

**Zeytin yağı üretiminde ultrason teknolojisi
parametrelerinin hidrofilik fenoliklerin enzimatik
parçalanması (biotransformasyonu) ve yağa geçişi
üzerindeki etkileri**

Program Kodu: 2510–TÜBİTAK-MHESR İşbirliği
Programı

Proje No: 114 O 835

Proje Yürütücüsü
Doç. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Bursiyerler
Ayře Nur ACAR
Enes BERBER

ŞUBAT 2017
KONYA

Önsöz

Günümüzde zeytinyağının biyolojik ve besinsel değeri ile insan sağlığı üzerindeki gözle görülür somut etkileri çok iyi bilinmektedir. Ancak üretim tekniklerinin optimizasyonu ile bu özellikleri daha da geliştirilebilir.

Zeytin yağı işleme teknolojisinde ultrason uygulamaları yoğurma süresini kısaltmak ve yağ verimini artırmak açısından artan ilgi görmektedir. Ancak böyle bir uygulamanın zeytinde bulunan enzimlerin inaktivasyonuna sebep olabileceği düşünülmektedir. Zeytinyağı ekstrakte edilirken hangi bileşenlerin biotransformasyona uğradığı ve hangi bileşenlere dönüştükleri ve bunların miktarları konularına yönelik araştırmalar son yıllarda gündeme gelmiştir.

Bu proje ile yapılması hedeflenen çalışmada enzim aktivitesinin zeytinyağı ekstraksiyonunda kullanılan bazı parametrelerle olan ilişkisi ortaya konulmuştur. Zeytin ezmesinden zeytinyağına kadar açığa çıkan ürünler de dâhil olmak üzere geçen tüm aşamalarda fenolik bileşenlerin dağılımı ve sekoiridoitlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Fenoliklerin ekstraksiyon boyunca dağılımı ve parçalanma ürünlerinin belirlenmesi ve bazı proses parametrelerinin bu değişimler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi zeytin işleme teknolojisinin gelişmesinde muhtemel faydalar sağlayabilecektir.

Ultrason uygulaması peroksidaz aktivitesini düşürmüş, zeytinyağında yağ verimini artırmış, zeytin hamurunda oleuropein ve zeytinyağında fenol alkollerin miktarını artırmıştır. Ultrason işleminin fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenlerin miktarı üzerindeki etkisi ekstraksiyon sırasında su ilavesi ve zeytin çekirdeklerinin ayrılması gibi işlemlere göre önemli farklılıklar arz etmiştir.

Bu proje TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	ii
1- Giriş	1
2- Materyal ve metot	4
2.1- Zeytin meyvesi	4
2.2- Zeytin yağının ekstraksiyonu	4
2.3- Yağ verimi	5
2.4- Zeytin meyvesinden, hamurundan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	5
2.5- Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	6
2.6- Fenolik bileşenlerin yüksek performans sıvı kromatografisiyle (HPLC) belirlenmesi	6
2.7- Enzim aktivitelerinin belirlenmesi	6
2.8- Antioksidan aktivite ölçümleri	8
3. Bulgular ve tartışma	10
4- Sonuç	44
5- Kaynakça	47

ÇİZELGE LİSTESİ

- Çizelge 1. Yoğurma ve ultrason uygulaması sırasında zeytin hamurunun sıcaklığı
- Çizelge 2. Zeytin ve zeytin hamurlarının yoğurma öncesi ile yoğurma ve ultrason uygulamaları sonrasında toplam fenolik bileşen içerikleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
- Çizelge 3. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında peroksidaz enzimi aktivitesi (U/g)
- Çizelge 4. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında lipoksijenaz enzimi aktivitesi (U/g)
- Çizelge 5. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında β -glukozidaz enzimi aktivitesi (U/g) [units of activity (U) per gram of enzyme (g)]
- Çizelge 6. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında polifenolksidaz enzimi aktivitesi (U/g)
- Çizelge 7. Zeytinde ve zeytin hamurunun fenolik ekstraktlarının ticari ayçiçek yağında (240mg ekstrakt/g yağ) antioksidan etkisini gösteren indüksiyon süreleri (saat)
- Çizelge 8. Zeytin ve zeytin hamuru fenolik ekstraktların trolox eşdeğeri antioksidan kapasiteleri (TEAC, mmol TE/kg ekstrakt)
- Çizelge 9. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında DPPH radikal tutucu aktivite (%)
- Çizelge 10. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağ verimi (%)
- Çizelge 11. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağ örneklerinin serbest asitlik değerleri (% oleik asit)
- Çizelge 12. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağlarda toplam fenolik bileşen içeriği (mg/100g)
- Çizelge 13. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı (meq O_2/kg yağ)
- Çizelge 14. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytinyağlarına ait fenolik ekstraktların trolox eşdeğeri antioksidan kapasiteleri (TEAC, mmol TE/kg ekstrakt)
- Çizelge 15. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytinyağlarına ait fenolik ekstraktların DPPH radikal tutucu aktiviteleri (% inhibisyon)
- Çizelge 16. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytinyağlarına ait Rancimat cihazında tespit edilen indüksiyon süreleri (saat)
- Çizelge 17. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA (hidroksitirozol) miktarları
- Çizelge 18. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA türevleri miktarları

