

İKİ FAZLI ZEYTİNYAĞI İŞLETMELERİNDE OLUŞAN PİRİNANIN ÖZELLİKLERİNİN ZEYTİN ÇEŞİDİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

*Selda MURAT HOCAOĞLU **
*B. Hande GÜRSOY HAKSEVENLER ***
*İrfan BAŞTÜRK **
*Pamir TALAZAN **

Alınma: 24.07.2017; düzeltme: 18.11.2017; kabul: 31.12.2017

Öz: Zeytinyağı üretiminde kullanılan üç fazlı üretim yöntemi, oluşan atıksuyun bertarafındaki zorluklar nedeniyle, iki fazlı üretim yönüne kaymaktadır. İki fazlı işletmede oluşan pirina neminin, üç fazlı sistemde oluşan pirinaya kıyasla yüksek olması, pirinayı işleyen tesisleri etkilemektedir. Oluşan iki fazlı pirinanın miktarı ve nem oranı, işlenen zeytinin özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada, zeytin çeşidine göre oluşan pirina miktarı ve nem oranı, kütlelerin korunumunun esas alındığı bir hesap yöntemi kullanılarak tahmin edilmiş ve Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen yağlık zeytin çeşitleri olan Gemlik, Uslu, Kilis, Ayvalık, Memcik ve Erkence zeytinleri için bir değerlendirme yapılmıştır. Oluşacak pirina miktarı, zeytinin yağ, nem ve katı madde içeriğine ve malaksasyon aşamasında eklenen su miktarına bağlıdır. İncelenen zeytin çeşitleri için, 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda, oluşacak pirina miktarının, malaksöre su ilave edilmemesi durumunda yaklaşık 630 ile 790 ton arasında, pirinanın nem oranının ise %48-71 aralığında olacağı tahmin edilmiştir. Malaksöre su ilave edilmesi ve seperatör sularının da pirinaya eklenmesi durumunda ise pirina miktarının, 730-890 ton aralığına, pirina nem oranının ise %55-74 aralığına yükseleceği tahmin edilmiştir. Pirinaların kuru madde oranı değerlendirildiğinde ise, 1000 ton zeytin işlenmesi ve oluşan pirinanın kurutulması durumunda, yakıt olarak kullanılabilir pirina miktarının en düşük 225 ton ile Gemlik zeytininin, en yüksek 330 ton değeri ile Kilis zeytininin işlenmesi durumunda elde edileceği tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İki fazlı zeytinyağı üretimi; Zeytin çeşidi; Pirina miktarı; Pirina nem oranı; Pirina karakterizasyonu

Evaluation of Pomace Properties Formed in Two-phase Olive Oil Mills According to Olive Cultivar

Abstract: Production method of olive oil is shifting to the two-phase production due to the difficulties of treatment of wastewater occurred in three-phase production. On the other hand, the fact that humidity of pomace produced in two-phase system is higher than that of pomace in three-phase system, affects pomace facilities. Moisture rate, quantity and properties of pomace generated in two-phase production vary according to olive cultivar. In this study, Gemlik, Uslu, Kilis, Ayvalık, Memcik and Erkence olives, which are widely grown in Turkey, characterization of pomace generated in two-phase production is investigated. Furthermore, variation of humidity content and amount of pomace generated according to olive cultivar is estimated by a method based on conservation of mass. Amount of generated pomace depends on oil, humidity and solids content of olive and amount of water added during malaxer stage. When 1000 tons of olives are processed, it is predicted that about 630 to 790 tons of pomace will be

* TUBITAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli.

** Marmara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Kentleşme ve Çevre Sorunları Anabilim Dalı, 34820, Beykoz, İstanbul.

İletişim Yazarı: Selda MURAT HOCAOĞLU (selda.murat@tubitak.gov.tr)

generated having the humidity rate of 48%-71% for the olive cultivars examined in this study. In case of mixing separator wastewater with pomace, it is estimated that amount of generated pomace will rise up to 730-890 tonnes having the humidity rate of 55%-74%. Generally, dried pomace is used as biofuels; therefore yield of dry pomace is also an important parameter. When amount of dry matter pomace is evaluated, it is estimated that the lowest amount will be obtained from Gemlik olive cultivar with 225 tons and the highest amount will be obtained from Kilis olive cultivar with 330 tons.

Keywords: Two-phase olive oil production; Olive cultivar; Pomace amount; Pomace humidity ratio; Pomace characterization.

KISALTMALAR

İZM: İşlenen Zeytin Miktarı, ton
ZYO: Zeytinin Yağ Oranı, (%)
ZSO: Zeytinin Su Oranı, (%)
ZKO: Zeytinin Katı Madde Oranı, (%)
ZTY: Zeytinin Toplam Yağ Miktarı, ton
ZTK: Zeytinin Toplam Katı Madde Miktarı, ton
ZTS: Zeytinin Toplam Sıvı Miktarı, ton
PKY: Pirinada Kalan Yağ Miktarı, ton
MS: Malaksöre İlave Edilen Su Miktarı, ton
2FTP: İki Faz Toplam Pirina Miktarı, ton
2FPN: İki faz pirina nem oranı, %
ÇM: Oluşacak Çekirdek Miktarı, ton
ZÇO: Zeytinin Çekirdek Oranı, %
ÇAV: Çekirdek Ayırma Verimi, %

1. GİRİŞ

Zeytin, kabuk, etli kısım ve çekirdek olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Zeytinin içeriğinde, zeytinin çeşidine, hasat dönemine ve mevsime bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama olarak %40-60 oranda su; %10-30 oranda yağ bulunmaktadır. Zeytinin tane ağırlığı 2-12 g, meyve kabuğu oranı %1,5-3,5, çekirdek oranı %13-30 ve et oranı %66-85 arasında değişmektedir (Susamcı ve diğ., 2011). Bununla birlikte, meyvede %2-6 şeker, %1-2 protein, %1-3 fenol ve %2-2,5 oranda diğer bileşikler (asitler, vitaminler, mineraller, pektinler) bulunmaktadır (Kıralan, 2010).

Zeytinyağı üretiminde kullanılan prosesler, yağ ayırma sistemlerindeki farklılığa göre kesikli (geleneksel presleme) ya da sürekli (santrifüjleme) sistemler olarak adlandırılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, geleneksel presleme sistemlerinin yerini, sürekli sistemler almıştır. Sürekli sistemler, kullanılan dekantör özelliğine ve faz ayırma seviyesine göre üç fazlı ya da iki fazlıdır. Üç fazlı üretim prosesinde dekantasyon sonunda yağ, pirina ve atıksu olmak üzere, üç faz ayrımı olurken; iki fazlı üretim prosesinde dekantasyon sonunda, yağ ve pirina olmak üzere, iki fazın ayrımı olmaktadır. Üç fazlı üretim prosesinde dekantasyon esnasında, dekantöre zeytin hamuru ile birlikte su verilirken, iki fazlı üretimde dekantöre su ilave edilmemektedir (Borroni ve diğ., 2017).

