer, Ş. (2008). Zeytin karasuyunun değerlendirilmesi. *I.Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi*, 1, 162–167.
- Dalkılıç, B. (2018). Zeytinyağı Endüstrisi Yan Ürünlerinin Hayvan Besleme Alanında Değerlendirilme Olanakları. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(3), 904–913. <https://doi.org/10.31202/ecjse.433078>
- De Gennaro, G.; Difonzo, G.; Summo, C.; Pasqualone, A.; Caponio, F. (2022). Olive Cake Powder as Functional Ingredient to Improve the Quality of Gluten-Free Breadsticks. *Foods* 2022, 11, 552. <https://doi.org/10.3390/foods11040552>
- De Leonardis, A., Aretini, A., Alfano, G., MacCiola, V., and Ranalli, G. (2008). Isolation of a hydroxytyrosol-rich extract from olive leaves (*Olea Europaea L.*) and evaluation of its antioxidant properties and bioactivity. *European Food Research and Technology*, 226(4), 653–659. <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0574-3>
- De Leonardis, A., Macciola, V., Iorizzo, M., Lombardi, S. J., Lopez, F., and Marconi, E. (2018). Effective assay for olive vinegar production from olive oil mill wastewaters. *Food Chemistry*, 240(May 2017), 437–440. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.159>
- De Moraes Crizel, T., De Oliveira Rios, A., D. Alves, V., Bandarra, N., Moldão-Martins, M., and Hickmann Flôres, S. (2018). Active food packaging prepared with chitosan and olive pomace. *Food Hydrocolloids*, 74, 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.08.007>
- Değirmenbaşı, D. (2016). Zeytinyağı Fabrikası Sıvı Atığından Antioksidan Enzimler Üretimi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi-105 s.* Ankara.
- Demir, A. N., ve Sutay Kocabaş, D. (2014). Zeytinyağı Endüstrisi Atığı Pirinadan Biyobozunur Film Üretimi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Gıda Mühendisliği 5. Öğrenci Kongresi 24-25 Nisan 2014.*
- Di Nunzio, M., Picone, G., Pasini, F., Chiarello, E., Caboni, M. F., Capozzi, F., Gianotti, A., and Bordoni, A. (2020). Olive oil by-product as functional ingredient in bakery products. Influence of processing and evaluation of biological effects. *Food Research International*, 131(December 2019), 108940. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108940>
- Difonzo, G., Pasqualone, A., Silletti, R., Cosmai, L., Summo, C., Paradiso, V. M., and Caponio, F. (2018). Use of olive leaf extract to reduce lipid oxidation of baked snacks. *Food Research International*, 108(March), 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.034>
- Difonzo, G., Troilo, M., Squeo, G., Pasqualone, A., and Caponio, F. (2020). Functional Compounds From Olive Pomace to Obtain High-Added Value Foods - A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, May. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10478>
- Elibol, M., Yaşa, İ., Karaçancı, Ş., Çoban, I., ve Özsoy, G. (2008). Zeytinyağı İşletmeleri Katı (Pirina) ve Sıvı (Karasu) Atıklarından Mikrobiyal Lipaz Üretimi. *TÜBİTAK, proje no: 106M464*, İzmir.
- Eraslan, Z. (2017). Zeytin yaprağı ekstrakt kullanımının biber salçalarındaki kalite değişimi üzerine etkisi. *Korkutata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi-98*, Osmaniye.
- Farag, R. S., Mahmoud, E. A., and Basuny, A. M. (2007). Use crude olive leaf juice as a natural antioxidant for the stability of sunflower oil during heating. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01374.x>
- Galanakis, C. M. (2018). Phenols recovered

from olive mill wastewater as additives in meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 79 (June), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.010>

Gemicioğlu, Y. (2016). Türkiye’de Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yöntemler ve Makine Sistemlerinin Varlığı (Vol. 6). *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi-51*, Tekirdağ.

Gökmen, M., Akkaya, L., Kara, R., Gök, V., Önen, A., ve Ektik, N. (2016). Zeytin Yaprağı Ekstraktı İlavesinin Köftelerde *S.typhimurium*, *E. coli O157* ve *S.aureus* Gelişimi Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 14(1), 28–32.