Çizelge 19. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen p-HPEA (tirozol) miktarları

Çizelge 20. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen kafeik asit miktarları

Çizelge 21. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen vanilik asit miktarları

Çizelge 22. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen homovanilik asit miktarları

Çizelge 23. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen dimetiloleuropein miktarları

Çizelge 24. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen verbaskozit miktarları

Çizelge 25. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen ligstrosid miktarları

Çizelge 26. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen oleuropein miktarları

Çizelge 27. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen kuersitrin miktarları

Çizelge 28. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen luteolin-7-glukozit miktarları

Çizelge 29. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen rutin miktarları

Çizelge 30. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen apigenin-7-glukozit miktarları

Çizelge 31. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen luteolin miktarları

Çizelge 32. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen apigenin miktarları

Çizelge 33. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA (hidroksitirozol) miktarları (mg/kg)

Çizelge 34. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA türevleri miktarları

Çizelge 35. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen p-HPEA (tirozol) miktarları

Çizelge 36. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4 DHPEA-AC miktarları

Çizelge 37. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen kafeik asit miktarları

Çizelge 38. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen vanilik asit miktarları

Çizelge 39. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen homovanilik asit miktarları

Çizelge 40. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen vanillin miktarları

Çizelge 41. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA-eda miktarları

Çizelge 42. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen p-HPEA-eda miktarları

Çizelge 43. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen verbascoside miktarları

Çizelge 44. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen p-HPEA-ea miktarları

Çizelge 45. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen 3,4-DHPEA-ea miktarları

Çizelge 46. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen lignans miktarları

Çizelge 47. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen luteolin miktarları

Çizelge 48. Zeytinyağı ve hamurunda bulunan enzimler ve fenolik bileşenler arasında belirlenen korelasyon katsayıları

Özet

Bu projede; zeytin meyvesinde doğal olarak bulunan enzimlerin zeytin yağının ticari, besinsel ve duyusal özellikleri üzerinde çok büyük etkiye sahip olan fenolik glikozitleri parçalayarak sekoiridoit aglikonları açığa çıkarması, bu aglikonların zeytin yağına geçişi, zeytin yağı ekstraksiyonunda yağ verimini ve işleme kolaylığını artırmaya, oksidatif stabiliteyi geliştirmeye yönelik uygulanan bazı işlemlerin ve parametrelerin (çekirdeklerin ayrılması ve su ilavesi, ultrason uygulaması ve sürelerinin optimizasyonu gibi) bu enzimatik biotransformasyon üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Başka bir deyişle zeytinyağında bulunan başlıca fenoliklerin meyveden yağa kadar geçen aşamalarda uğradığı biyotransformasyon polifenoloksidaz, peroksidaz, β -glukozidaz ve lipoksijenaz enzimlerinin aktivitesi belirlenerek ortaya konmuş ve bu reaksiyonların zeytinyağı ekstraksiyonunda kullanılan bazı parametrelerle olan ilişkisi belirlenmiştir. Bu amaçla ultrason uygulaması 0, 2, 4, 6, 8, ve 10 dakika gibi farklı sürelerde uygulanmış, çekirdekli/çekirdeksiz kırma, su ilavesi gibi diğer bağımsız değişkenler ile deneme deseni oluşturulmuştur. Bu desende elde edilen ürün veya ara ürünlerde toplam fenolik madde miktarı, yağ ekstraksiyon verimi, antioksidan aktivite ve hidrofilik fenolik bileşenler özellikle sekoiridoit grupları analiz edilmiştir. Ultrason uygulamasının zeytin hamuru ve zeytinyağında bazı fenolik bileşiklerin miktarını artırması, yağ verimini ve indüksiyon süresini artırması ve serbest asitlikte ve peroksidaz enzimi aktivitesinde bir miktar düşüşe neden olması gibi olumlu etkileri gözlenmiştir. Uygulamanın fenolik bileşikler üzerinde bileşene göre farklı etkileri olduğu (örneğin zeytinyağında çekirdekli üretimde 3,4-DHPEA-EDA'nın ve zeytin hamurunda oleuropeinin artması) ortaya konmuştur. Tunus'a ait Chemlali çeşidi zeytin yağı örneklerinde Memecik çeşidine göre fenolik bileşiklerin daha az seviyede olduğu görülmüştür.