Aynı miktarda zeytin işlendiğinde, iki fazlı üretimde oluşan pirina miktarı, üç fazlı üretimde oluşan pirinaya kıyasla daha yüksek olmaktadır. Bunun sebebi, iki fazlı üretimde pirina ile birlikte zeytinin özsuyunun da sistemden atılıyor olmasıdır. Üç fazlı üretimde ise, zeytinin özsuyu, dekantöre ilave edilen su ile birlikte atıksu olarak sistemden atılmaktadır. Bunun sonucunda da, iki fazlı pirinanın nem oranı, üç fazlı pirinaya kıyasla daha yüksek, pirina miktarı daha fazla olmaktadır (Keser ve Bilal, 2010; TÜBİTAK MAM, 2014).

İki fazlı üretimde, oluşan pirinanın nem oranı, zeytinin çeşidi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi, gibi temelde zeytinin kompozisyonunu etkileyen faktörlere bağlı olarak değişkenlik

göstermektedir (Borja ve diğ., 2002). Bununla birlikte, tesiste ikinci sıkım yapıp yapılmaması ve tesiste çekirdek ayrımı bulunup bulunmaması da oluşan iki fazlı pirina miktarını ve özelliklerini etkilemektedir.

Üç fazlı pirina, genellikle pirina tesislerinde solvent ekstraksiyonu ile yağı alındıktan ve kurutulduktan sonra yakıt olarak değerlendirilmektedir. Kalorifik değeri yüksektir (Karaca ve diğ., 2015) ve biyokütleden elde edilen bir enerji kaynağı olarak görüldüğü için, uygun koşullarda yakılması koşuluyla çevreci bir yakıt olarak kabul edilmektedir (Görel ve diğ., 2003; Akın, 2005; Başkan, 2010). İki fazlı pirina da genellikle suyunun azaltılmasından sonra aynı işlemlerden geçirilmekte ve kurutulmuş pirina yakıt olarak değerlendirilmektedir. Ancak su içeriğinin yüksek olması ve yığın olarak depolanmaması pirina bertaraf maliyetlerini yükseltmektedir (Tunalıoğlu ve Bektaş, 2010; Baysan, 2017). Türkiye’de de iki fazlı pirinanın çekirdeğinin yerinde ayrılarak, yakacak olarak değerlendirildiği işletmeler mevcuttur.

Pirinanın yakıt olarak kullanımı ile ilgili olarak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazetede “Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliği ile 03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazetede “Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği” yayımlanmıştır. İlk Yönetmeliğin 25. Maddesi’nde yer alan Tablo 14’te ve ikinci Yönetmeliğin Ek-5’inde pirinanın yakıt olarak kullanılabilmesi için sınır değerler verilmiştir. Bu sınır değerlere göre pirinanın nem oranının maksimum %15, yağ oranının (kuru bazda) maksimum %1,5 ve kalorifik değerinin minimum 3700 Kcal/kg, Sodyum (Na) içeriğinin maksimum 1000 ppm, kül değerinin maksimum %5 olması gerekmektedir. Dolayısıyla pirinanın değerlendirilmesinde, karakterizasyonun bilinmesi ve belirli işlemlerden geçirdikten sonra uygun hale getirilmesi önemlidir.

Son yıllarda, sektörden kaynaklanan karasu probleminin ortadan kaldırılması amacıyla, zeytinyağı üretim prosesi olarak, iki fazlı sistemlerin tercih edilmesi giderek artmaktadır. Buna bağlı olarak, iki fazlı pirinanın, yakıt dışında farklı amaçlarla değerlendirilmesi konusunda yürütülen çalışmalar da hız kazanmıştır. 2 fazlı pirinadan fenolik madde geri kazanımı, kompost, biyodizel, sıvı organik gübre, hayvan yemi ve aktif karbon eldesi gibi çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Filya ve diğ., 2006, Alfano ve diğ., 2011, Hernandez ve diğ., 2014, Tortosa ve diğ., 2014, Rubio-Senent ve diğ., 2015, Keleş, 2015, García-Jaramillo ve diğ., 2016, Madejon ve diğ., 2016, Şevik ve diğ., 2016; Elmouwahidi ve diğ., 2017).

İki fazlı zeytinyağı işletmelerinde oluşan pirinanın miktarı ve neminin, işlenen zeytinin çeşidine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu konuya ilişkin henüz bir araştırma yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen ve literatürde en fazla çalışılan yağlık zeytin çeşitleri dikkate alınarak, zeytin çeşitlerinin, iki fazlı pirina miktarını ve nemini nasıl etkileyeceği araştırılmıştır. Bu kapsamda, kütlenin korunumu ilkesinin esas alındığı bir hesap yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemle, sezonda ortalama 1.000 ton zeytin işleyen bir işletmede oluşacak pirina miktarı ve nem oranının zeytin çeşidine bağlı olarak değişimi tahmin edilmiştir. Ayrıca tesiste, çekirdek ayrımı yapılması durumunda elde edilebilecek çekirdek miktarı belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında iki fazlı üretim prosesinde oluşan pirina miktarının ve nem içeriğinin tahmin edilebilmesi amacıyla, kütlenin korunumunun esas alındığı bir hesap yöntemi geliştirilmiştir. Farklı zeytin çeşitlerinin işlenmesi sonucu oluşan iki fazlı pirina miktarı ve nem oranına ait veri toplanmış ve daha sonra iki fazlı pirinanın karakterizasyon verileri ile hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında, iki fazlı pirina miktarının ve nem içeriğinin tahmin edilebilmesi dışında yerinde çekirdek ayrımı yapılması durumunda, elde edilebilecek çekirdek miktarı tahmin edilmiştir.

Kütle denkliği hesaplarında, zeytin meyvesi; yağ, özsu (su+çözünmüş maddeler) ve katı madde (posa+çekirdek) olmak üzere temel üç bileşen olarak değerlendirilmiştir.