Güneşer, O., Yüceer, Y. K., Toğay, S. Ö., Hoşoğlu, M. İ., ve Elibol, M. (2014). *Torulasporea delbrueckii* ve *Trichoderma atroviride* Kullanılarak Pirinadan (Zeytin Katı Atığı) Biyoaroma Üretimi. *Akademik Gıda*, 12 (3)(January), 16–25.

Hayes, J. E., Stepanyan, V., Allen, P., Grady, M. N. O., and Kerry, J. P. (2010). Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science*, 84(4), 613–620. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.020>

Hocaoğlu, M.S. (2015). Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi Projesi. *TÜBİTAK, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Proje No: 5148602 (ÇTÜE.15.223), Gebze/KOCAELİ*

İlay, R., Erarslan, G., ve Kavdır, Y. (2019). Pirina ve balık atıklarının birlikte kompostlanması ve toprak ıslahında kullanılması. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 34, 201–209. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.463272>

İnan, H., Türkay, Ö., ve Dinçer, T. (2013). Polifenollerin Elektrokoagülasyon ile Zeytinyağı Karasuyundan Geri Kazanımı. *TÜBİTAK, proje no: 111Y320*, Kocaeli.

Lammi, S., Le Moigne, N., Djenane, D., Gontard, N., and Angellier-Coussy, H. (2018). Dry fractionation of olive pomace for the development of food packaging biocomposites. *Industrial Crops and Products*, 120(March), 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.052>

Lin, S., Chi, W., Hu, J., Pan, Q., Zheng, B., and Zeng, S. (2017). Sensory and nutritional properties of chinese olive pomace based high fibre biscuit. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(7), 495–501. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-12-1908>

Luciano, G., Pauselli, M., Servili, M., Mourvaki, E., Serra, A., Monahan, F. J., Lanza, M., Priolo, A., Zinnai, A., and Mele, M. (2013). Dietary olive cake reduces the oxidation of lipids, including cholesterol, in lamb meat enriched in polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*, 93(3), 703–714. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.033>

Mikdame, H., Kharmach, E., Mtarfi, N. E., Alaoui, K., Ben Abbou, M., Rokni, Y., Majbar, Z., Taleb, M., and Rais, Z. (2020). By-Products of Olive Oil in the Service of the Deficiency of Food Antioxidants: The Case of Butter. *Journal of Food Quality*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6382942>

Muñoz, I., Díaz, M. T., Apeleo, E., Pérez-Santaescolástica, C., Rivas-Cañedo, A., Pérez, C., Cañeque, V., Lauzurica, S., and Fuente, J. de la. (2017). Valorisation of an extract from olive oil waste as a natural antioxidant for reducing meat waste resulting from oxidative processes. *Journal of Cleaner Production*, 140, 924–932. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.175>

Mutlu, A., ve Bilgin, Ş. (2016). Zeytin (*Olea europaea L.*) Yaprağı ve Yağ Gülü (*Rosa damascena Mill.*) Ekstraktlarının Buzdolabı Koşullarında (4±1°C) Depolanan Sıcak Dumanlanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrüne Etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(1), 19–19. <https://doi.org/10.17216/limnofish-5000157469>

Özçimen, D., Yücel, S., ve Tatlı, A. (2010). Zeytin Yaprağının Kullanım Alanları. *Zeytin ve Zeytinyağı Sektörü Ortak Akıl ve Güçbirliği Toplantıları*.

Özdemir, A. ve Azman, M.A. (2013). Bildircın Karma Yemlerine Zeytin Yaprağı Özütü Katılmasının Verim Performansı Üzerine Etkileri. *Fırat Üniversitesi. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 2013; 27 (3): 141 - 147 <http://www.fusabil.org>