Araştırma sonucu elde edilen sonuçlar natürel sızma zeytinyağının fenolik bileşiminin korunması ve artırılması amacıyla mevcut proseslerin modifikasyonu veya yeni proseslerin geliştirilmesine yardımcı olabilecektir.

Anahtar kelimeler: zeytin yağı, ekstraksiyon, fenolik bileşenler, ultrason uygulaması, enzimler

Abstract

In this project, the occurrence of secoiridoid aglycones via degradation of phenolic glucosides which have strong effect on commercial, nutritional and sensory properties of olive oil by naturally abundant enzymes, the transfer of these aglycones to the olive oil, the effects of ultrasound treatments and parameters (such as removal of pits, ultrasound application and addition of water) that are applied in order to increase oil yield and oxidative stability and ease processing during extraction on this enzymatic biotransformation was investigated. In other words, the biotransformation of main phenolics of olive oil from fruit to the oil during all the processing steps was determined in terms of enzymatic activities of polyphenoloxidase, peroxidase, β -glucosidase and lipoxygenase as well as the interaction between these reactions and the parameters used in olive oil extraction was also be studied.

For this purpose, ultrasound was applied for 0, 2, 4, 6, 8, and 10 minutes with the crushing with pits/without pits, water addition/ without addition and varieties as independent variables; total phenolics amount, oil yield, antioxidant activity and hydrophilic phenolic compounds particularly secoiridoid groups as response variables. It has been observed that the application of ultrasound has the positive effects of increasing the amount of some phenolic compounds in the olive paste and oil, increasing the oil yield and the induction period and causing a decrease in free acidity and peroxidase enzyme activity. It has been demonstrated that the application has different effects on the phenolic compounds (for example, increase in 3,4-DHPEA-EDA and oleuropein concentrations in olive oil and paste after extraction with seeds, respectively). Olives of Chemlali variety contained lower amounts of phenolics when compared to those of Memecik variety. The results of the research may help to modify the existing processes or to develop new processes in order to protect and increase the phenolic composition of the virgin olive oil.

Keywords: olive oil, extraction, phenolics compounds, ultrasound application, enzymes

1. GİRİŞ

Günümüzde zeytinyağının biyolojik ve besinsel değeri ile insan sağlığı üzerindeki gözle görülür somut etkileri çok iyi bilinmektedir. Ancak üretim tekniklerinin optimizasyonu ile bu özellikleri daha da geliştirilebilir. Ayrıca, fenolikler gibi minör bileşenler zeytinyağının orijini, ekstraksiyon metodu, rafinasyon işlemi ve taklit-tağışış gibi konularda analitik belirlemelerde de kullanılmaya başlamıştır. Zeytin meyvesinde yer alan fenolik bileşenler yağda, vejetasyon atık suyunda ve katı fazda ve biraz da kolloid yağ damlacıklarına bağlı halde bulunurlar. Fenollerin zeytin meyvesindeki konsantrasyonu %1.0-3.0 (w/w) arasında değişmekte ve bu konsantrasyon çeşit, zirai işlemler, çevre, olgunluk seviyesi, depolama koşulları, işleme metodu vb. çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır (Montedoro vd.,1992). Zeytinyağı kalp damar hastalıkları ve kanser vakalarının daha az görüldüğü Akdeniz diyetinin en önemli parçasıdır (Manna, 1999). Bu faydalı etkileri kısmen fenoliklere ve antioksidan etkilerine bağlanmaktadır. Bu bileşikler zeytinyağının raf ömrünü de uzatırlar (Montedoro, 1978). Zeytin yağına özellikle acı ve keskin (yakıcı) bir lezzet kazandırdığı için zeytin yağı duyuşal özellikler açısından da fenolik bileşiminden etkilenmektedir (Visioli vd., 2002).