Türkiye’de yaygın olarak zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı Ege ve Akdeniz bölgelerinde, tescilli olarak toplam 88 çeşit zeytin bulunduğu ve bu zeytinlerin %74’ünün yağlık olduğu belirtilmektedir (Kıralan, 2010). Yağlık olarak Kilis, Nizip, Memecik ve Ayvalık başta olmak üzere Gemlik, Domat, Uslu ve Erkence çeşitleri bulunmaktadır (Kıralan, 2010, Özkaya ve diğ., 2004). Çalışma kapsamında, zeytin çeşidine bağlı zeytin meyvesi kompozisyonu literatürden alınmış, Tablo 1’de verilmiştir (GTHB kültür koleksiyonu, 2014; Tanılğan ve diğ., 2007; Özdemir ve diğ. 2016; Öztürk ve Borcalı, 2012; Kıralan, 2010; Kara, 2011). Hesaplarda, her bir çeşit için ortalama kompozisyon değerleri kullanılmıştır.

Türkiye’deki zeytinyağı işletmelerinde oluşan iki fazlı pirinanın karakterizasyonunun belirlenebilmesi amacıyla, zeytinyağı işletmelerinden iki fazlı pirina numuneleri alınmış, kapsamlı analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca pirina tesislerine gelen iki fazlı pirinalara ait nem oranı ve yağ oranı sonuçları temin edilerek (TÜBİTAK MAM, 2015) toplam 400 adet iki fazlı pirina örneğine ait, karakterizasyon verisi değerlendirilmiştir. Son olarak, zeytin çeşidine ve kompozisyonuna bağlı olarak hesaplanan pirina karakterizasyonu ile deneysel olarak elde edilmiş karakterizasyon verileri karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Türkiye’de yaygın olarak bulunan zeytin çeşitleri ve kompozisyonları (%)

Zeytin çeşidi	Yağ (%)	Nem (%)	Çekirdek (%)	Kaynak
Gemlik	29,55	55,06	13,87	GTHB,2014
	24,70	59,21	18,21	Tanılgan ve diğ., 2007
	23,09	53,9	16,75	Özdemir ve diğ. 2016
	23,04	56,1	-	Öztürk ve Borcalı, 2012
	28,53	46,9	-	Kıralan 2010
	26,14	51,7	-	Kıralan 2010
Ortalama	25,84	53,81	16,28	
Uslu	21,65	50,68	13,20	GTHB,2014
	17,70	64,72	20,06	Tanılgan ve diğ., 2007
	33,7	52,09	-	Öztürk ve Borcalı, 2012
	20,21	43,6	-	Kıralan 2010
	23,63	43,3	-	Kıralan 2010
Ortalama	23,38	50,89	16,63	
Kilis	31,20	40,41	15,03	GTHB,2014
	40,70	43,08	12,67	Tanılgan ve diğ., 2007
	46,1	21,3	-	Kıralan 2010
	41,47	17,0	-	Kıralan 2010
Ortalama	39,87	30,45	13,85	
Ayvalık	25,30	55,01	14,45	GTHB,2014
	43,50	35,30	14,06	Tanılgan ve diğ., 2007
	21,55	58,25	17,6	Özdemir ve diğ. 2016
	23,28	46,3	-	Kıralan 2010
	28,91	44,9	-	Kıralan 2010
Ortalama	28,51	47,94	15,37	
Memecik	27,7	65	-	Öztürk ve Borcalı, 2012
	21,21	59,4	-	Kıralan 2010
	26,91	50,4	-	Kıralan 2010
	16,49	36,81	-	Kara, 2011
	27,2	55,5	11,86	GTHB,2014
Ortalama	23,89	53,41	11,86	
Erkence	30	42,89	-	Öztürk ve Borcalı, 2012
	33,3	42,98	-	Öztürk ve Borcalı, 2012
	25,1	42,6	13,77	GTHB,2014
Ortalama	29,45	42,81	13,77	

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Pirina Karakterizasyonu

Pirina, su, yağ, selüloz, lignin, protein, çözülebilir karbonhidratlar ve fenol bileşikleri içermektedir. Kokulu, koyu renkli bir ürün olmakla birlikte, yüksek organik içerikli, orta seviyede pH değerine sahip, iletkenlik değeri yüksek olan bir üründür. Bünyesinde yağ, şeker, azot, organik asit, polialkol, pektin, tanin ve polifenol gibi bileşikler barındırır. Pirinanın içeriği, zeytin çeşidi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi, zeytinyağı üretim prosesi, ikinci sıkım yapılıp yapılmaması, tesiste çekirdek ayırımı yapılıp yapılmaması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, üretim prosesine bağlı olarak pirinada kalacak su miktarı da karakterizasyon açısından belirleyicidir.

İki fazlı zeytinyağı üretim tesislerinden alınan ham pirina örnekleri analiz sonuçları, literatür ile karşılaştırmalı olarak Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’den görüldüğü üzere, pirinanın yakıt olarak kullanılması düşünüldüğünde, kuru bazda kalorifik değerin 4839-5753 Kcal/kg olduğu ve ilgili Yönetmelikte istenen minimum değerin (3700 Kcal/kg) üzerinde olduğu görülmektedir. Yakıt olarak kullanılması planlanan pirina için dikkate alınması gereken bir diğer parametre, sodyum içeriği olup, ilgili yönetmelikteki kriter değer 1000 ppm olarak verilmiştir. İstenen değerin işlenmiş pirina için olduğu, bir diğer ifadeyle nem içeriği %15’in altına düşürülmüş pirina için olduğu dikkate alındığında, bu değerin kuru bazdaki pirinanın sodyum içeriği ile karşılaştırılması gerekmektedir. Tablo 2’de iki fazlı pirinanın kuru bazdaki sodyum değerlerine bakıldığında en yüksek değerin 218 mg/kg olduğu ve sınır değerinin altında kaldığı görülmektedir. İşlenmiş pirinanın yakılabilmesi ile ilgili yönetmelikte izin verilen en fazla kül değeri %5 olarak verilmiştir. Tablo 2’ye bakıldığında, pirina yakıldıktan sonra kalan kül değerinin %2,0-8,7 arasında yer aldığı ve daha çok %5 civarında olduğu gözlenmektedir.

İki fazlı pirina, besin madde içeriği ve eser elementler açısından zengin görünmektedir. Bu özelliği sebebiyle, iki fazlı pirinanın kompost olarak ya da çekirdeği ayrıldıktan sonra yem katkı maddesi olarak değerlendirilmesi konusunda, son yıllarda yürütülen çalışmalar artmıştır. Ancak, çalışmaların uygulamaya aktarılması aşamasında, kullanılabilirliği, verimi ya da biyoyararlılığı gibi teknik hususlar dışında, ekonomik olup olmaması ve/veya karlılığı belirleyici olmaktadır.