- Padalino, L., D'Antuono, I., Durante, M., Conte, A., Cardinali, A., Linsalata, V., Mita, G., Logrieco, A. F., and Del Nobile, M. A. (2018). Use of olive oil industrial by-product for pasta enrichment. *Antioxidants*, 7(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox7040059>
- Peker, H. (2012). Keçiyoynuzu Gami Kullanılarak Az Yağlı Yoğurt ve Zeytin Yaprağı Ekstraktı Kullanılarak Fonksiyonel Meyveli Yoğurt Üretimlerinin Araştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi-95 s.*,
- Romeo, R., De Bruno, A., Imeneo, V., Piscopo, A., ve Poiana, M. (2019). Evaluation of enrichment with antioxidants from olive oil mill wastes in hydrophilic model system. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(11), 1–9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14211>
- Rubio-Senent, F., Rodríguez-Gutiérrez, G., Lama-Muñoz, A., and Fernández-Bolaños, J. (2015). Pectin extracted from thermally treated olive oil by-products: Characterization, physico-chemical properties, invitro bile acid and glucose binding. *Food Hydrocolloids*, 43, 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.06.001>
- Seçmeler, Ö., ve Üstündağ Güçlü, Ö. (2016). Zeytinyağı Sektörü Atık ve Yan Ürünlerindeki Biyoaktif Maddelerin Değerlendirilmesi. *Dünya Gıda Dergisi*, May 2015.
- Simonato, B., Trevisan, S., Tolve, R., Favati, F., and Pasini, G. (2019). Pasta fortification with olive pomace: Effects on the technological characteristics and nutritional properties. *Lwt-Food Science and Technology*, 114(May). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108368>
- Sordini, B., Veneziani, G., Servili, M., Esposto, S., Selvaggini, R., Loreface, A., and Taticchi, A. (2019). A quanti-qualitative study of a phenolic extract as a natural antioxidant in the frying processes. *Food Chemistry*, 279(June 2018), 426-434. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.029>
- Suárez, M., Romero, M.P. and Motilva, M.J., (2010). Development of a phenol-enriched olive oil with phenolic compounds from olive cake. *Journal of Agric. Food Chem.*, Vol:58, No: 19, 10396–10403. DOI:10.1021/jf102203x
- Sukan, P. D. S., Sukan Vardar, P. D. F., Karapınar, P. D. M., Sargin, S., Demirel, N., ve Özatay, Ş. (2001). Zeytin karasuyundan mikrobiyal kaynaklı lakkaz enzimi üretimi. *TÜBİTAK Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi (TARP), Proje No: TOGTAG-2310, İzmir*
- Sultan, K.H. and Abdl-Alrhmmman, S.Y. (2006). Effect Of Olive Leaves Boiled Extracts On Some Physiological And Productive Parameters In Rabbits. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 2006, Volume 34, Issue 4, Pages 74-81 DOI: 10.33899/magrj.2006.26405
- Sümer, S. K., Çiçek, G., ve Say, S. M. (2016). Çanakkale İlinde Zeytin Üretimi Artık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(August 2016), 103–111.
- Şahin, S., Bilgin, M., Sayım, E., ve Güvenilir, B. (2017a). Effects of natural antioxidants in the improvement of corn oil quality: olive leaf vs. lemon balm. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 374–380. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13291>
- Şahin, S., Sayım, E., ve Bilgin, M. (2017b). Effect of olive leaf extract rich in oleuropein on the quality of virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1721–1728. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2607-7>
- Takaç, Z. S., (2015). Zeytin Karasuyundan Katma Değer Yaratacak Biyomoleküller Üretimi. *TÜBİTAK, proje no: 113M589*, Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021). Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, Zeytinyağı. *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü*.
- Ticaret Bakanlığı, (2019). 2018 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu.
- Tornberg, E. and Galanakis, C. M. (2014). The behaviour of natural antioxidants on oxidation in raw and cooked meat balls. 8th world congress on polyphenols applications, international society of antioxidants in nutrition and health (ISANH)Lisbon, Portugal: the French Society of Antioxidants (SFA), and the Japanese Society of Antioxidants (JSA) 6

June 2014.

Türkiye İhracatçılar Meclisi, (2020). Zeytin-Zeytinyağı Sektör Raporu.

Uzun, N., ve Seferoğlu, S. (2017). Zeytin Karasu Keki Uygulamasının Toprağın Bazı Özelliklerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 33–38. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.310555>

Veneziani, G., Novelli, E., Esposito, S., Taticchi, A., and Servili, M. (2017). Applications of recovered bioactive compounds in food products. In *Olive Mill Waste: Recent Advances for Sustainable Management*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805314-0.00011-X>