Zeytinyağında bulunan değışime uğramış mikrobileşenler zeytinde doğal olarak bulunan mikro-bileşenlerle birlikte bulunur. Bunun yanısıra zeytinyağına geçen bu bileşenlerin, su da mı ya da yağda mı buldukları, nisbi miktarları, zeytinyağı ekstrakte edilirken hangi bileşenlerin biotransformasyona uğradığı ve hangi bileşenlere dönüştükleri ve bunların miktarları konularına yönelik araştırmalar yeni gündeme gelmiştir, bu konularda henüz yeterli çalışma yoktur. Yoğurma sırasında zeytin yağında bulunan sekoiridoitlerin kantitatif modifikasyonunu açıklayan mekanizma henüz kesin olarak bilinmemektedir.

Oleuropeinin enzimatik hidrolizi sonucu açığa çıkan sekoiridoit türevleri ligstroside ve demethyloleuropein (Montedoro vd., 2002), dekarboksmetiloleuropein ve ligstrosid aglikonları dialdehidik formları (sırasıyla 3,4- DHPEA-EDA and p-HPEA-EDA) ve oleuropein ve ligstroside aglikonları aldehidik formları (sırasıyla 3,4-DHPEA-EA ve p-HPEA-EA,) en yaygın bulunan fenolik bileşenlerdir ve bunlar arasında oleuropein türevleri en güçlü antioksidan aktiviteyi gösterenlerdir (Artajo vd., 2006). Zeytin hamuru içerisindeki endojen enzimler (pektinolitik, selüloolitik vs.), etrafı saran yağ damlacık membranını parçalarlar (Ranalli ve Serraiocco 1996, De Faveri vd., 2008). Oleuropeine karşı yüksek affinite gösteren β -glukozidaz meyve fenolik glikozitlerini zeytinyağı ekstraksiyonu sırasında hidrolize uğratırlar (Romero-Segura vd., 2009). Mikrobiyal rekombinant β -glukozidazlar tarafından oleuropeinin hidrolizi daha önce pekçok çalışmada yayımlanmış ve reaksiyon son ürünleri model sistemlerde deneysel olarak belirlenmiştir (Bianco vd., 1999; Briante vd.,

2004). Buna rağmen fenolik bileşenlerin biyotransformasyonu üzerine yapılan önceki çalışmalarda natürel zeytinyağında bulunan başlıca sekoiridoitlerin oluşumu tamamıyla açıklanamamıştır. Sekoiridoitler yağda çözünür özellikte değildirler. Mekanik ekstraksiyon sonrası yağa az bir kısmı geçer ve bu kısım zeytinyağının sağlığa faydalı etkilerini ve duyusal özelliklerini kazandıran en önemli mikrobileşenleri oluştururlar. Fenoliklerin su ve yağ faz arasındaki dağılımı bu iki fazda çözünürlüklerine bağlıdır. Zeytinyağının ekstraksiyonu sırasında zeytinlerin kırılması ezilmesi esnasında oleuropeinin %80'i parçalanır. Enzimler polisakkaritleri parçalar ve fenolik antioksidanların serbest kalmasını sağlar ki bunlar üç faza dağılır, yağ, su ve katı faz. Genelde meyvede bulunan doğal enzimler yağ ekstraksiyon ve ezme aşamalarında deaktive olurlar.

Zeytinlerin ezilmesi veya kırılması meyve dokularının parçalandığı ve vakuollerde yer alan yağ damlacıklarının salınmasını sağlayan basit bir fiziksel işlem olmanın yanısıra zeytinyağının kalitesini etkileyen kritik bir basamaktır. Ezme sırasında polar fenollerin ve uçucu bileşenlerin oluşumu ve transformasyonu tetiklenir (Di Giovachino vd., 2002). Malaksasyon yani yoğurma sırasında aktif hale gelen ve yeni fenol türlerinin biojenerasyonunu sağlayan önemli bir enzim sisteminin natürel zeytinyağının antioksidan özellikleri ve lezzetini etkilediği iddia edilmektedir. Bu enzimler arasında oleuropeini parçalayan β -glukozidaz en başta gelenidir (Servili vd., 2003).