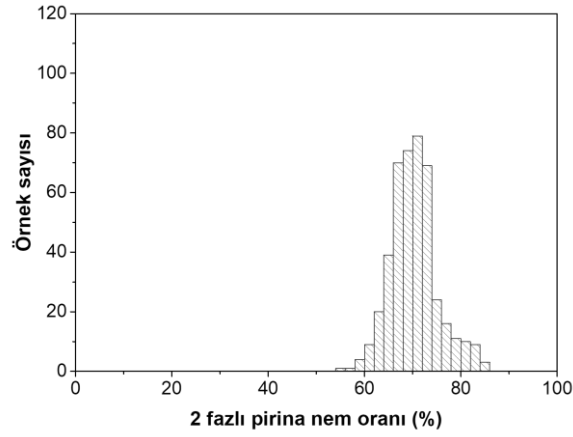
Tablo 2. İki fazlı zeytinyağı üretim tesislerden alınan pirina örneklerinin karakterizasyonu ve literatürle karşılaştırılması

Parametre	Birim	Ziyaret Edilen Zeytinyağı Üretim Tesisi							Literatür**				
		i	ii	iii	iv	v	vi	vii	1	2	3	4	5
Alt Isıl Değer (Kuru Baz)	cal/g	5.168	5.753	5.414	4.839	4.976	5.256	5.424					
Toplam Nem	%	70,9	72,4	62,3	67,3	67	81,9	72,8	58-67	56-75	65	57	64
Yağ (Kuru Baz)	%	15	9	13	9	12	18	9	0,98-8,1	7,8-19,5			
TKN*	mg/kg		11.300	9.663	9.629	8.149	13.578	10.181					
TP*	mg/kg		1.369	1.038	1.435	1.585	1.878	1.136					
Na (Kuru Baz)	mg/kg	29,5	218,1	32,2	26,7	45,7	199,1	146,6					
Kül (Kuru Baz)	%	5,11	5,7	4,9	5	4,87	8,7	5,3	2-3,4				
Gümüş (Ag)	mg/kg	0,52	0,644	1,8	3,5	3,1	0,992	0,223					
Alüminyum (Al)	mg/kg	18,9	273,5	43,1	57,1	70,9	47,3	120,4					
Arsenik (As)	mg/kg	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012					
Bor (B)	mg/kg	6,6	18,44	17,3	20,9	14,6	22,6	17,6					
Baryum (Ba)	mg/kg	0,28	5,6	5,7	2,7	3,6	2,6	2,9					
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	1,014	1,784	1,675	1,221	1,319	1,950	1,588					
Kadmiyum (Cd)	mg/kg	0,031	<0,001	0,01	0,045	<0,001	<0,001	<0,001					
Kobalt (Co)	mg/kg	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002					
Krom (toplam) (Cr)	mg/kg	1,324	6,6	0,691	1,1	0,739	1,5	2,6					
Bakır (Cu)	mg/kg	9,2	11,24	10,4	10,7	5,40	8,5	9,5					
Demir (Fe)	mg/kg	64,8	300,7	81,4	160,4	86	194,4	285,4					
Civa (Hg)	mg/kg	<0,05	0,366	<0,05	1,9	0,256	<0,05	0,186					
Magnezyum (Mg)	mg/kg	155,5	574,6	487,4	519,9	510	745,8	605,9					
Mangan (Mn)	mg/kg	3,2	15,1	7,1	9,6	7,1	10,1	16,9					
Molibden (Mo)	mg/kg	0,27	0,405	0,135	0,504	0,348	0,476	0,259					
Nikel (Ni)	mg/kg	0,868	4,9	2,7	0,596	0,675	1,9	2,5					
Kurşun (Pb)	mg/kg	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	6,5	1,5	0,218					
Antimon (Sb)	mg/kg	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016					
Selenyum (Se)	mg/kg	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015					
Talyum (Tl)	mg/kg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013					
Çinko (Zn)	mg/kg	21	741	235	478	457	1.545	1.118					
Organik Madde	%									85-98	94,3	98,5	91,6
Lignin	%								39-44	32-56	47,5	19,8	46,8
Selüloz	%									14-25	17,3	33,7	
Suda çözünebilir fenoller	%									1,29-16,4	9,6	19,3	10,4
C/N Oranı	-								45-66	28-73			

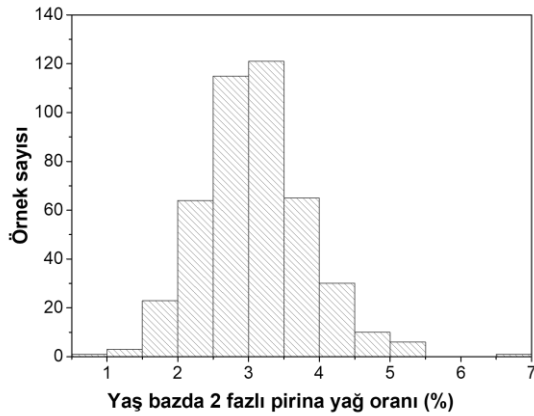
* TP ve TKN dışındaki analizler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. TP ve TKN parametreleri TÜBİTAK MAM tarafından ölçülmüştür.

** (1) Baeta-Hall ve diğ. (2005); (2) Albuquerque ve diğ. (2004); (3) Cayuela, (2004); (4) Vlyssides ve diğ. (2004); (5) Cegarra ve diğ. (2000).

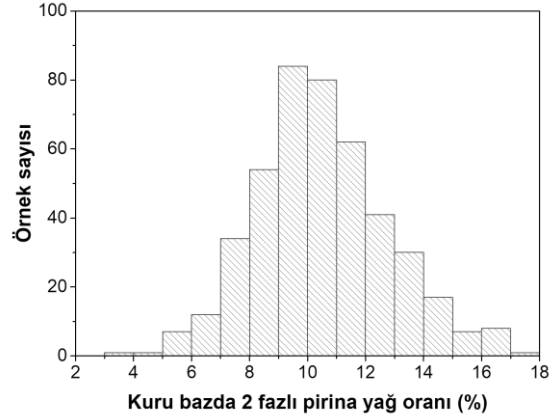
İki fazlı pirinanın yağ içeriği ve katı madde oranı, pirina işleme tesisleri açısından en önemli parametrelerdir. Bu nedenle, çalışma kapsamında yapılan analizlerin sonuçları ile pirina tesislerinden temin edilen iki fazlı pirinalara ait analiz sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. İki fazlı pirinanın nem ve yağ içeriğinin dağılımı ve kümelenmesi Şekil 1’de sunulmuştur. İki fazlı pirinanın nem oranı %56 ve % 86 arasında değişmiş, ortalama nem oranı ise %70 olarak bulunmuştur. Nem oranının dağılımı incelendiğinde, normal dağılıma benzediği, ortanca değer ortalamanın bir miktar altında olduğu ve verinin hafif sağa çarpık olduğu, yani verinin %50’sinin yer aldığı %75 ve %25 persentil aralığında, ortalama üstünde hafif bir yığılma olduğu görülmektedir. Ayrıca, minimum nem oranına sahip az sayıda pirina olduğu ancak maksimuma yakınlık açısından daha fazla sayıda yüksek nem değerine sahip pirina olduğu görülmektedir. İki fazlı üretimde oluşan pirinanın yağ oranı değerlendirildiğinde, yaş bazda yağ oranı ortalama %3; kuru bazdaki yağ oranı ortalama %10,47; minimum değeri %3,1; maksimum değeri ise %17,2 bulunmuştur. Sonuçların dağılımı incelendiğinde, normal dağılıma uyduğu, nem sonuçlarındaki kadar olmasa da, çok hafif üst değerlere doğru çarpılma olduğu görülmektedir.