Zeytinde en başta glikozidazlar ve hidrolazlar olmak üzere birkaç aktif enzim grubu bulunur. Zeytinyağında bulunan fenolik ve terpenik mikrobileşenlerin çoğu hem glikozidik ve hem de ester bağlarına sahiptir. Bu nedenle sıkma sırasında zeytinler ezilip hücre materyalleri tamamıyla karıştırdığında hidrolitik enzimler glikozidik ve ester bağları ayırır. Bu enzimatik aktivitenin sonunda yüksek polariteli şeker fraksiyonu ayrılır, polaritesi bu mikro-bileşenlere bağlı olan başka bir fenolik ve terpenik fraksiyon açığa çıkar. Uygulamada, sıkma sırasında bütün glikozidik kısımlar sulu fazda bulunur, fenolik ve terpenik bileşenler ise polarite ve lipofilitelerine göre sulu faz ve yağ fazı arasında dağılım gösterir (Bianco vd., 2007). Natürel sızma zeytin yağında fenolik bileşenlerin oluşumu, proses sırasında (Servili vd., 2000), çeşitli iç enzimlerin aktivitesiyle çok yakından ilişkilidir. Bu enzimler polifenoloksidaz (PPO), peroksidaz (POD) ve lipoksijenazdır (LPO) (Morales vd., 1999). PPO ve POD malaksasyon sırasında fenollerin oksidasyonunu katalizleyerek ezme ve yağda konsantrasyonlarının azalmasına neden olur. Natürel sızma zeytinyağının fenolik kompozisyonunun geliştirilmesinde uygulanabilecek stratejilerden biri de bu nedenle PPO, POD ve LPO kimyasal yollarının kontrolüdür. Bir diğer parametre çekirdeği çıkarılmış zeytinlerden yağ ekstraksiyonudur. Zeytinyağının fenolik bileşimi meyvede PPO, POD ve LPO enzimlerinin dağılımına dayandırılmaktadır. Daha önce endojen oksidoredüktazların zeytinde çekirdek, pulp ve kabuk kısımlarında dağılımı, zeytin meyvesinin çeşitli kısımlarında farklı seviyelerde PPO, POD ve LPO enzimlerinin bulunması ile ilgili bir çalışma yayımlanmıştır (Servili vd.

2000). Çekirdekte belirlenen yüksek POD aktivitesi malaksasyondan önce çekirdeğin alınması sayesinde fenoliklerin oksidatif parçalanmasının azaltılabileceği ihtimalini ortaya koymuştur. Daha önce yayımlanan çeşitli çalışmaların sonuçları bu hipotezi doğrular niteliktedir (Lavelli ve Bondesan, 2005; Amirante vd., 2006). Servili ve Montedoro (2002) çekirdeklerin zeytin meyvesinden uzaklaştırılmasıyla zeytinyağının fenolik konsantrasyonunun artırılabilirliğini ileri sürmüşlerdir. Ancak tam tersine, Patumi vd. (2003) asitlik, peroksit değeri, spektrofotometrik indisler, fenolikler ve uçucu bileşenler açısından çekirdek uzaklaştırmanın önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Lavelli ve Bondesan (2005) çekirdek çıkarmanın zeytinyağı kalitesi üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için pulp ve çekirdekten gelen enzimlerin zeytin işleme sırasında meydana getirdikleri reaksiyonların aydınlatılmasının gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Bu projede zeytin ezmesinden zeytin yağına kadar açığa çıkan ürünler de dahil olmak üzere geçen tüm aşamalarda fenolik bileşenlerin dağılımı ve sekoiridoitlerin biotransformasyonunun incelenmesi amaçlanmıştır. Fenoliklerin ekstraksiyon boyunca dağılımı ve parçalanma ürünlerinin belirlenmesi ve bazı proses parametrelerinin bu değişimler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi zeytin işleme teknolojisinin geleceğinde muhtemel faydalar sağlaması açısından önemlidir.