a)



b)



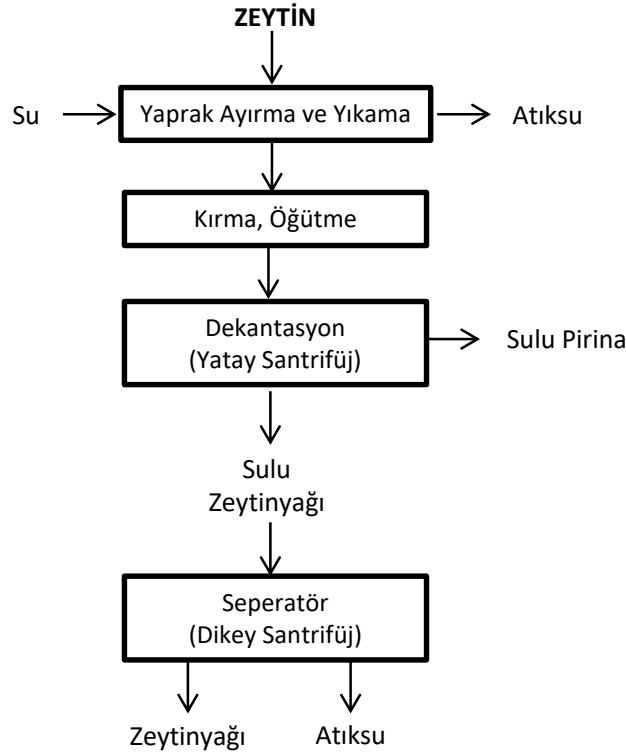
c)

Şekil 1 :

İki fazlı pirina karakterizasyonu a) nem oranı dağılımı, b) yaş bazda yağ oranı, c) kuru bazda yağ oranı

3.2 Hesap Yöntemi

İki fazlı üretimde, oluşan pirina miktarının ve nem içeriğinin, zeytinin kompozisyonundan etkilendiği bilinmektedir. Bu etkinin değerlendirilebilmesi amacıyla, kütlelerin korunumunun esas alındığı bir hesap yöntemi geliştirilmiştir. Pirina dekantasyon aşamasında oluştuğu için, temel olarak dekantasyon aşaması ve bu aşamaya kadar sisteme giren ve sistemden atılan tüm bileşenler değerlendirilmelidir. İki fazlı üretimin şematik olarak gösterildiği **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'den de görüldüğü üzere, iki fazlı üretimde, dekantasyon aşamasından prosese su girişi ve su çıkışı yoktur. Bu nedenle, zeytinde bulunan özsu pirina ile birlikte sistemden atılır. Bu durumda, oluşacak pirina miktarı; zeytinin nem ve katı madde içeriği ile malaksasyon (öğütme) aşamasında eklenen su miktarına bağlı olmaktadır.



Şekil 2 :
İki fazlı üretim yapan zeytinyağı işletmesi proses şeması

Zeytin meyvesinin, su, yağ ve katı madde bazında başlangıç kütleleri, zeytinin ortalama yağ oranı, nem oranı ve katı madde oranı kullanılarak hesaplanabilir. Buna göre;

Zeytinin Toplam Yağ Miktarı (ZTY);

$$ZTY = İZM \times ZY0 \quad (1)$$

Zeytinin Toplam Sıvı Miktarı (ZTS);

$$ZTS = İZM \times ZS0 \quad (2)$$

Zeytinin Toplam Katı Madde Miktarı (ZTK);

$$ZTK = İZM \times ZKO \quad (3)$$

Burada;

İZM: İşlenen Zeytin Miktarı, ton
ZYO: Zeytinin Yağ Oranı, (%)
ZSO: Zeytinin Su Oranı, (%)
ZKO: Zeytinin Katı Madde Oranı, (%)

Oluşacak iki fazlı pirina miktarı;

$$2FTP=ZTS+ZTK+PKY+MS \quad (4)$$

2FTP: İki Faz Toplam Pirina Miktarı, ton
MS: Malaksöre İlave Edilen Su Miktarı, ton
ZTS: Zeytinin Toplam Sıvı Miktarı, ton
ZTK: Zeytinin Toplam Katı Madde Miktarı, ton
PKY: Pirinada Kalan Yağ Miktarı, ton

Pirinanın nem oranı, zeytinin toplam katı madde miktarı ile hesaplanan toplam pirina miktarı kullanılarak tahmin edilebilir.

$$2FPN=(1-(ZTK/2FTP))*100 \quad (5)$$

2FPN: İki faz pirina nem oranı, %

Yerinde çekirdek ayırımı yapılması durumunda, oluşacak çekirdek miktarının, zeytinin çekirdek oranı ve kullanılacak çekirdek ayırıcının verimi ön görülerek tahmin edilmesi mümkündür. Buna göre oluşacak çekirdek miktarı (ton);