Zeytin yağı işleme teknolojisinde ultrason uygulamaları yağ veriminin artırılması açısından artan ilgi görmektedir. Ancak böyle bir uygulamanın zeytinde bulunan enzimlerin inaktivasyonuna sebep olabileceği düşünülmektedir. Çünkü gıdalarda ultrason teknolojisinin uygulama alanlarından biri de enzim inaktivasyonudur (O'Donnell vd., 2010). Bu anlamda, ultrason uygulamasının enzim inaktivasyonu ve zeytinden yağına geçen fenolik bileşenler üzerindeki etkilerinin bu proje ile belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, zeytin ezmesinden zeytin yağına kadar açığa çıkan ürünler de dahil olmak üzere geçen tüm aşamalarda fenolik bileşenlerin dağılımı ve sekoiridoitlerin biotransformasyonunun incelenmesi amaçlanmıştır. Fenoliklerin ekstraksiyon boyunca dağılımı ve parçalanma ürünlerinin belirlenmesi ve bazı proses parametrelerinin bu değişimler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi zeytin işleme teknolojisine muhtemel faydalar sağlaması açısından önemlidir. Projede, zeytinyağının ticari, besinsel ve duyuşal özellikleri üzerinde çok büyük etkiye sahip olan başlıca fenolik bileşenlerin ekstraksiyon aşamaları sırasında uğradığı değişimin, enzimatik reaksiyonlar üzerinde yoğunlaşarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece, en büyük kayıpların hangi uygulamalar (çekirdek çıkarma, su ilavesi, yoğurma ve ultrason) sonucu gerçekleştiği, hangi enzim ve enzim gruplarının daha etkili olduğu ortaya konulmaktadır.

Dünyadaki ekonomik anlamda en yüksek düzeyde natürel zeytinyağı üreten Akdeniz ülkelerinin (İtalya, İspanya, Yunanistan, Fransa, Tunus, Cezayir ve Fas gibi) aksine, Türk

zeytinyağlarının çeşit/bölgesel karakterizasyonu konusunda çok az bilgi bulunmaktadır. Bu amaçla ulusal ve uluslararası projeler yapılarak bu konuda yapılacak olan coğrafi işaret çalışmaları için, elzem olan sağlıklı veri tabanlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu durum zeytin ve zeytinyağı üzerine yapılan araştırmaların önemini artırmaktadır. Buna ilaveten projede ayrıca, Tunus ve Türkiye'ye ait en önemli çeşitler üzerinde araştırma yapılmaktadır ve böylece hem çeşit hem de lokasyonun etkisi her iki proje ortağı grubun çalışmalarının bir araya getirilmesiyle ortaya konulacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Zeytin Meyvesi

Türkiye'den Mersin'in Mut Yöresine ve Tunus'tan Sfax bölgesine ait sırasıyla Memecik ve Chemlali çeşidi zeytin örnekleri, her ağacın tacının orta seviyesinden, etrafı dolaşarak yaklaşık 20'şer kg ve üç tekerrür halinde elle toplanarak temin edilmiştir. Örnekler laboratuvara getirildikten hemen sonra bir kısmı yağ ekstraksiyonu için hemen ekstraksiyona tabi tutulmuş, geriye kalan kısmı ise diğer analizler için derin dondurucuda -80°C'de muhafaza edilmiştir.

Örnekleme 2015/2016 hasat sezonunda da yapılmıştır. Olgunlaşma indeksi Agronomic Station of Jaén (Boskou, 1986) tarafından bildirilen meyve ve pulp kabuğu rengine göre rastgele seçilen 100 zeytin meyvesi üzerinde belirlenmiş ve 6 olarak tespit edilmiştir.

2.2 Zeytin Yağının Ekstraksiyonu

Zeytin meyveleri laboratuvara getirildikten hemen sonra yaprak, ezilmiş dane, taş, toprak vb. yabancı maddelerden temizlenmiş, yıkanmış ve 1.5 kg lık on sekiz parçaya ayrılmıştır. Zeytinlerin yarısının bıçak yardımıyla çekirdekleri çıkarılmıştır. Zeytinler laboratuvar tipi kıyma makinesinde kırıldıktan sonra, ezme yoğurucuda (Hobart Corporation, Troy, OH, USA) yoğurulmuş ve elde edilen hamur santrifüjlenerek (Awel Industries, Centrifuge MF 20, France) zeytin yağı elde edilmiştir.

Kırma işleminden sonra ultrason uygulaması bir ultrasonik banyo ile farklı sürelerde (0, 2, 4, 6, 8 ve 10 dak.) gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik banyonun özellikleri: frekans 35 kHz; tank hacmi 4.25 L; tank iç boyutları GxDxY 240x137x150 mm; ultrasonik efektif güç 150 W şeklindedir (Elmasonic S60, Singen, Germany). Ultrason uygulaması sırasında hamura daldırılan bir civalı termometre (0-50 °C) ile sıcaklık takip edilmiştir. Zeytin hamurunun

sıcaklığındaki artış Çizelge1'de verilmiştir. Sıcaklığın 30°C'ı aşmaması denemelerde uygulanan ultrason dozlarında sıcaklık artışı açısından sakıncalı olmadığını göstermiştir. Deneme desenine göre gerekli olan örnek partilerine 1kg zeytin hamuruna 100 mL oranında olacak şekilde oda sıcaklığında su ilave edilmiştir.

Çizelge 1. Yoğurma ve ultrason uygulaması sırasında zeytin hamurunun sıcaklığı

	0. dk	2. dk	4. dk	6. dk	8. dk	10. dk
Su ilavesiz	19°C	21°C	22.5°C	24.5°C	25.0°C	25.7°C
Su ilaveli	20°C	22°C	23.8°C	25.0°C	26.5°C	27.5°C

Ultrason uygulamasından sonra ezme 35°C'de su banyosuna daldırılmış (rotasyon hızı, 24 rpm) paslanmaz çelik yoğurucuda (Hobart, Corporation, Troy, OH, USA) yoğurulmuştur (4.5 L). Zeytin yağı pamuktan süzildükten sonra kahverengi şişelere tepe boşluğu bırakılmadan azot gazı altında alınmıştır. Buzdolabında +4°C'da muhafaza edilmiştir. Analizler üç tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

2.3 Yağ Verimi

Ekstraksiyon verimi deneme deseninde yer alan her bir muamele için ekstraksiyon sonunda elde edilen yağ ağırlığının başlangıçta alınan zeytin numunesi ağırlığına oranı şeklinde hesaplanmıştır. Ekstraksiyon verimi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Ekstraksiyon verimi} = (A_{\text{yağ}} / A_{\text{zeytin}}) \cdot 100$$

$A_{\text{yağ}}$ ekstrakte edilen yağın kütlesi (kg) ve A_{zeytin} prosesteki zeytinin kütlesi (kg) (Martínez vd., 1975).

İşlenmemiş zeytinlerden, kırma-ezme ve yoğurma işlemlerinden sonra 40'ar g örnekler renkli cam şişelere tartılmış azot gazı altında hava almayacak şekilde kapatılmış ve -80°C'da muhafaza edilmiştir. Bu örnekler daha sonra yapılacak olan fenolik madde, enzim miktarı vb. analizlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır.

2.4 Zeytin Meyvesinden, Hamurundan ve Pirinadan Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

McDonald vd. (2001)'nin yöntemi kullanılmıştır. Zeytin meyve, hamur veya pirinadan bir miktar sıvı azot içerisine konmuş ve daha sonra -47°C'de yaklaşık bir hafta süreyle dondurarak kurutulmuştur. Kurutulmuş numune derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Çekirdekleri ayrılan kuru numune genel amaçlı bir elektrikli blenderde toz haline getirilmiştir. Toz numune şişelerde -18°C'de tutulmuştur. Dondurarak kurutulmuş zeytinden (10 g) bir erlene tartılıp üzerine (50:50, v/v; 50 mL) metanol:su karışımı ilave edilecek, 30 dak. bekletilmiştir. Ekstrakt filtre edilip hekzanla (3×50mL) yağı uzaklaştırılmıştır. 0.45 µm filtreden geçirilip (1:10, v/v, 50:50, v/v metanol:su) seyreltilmiştir.

2.5 Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

50 µL ekstrakt 250 µL fenol ayracı Folin-Ciocalteu ve 500 µL sodyum karbonat çözeltisi (20%, w/v) karıştırılmış, vortekslenmiş ve su ile 5 mL ye tamamlanmıştır. 30 dak. oda sıcaklığında inkübasyondan sonra 765 nm de absorpsiyonu ölçülmüştür. Sonuçlar, galik asitin belli konsantrasyonlarının okunmasıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisinden faydalanarak hesaplanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965).