$$\ÇM= İZM \times ZÇO \times \ÇAV \quad (6)$$

ZÇO: Zeytinin Çekirdek Oranı, %
ÇAV: Çekirdek Ayırma verimi, %

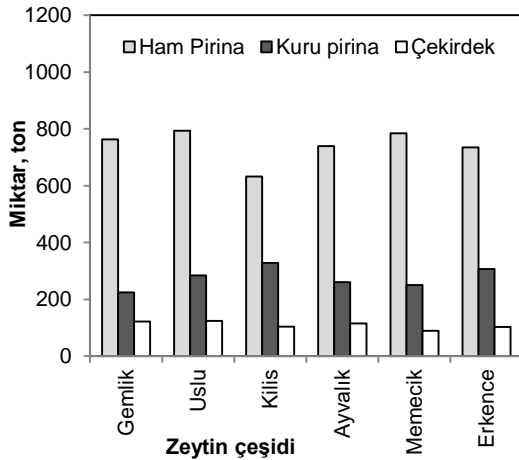
Hesaplarda, pirinanın kuru madde bazında yağ oranı tüm zeytin çeşitleri için eşit alınmıştır. Bunun için, analiz edilen iki fazlı pirina sonucunun ortalaması kullanılmış, kuru madde bazında yağ oranı ortalaması %10,5 olarak kabul edilmiştir. Çekirdek ayırma verimi ortalama %75 olarak kabul edilmiştir. Oluşacak pirina miktarı ve nemi, malaksöre su ilavesi yapılması ve seperatör suyunun pirinaya karıştırılması ya da karıştırılmaması durumu için, ayrı ayrı hesaplanmıştır. Kütle denkliği hesabının detayı, iki ve üç fazlı üretimde kullanılan su miktarı, oluşan atıksu miktarı, üretilen yağ miktarı ve oluşacak pirina miktarının karşılaştırıldığı Hocaoglu ve diğ., (2017) çalışmasında sunulmuştur. Ayrıca, geliştirilen kütle denkliği hesapları, web tabanlı “Üç Faz ve İki Faz Üretim Hesaplama Aracı” isimli bir programa dönüştürülmüş ve www.csb.gov.tr/projeler/zeytinay_web sitesinde yayınlanmıştır. Program dışardan erişime açık olup, program ile zeytin çeşidi, farklı oranlarda su kullanımları ve üretim prosesleri karşılaştırılabilmektedir.

3.3 Zeytin Çeşidine Bağlı Olarak Oluşacak Pirina Miktarı ve Neminin Değişimi

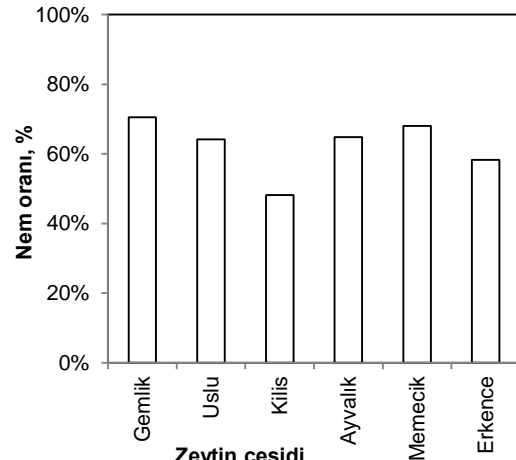
Türkiye’de zeytinyağı üretiminde yaygın olarak kullanılan zeytin çeşitlerinin (Tablo 1) işlenmesi sonucunda oluşacak iki fazlı pirina miktarı hesaplanmış, sonuçlar Şekil 3’de gösterilmiştir. Buna göre, 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda, oluşacak pirina miktarının yaklaşık 630 ile 790 ton arasında olacağı tahmin edilmiştir. Bir başka ifadeyle, zeytinin

işlenmesi sonucunda oluşacak pirina miktarı dönüşüm oranı 0,63 ile 0,79 aralığında olacaktır. Oluşacak pirina miktarı, zeytinin yağ içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Zeytinin yağ oranı arttıkça oluşacak pirina miktarı azalmaktadır. Oluşacak toplam pirina miktarı kuru madde bazında değerlendirildiğinde ise; örneğin 1000 ton zeytin işlenmesi sonucunda oluşacak pirina kurutulduğunda, elde edilecek toplam kuru yakacak madde miktarı 225 ton ile en düşük Gemlik zeytininde, yaklaşık 330 ton değeri ile en yüksek Kilis zeytininde olacaktır (Şekil 3d). Bir başka ifadeyle, Gemlik zeytininin kuru pirinaya dönüşüm oranı 0,225, Kilis zeytininin ise 0,33'dür. Oluşacak kuru çekirdek miktarının, 1000 ton zeytin işlendiğinde ortalama 90 ton ile 125 ton arasında değişeceği görülmektedir. Çekirdek oluşumunun en yüksek olacağı zeytin çeşidi, çekirdek oranının en yüksek olduğu Gemlik ve Uslu zeytinleridir.

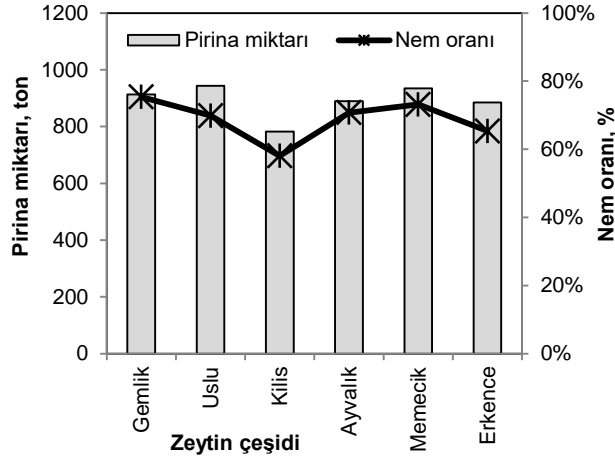
Oluşacak pirinaların nem oranları incelendiğinde, nem oranının yaklaşık %48 ile %71 arasında geniş bir aralıkta değişeceği tahmin edilmektedir. Zeytinin nem oranı, oluşacak pirinanın nemini doğrudan etkilemektedir. Bir başka ifadeyle, zeytinin yağ, çekirdek ve katı madde içeriği, oluşacak pirinanın katı madde oranını etkilemektedir. Nem oranının düşük olduğu Kilis zeytininde, nem içeriği en düşük olan pirina oluşurken; nem oranının yüksek olduğu Gemlik zeytininde oluşacak pirinanın neminin de yüksek olacağı öngörülmektedir. Malaksöre su ilave edilmesi ve seperatör sularının da pirinaya eklenmesi durumunda oluşacak pirina miktarları ve nem oranları artacaktır. Örneğin, malaksöre birim üretim başına (1 kg zeytin için), ortalama 0,05 kg, seperatöre ise ortalama 0,1 kg su eklenmesi durumunda, 1000 kg zeytin işlendiğinde oluşacak pirina miktarı, 730-890 aralığında olacak, pirinanın nem değeri ise %55-74 değerine yükselecektir (Şekil 3c). Hesap sonucunda bulunan pirina nem oranları, Şekil 1'de verilen deneysel çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında, deneysel olarak elde edilen iki fazlı nem oranı aralığı (en düşük %56, en yüksek %86), hesaplama bulunan nem oranı aralığının bir miktar üstünde kaldığı görülmektedir. Malaksöre su ilave edilmemesi ve seperatör sularının pirinaya karıştırılmaması durumunda oluşacak pirinanın en düşük nem oranı %48, malaksöre su ilave edilmesi ve seperatör sularının pirinaya karıştırılması durumunda ise oluşacak pirinanın en yüksek nem oranı %74 değerine yükselecektir. Bu durumda, deneysel çalışma sonuçları ile hesaplanan değerler arasında, en düşük değer açısından yaklaşık %8, en yüksek değer açısından ise yaklaşık %12 oranında bir fark göze çarpmaktadır. Saha çalışmaları sırasında, işletmelerin çoğu zaman seperatör sularını, hatta bazı durumlarda yıkama sularını da pirinaya karıştırdıkları, görülmüştür. Dolayısıyla aradaki fark, pirinaya eklenen su miktarının daha fazla olması ile açıklanabilir. Aradaki farkın bir diğer sebebi ise, zeytin karakterizasyonunun mevsimsel olarak değişimi olabilir. Zeytinin nem değerinin yükselmesi, pirinanın nem değerinin de yükselmesine sebep olacaktır.



a)



b)



c)

Şekil 3:

1000 ton zeytin işlendiğinde, zeytin çeşidine bağlı oluşacak iki faz pirinanın a) ham pirina, kuru pirina ve kuru çekirdek miktarı, b) nem oranı, c) malaksöre su verilmesi ve seperatör suyunun pirinaya ilave edilmesi durumunda pirina miktarı ve nem oranı

4. SONUÇ

Bu çalışmada, iki fazlı pirina karakterizasyonu incelenmiş ve zeytin çeşidine bağlı olarak oluşacak pirina miktarı ve nem oranının değişimi değerlendirilmiştir. İki fazlı pirinanın nem oranı %56 ve %86 arasında değişmiş, ortalama nem oranı %70 olarak bulunmuştur. Yağ oranı açısından ise, yaş bazda yağ oranı ortalama %3, kuru bazda yağ oranı ise ortalama %10,47 olarak bulunmuştur. Uygulanan hesap yöntemine göre, 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda, oluşacak pirina miktarının malaksöre su verilmediği durumda yaklaşık 630-790 ton aralığında olacağı (pirinanın nem oranı %48-71); malaksöre su eklendiğinde ve seperatör sularının da pirinaya dahil edildiği durumda ise 730-890 ton civarına yükseleceği (pirinanın nem oranı %55-74) tahmin edilmiştir.

Zeytin çeşitleri üzerinden değerlendirme yapıldığında, zeytindeki nem oranına bağlı olarak, en düşük nem oranına sahip pirinanın Kilis zeytininin işlenmesi, en yüksek nem oranına sahip pirinanın ise Gemlik zeytininin işlenmesi sonucunda elde edileceği tahmin edilmiştir. Değerlendirilen zeytin çeşitlerinin kuru pirinaya dönüşüm oranları dikkate alındığında ise, bu oranın en düşük 0,225 ile Gemlik zeytininde, en yüksek 0,330 ile Kilis zeytininde olacağı görülmüştür.

Hesap sonucu bulunan iki fazlı pirina nem oranı ile saha çalışmaları ve ölçümlerden elde edilen nem oranları arasında, önemli sayılabilecek bir farklılık dikkat çekmektedir. Aradaki farkın, mevsime bağlı olarak zeytinin özelliğindeki değişimden kaynaklanabileceği gibi, seperatör ve bazı durumlarda yıkama sularının da pirinaya karıştırılması sonucu ortaya çıkabileceği tahmin edilmektedir. Seperatör sularının ve yıkama sularının pirinaya karıştırılmaması, ayrıca malaksasyon aşamasında su ilavesinin dikkatli ayarlanması durumunda, iki fazlı pirinanın nem oranının %60-65 seviyelerine düşürülmesi mümkün görünmektedir. İki fazlı pirinanın nem oranının düşmesi, taşınacak pirina miktarının azalmasına, bir başka ifadeyle pirinayla taşınacak su miktarının azalmasına ve buna bağlı olarak taşıma ve bertaraf maliyetlerinin düşmesine katkı sağlayacaktır. Bunun için, pirina tesisleri tarafından, iki fazlı pirina için ödenen birim bedelin, nem oranına bağlı olarak düzenlenmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu makale, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmiş “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi” ZeytinAY projesi kapsamında oluşturulmuştur. Proje sürecinde emeği geçen başta, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne, veri ve bilgi paylaşımı dolayısıyla; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü ve Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyine, Pirinacılar Derneğine, Ali Bakırcı, Timur Girgin ve Mustafa Özkütük’e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Akın, S. (2005). Biyokütle Olarak Pirininin Enerji Üretiminde Kullanılması. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 19-21 Ekim 2005, Mersin. www.emo.org.tr/ekler/17c99c4861918e5_ek.pdf
2. Alburquerque, J. A., González, J., García, D., Cegarra, J. (2004). Agrochemical characterisation of “alperujo”, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource technology*, 91(2), 195-200. doi: 10.1016/S0960-8524(03)00177-9
3. Alfano, G., Lustrato, G., Lima, G., Vitullo, D., Ranalli, G. (2011). Characterization of composted olive mill wastes to predict potential plant disease suppressiveness. *Biological Control*, 58(3), 199-207. doi: 10.1016/j.biocontrol.2011.05.001
4. Baeta-Hall, L., Sàagua, M. C., Bartolomeu, M. L., Anselmo, A. M., Rosa, M. F. (2005). Bio-degradation of olive oil husks in composting aerated piles. *Bioresource technology*, 96(1), 69-78. doi:10.1016/j.biortech.2003.06.007
5. Başkan, A.E. (2010). Zeytinyağı işletmelerinin atıkları ve değerlendirilme yolları. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı, Denizli.
6. Borja R, Rincon BF, Raposo F, Alba JA, Martin A. (2002). A study of anaerobic digestibility of two-phases olive mill solidwaste (OMSW) at mesophilic temperature. *Process Biochemistry*, 38: 733-742. doi: 10.1016/S0032-9592(02)00202-9
7. Borroni, V., González, M. T., Carelli, A. A. (2017). Bioproduction of carotenoid compounds using two-phase olive mill waste as the substrate. *Process Biochemistry*, 54, 128-134. doi: 10.1016/j.procbio.2017.01.003
8. Cayuela, M. L., Bernal, M. P., Roig, A. (2004). Composting olive mill waste and sheep manure for orchard use. *Compost Science & Utilization*, 12(2), 130-136. doi: 10.1080/1065657X.2004.10702171
9. Cegarra, J., Amor, J. B., González, J., Bernal, M. P., Roig, A. (2000). Characteristics of a new solid olive-mill by-product (“alperujo”) and its suitability for composting. In: Warman, P.R., Taylor, B.R. (Eds.), *Proceedings of the International Composting Symposium (ICS'99)*, Halifax, Canada, part I, pp. 124–140.
10. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 07.02.2009, R.G. 27134.
11. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 03.07.2009, Resmi.Gazete. 27277.
12. Elmouwahidi, A., Bailón-García, E., Pérez-Cadenas, A. F., Maldonado-Hódar, F. J., Carrasco-Marín, F. (2017). Activated carbons from KOH and H₃PO₄-activation of olive residues and its application as supercapacitor electrodes. *Electrochimica Acta*, 229, 219-228. doi: 10.1016/j.electacta.2017.01.152

13. Filya, İ., Hanoğlu, H., Canbolat, Ö., Sucu, E. (2006). Kurutulmuş Pirinanın Yem Değeri ve Kuzu Besisinde Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1): 13-23. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/154046>
14. García-Jaramillo, M., Redondo-Gómez, S., Barcia-Piedras, J. M., Aguilar, M., Jurado, V., Hermosín, M. C., Cox, L. (2016). Dissipation and effects of tricyclazole on soil microbial communities and rice growth as affected by amendment with alperujo compost. *Science of the Total Environment*, 550, 637-644. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.01.174
15. Görel, Ö., Doymaz, İ., & Akgün, N. A. (2003). Zeytinyağı fabrikası atıklarının enerji amaçlı kullanımı. *YEKSEM'03*, 380-386. http://www.emo.org.tr/ekler/3278625acee2118_ek.pdf
16. GTHB, (2014). Kültür Koleksiyonu karakterizasyon verileri, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü.
17. Hernandez, V., Romero-García, J.M., Dávila, J.A., Castro, E., Cardona, C.A. (2014). Techno-economic and environmental assessment of an olive stonebased biorefinery. *Resources, Conservation and Recycling*, 92: 145-150. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.09.008
18. Hocaoglu, S.M, Baştürk, İ., Gürsoy-Haksevenler, B.H., Aydoğan, C. (2017). Türkiye'deki zeytinyağı işletmelerinin üretim prosesleri ve kapasite kullanımları açısından değerlendirilmesi, *Türk Tarım Gıda Bilim Teknoloji Dergisi*, 5(7): 724-731. doi: 10.24925/turjaf.v5i7.724-731.1116
19. Hocaoglu, S., M., Gürsoy-Haksevenler, B., H., Basturk, İ., Talazan, P. (2017). Assessment of Technology Modification for Olive Oil Sector: Comparison of Water Consumption, Wastewater Pollution and Pomace Generation through Mass Balance. *Journal of Cleaner Production*, (Dergiye gönderildi, revizyon aşamasında).
20. Kara, H., H., 2011. Farklı hasat dönemlerinde ve günün belli saatlerinde toplanan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
21. Karaca, C., Bozoğlu, B., Polat, O. (2015). Hatay ili pirina atık miktarının ve enerji potansiyelinin haritalanması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2). <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/228147>
22. Keser, O., Bilal, T. (2010). Zeytin sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*, 51(1), 64-72. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/85040>
23. Keleş, G. (2015). Zeytin posasının ruminantlar için besin ve besleme değeri, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 780-789. doi: 10.24925/turjaf.v3i10.780-789.435
24. Kıralan, M. 2010. Türk zeytinyağlarının zeytin çeşitlerine göre aroma profillerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
25. Madejon, P., Alaejos, J., García-Álbala, J., Fernández, M., Madejón, E. (2016). Three-year study of fast-growing trees in degraded soils amended with composts: effects on soil fertility and productivity. *Journal of environmental management*, 169, 18-26. doi: doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.050
26. Özdemir, Y., Öztürk, A., Guven, E., Nebioglu, M. A., Tangu, N. A., Akcay, M. E., & Ercisli, S. (2016). Fruit and oil characteristics of olive candidate cultivars from Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 147-154. doi: 10.15835/nbha44110226

27. Ozkaya, M. T., Ergülen, E., Ulger, S., Ozilbey, N. (2004). Genetic and biologic characterization of some olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Turkey. *J. Agric. Sci., Ankara Univ*, 10(2), 231-236. doi: 10.1501/Tarimbil_0000000899
28. Öztürk, T., Borcaklı, M. (2012). Gemlik ve Uslu zeytin çeşitlerinin besin öğelerinin karakterizasyonu. *Zeytin Bilimi* 3 (1), 29-34. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/298700>
29. Papaioannou, E. H., Patsios, S. I., Karabelas, A. J., Philippopoulos, N. A. (2013). Characterization of condensates from an indirect olive oil pomace drying process: The effect of drying temperature. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 831-837. doi: 10.1016/j.jece.2013.07.025
30. Rubio-Senent, F., Martos, S., Lama-Muñoz, A., Fernández-Bolaños, J. G., Rodríguez-Gutiérrez, G., Fernández-Bolaños, J. (2015). Isolation and identification of minor secoiridoids and phenolic components from thermally treated olive oil by-products. *Food chemistry*, 187, 166-173. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.022
31. Susamcı, E., Ötleş, Semih, Irmak, Ş. (2011). Sofralık Zeytinin Besin Öğeleri, Duyusal Karakterizasyonu ve İşleme Yöntemleri Arasındaki Etkileşimler. *Zeytin Bilimi* 2 (2), 65-74. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/298694>
32. Şevik, F., Tosun, İ., Ekinci, K. (2016). Composting of olive processing wastes and tomato stalks together with sewage sludge or dairy manure. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(5), 1207-1218. doi: 10.1007/s13762-016-0946-y
33. Tanılğan, K., Özcan, M. M., Ünver, A. (2007). Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas y aceites*, 58(2), 142-147. doi: 10.3989/gya.2007.v58.i2.78
34. Tortosa, G., Alburquerque, J. A., Bedmar, E. J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J. (2014). Strategies to produce commercial liquid organic fertilisers from “alperujo” composts. *Journal of cleaner production*, 82, 37-44. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.06.083
35. Tunalıoğlu, R., Bektaş, T. (2010). Türkiye Zeytinciliğinde Karasu Sorunu. *Zeytin Bilimi*, 1 (2), 65-71. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/298676>
36. TÜBİTAK MAM, (2015). Zeytin sektörü atıklarının yönetimi projesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. www.csb.gov.tr/db/zeytinay/webmenu/webmenu15702.pdf
37. Vlyssides, A.G., Loizides, M., Karlis P.K. (2004). Integrated strategic approach for reusing olive oil extraction by-products. *Journal of Cleaner Production* 12, 603-611. doi: 10.1016/S0959-6526(03)00078-7