2.6 Fenolik Bileşenlerin Yüksek Performans Sıvı Kromatografisiyle (HPLC) Belirlenmesi

Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarında bulunan Agilent HPLC 1100, Software: PC running ChemStation (Agilent, USA) cihazı kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi: 40 µl, Kolon: Inertsil ODS3 (GL Sciences, Tokyo, Japonya) (5µm, 25cmx4.6mm i.ç). Hareketli faz: A (% 2 formik asit sulu çözeltisi), B (metanol), Akış hızı: 0.85 mL/dak., Dedektör: DAD G1315A Diode Array Dedector, Sıcaklık: 40°C (280 nm: fenolik asitler ve secoiridoitler, 320 nm: flavonoidler). Gradient çalışma programı:t=0.01 A=95 B=5, t=3.00 A=85 B=15, t=13.00 A=80 B=20, t=25.00 A=75 B=25, t=35.00 A=70 B=30, t=40.00 A=65 B=35, t=45.00 A=60 B=40, t=47.00 A=55 B=45, t=50.00 A=53 B=47, t=60.00 A=52 B=48, t=64.00 A=50 B=50, t=70.00 A=50 B=50, t=76.00 A=95 B=5 şeklindedir. Fenolik maddelerin tanısı, kullanılan standart maddelerin alıkonma zamanları ve spektrumlarıyla kıyaslanarak yapılmıştır. Standart olmayan bileşiklerin tanısında ise literatür verilerindeki alıkonma zamanları ve spektrumlarından yararlanılmıştır (Mevcut proje örneklerinde HPLC analizinde bu işleme gerek kalmamıştır). Ayrıca ekstraktların içerisine standartlar ilave edilerek tanımlama işlemi desteklenmiştir (Vinha, 2005).

2.7 Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Zeytin meyveleri sıvı azotta dondurulmuş ve derhal dondurarak kurutulmuştur. Dondurarak kurutma koşulları şu şekildedir: başlangıçta -40°C'da 24 saat, daha sonra sıcaklık -5°C'a yükseltilmiş ve 72 saat bekletilmiştir, sonrasında sıcaklık 5°C'a ayarlanmış ve 48 saat süre bekletilmiştir. Dondurarak kurutulmuş materyaller -30°C'a kuru şartlarda enzim analizlerine kadar en fazla 30 gün süreyle muhafaza edilmiştir.

Aseton ekstraktlarının eldesi: Dondurarak kurutulmuş 20 g zeytin veya hamuruna 800 mL 3:1 oranında aseton:su (h:h)+polietilen glikol (PEG) 2000+PEG 20000 (0.5g+0.5 g) -35°C'de ilave edilmiştir. Karışım 10000 rpm de 2 dak. homojenize edildikten sonra filtre kâğıdından süzölmüştür. Ezilmiş pulp 400 mL etil eter, 400 mL metanol-aseton ve 400 mL aseton su karışımlarıyla dört kez yıkanmıştır (-35°C). En sonunda 400 mL aseton ile

yıkanmıştır. Her yıkamada homojenizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Azot altında kurutulup toz hale getirilen ekstraktlar -30°C'de muhafaza edilmiştir (Montedoro vd., 2002).

Lipoksijenaz, polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitesi spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Sciancalepore, 1988; Begliomini vd., 1995).

Lipoksijenaz aktivitesinin belirlenmesi için 157 µL linoleic acid, 157 µL Tween 20, 10 mL saf su karıştırılmıştır. 1 mL 1.0N NaOH konulduktan sonra, 0.1M sodyum fosfat tampon çözeltisi ile 200 mL'ye tamamlanmıştır (pH 7.0'ye ayarlanmıştır). Bu karışım amber renkli bir şişeye alınmıştır. 10 dk oksijen verilerek havalandırılmıştır. 25°C'de 10 dk çalkalamalı su banyosu içinde tutulmuştur.

Enzim Ekstraktı: 2 g zeytin hamuru örneki santrifüj tüpüne tartılmıştır. Üzerine 20 mL 0.1 M Tris-HCl buffer (pH 8) ilave edilmiştir. 50 rpm'de 3 dk homojenize edilmiştir. Homojenat 12000 rpm'de 4°C'da 1 saat santrifüjlenmiştir. Üstte kalan tabaka ve katı kısım ayrılmış, sıvı kısım kullanılmıştır.

Analiz için, sırasıyla 150 µL enzim ekstraktı, 2.85 mL linoleik asit substrat çözeltisi kuvartz spektrofotometre küvetine konulmuştur. 234 nm'de spektrofotometrede okumalar yapılmıştır.

Polifenoloksidaz aktivitesinin belirlenebilmesi için 10 g zeytin hamuru numunesi alınıp üzerine pH 6.5 olan 30 mL 0.2M fosfat tampon çözeltisi ve 0.6 g polyvinylpyrrolidone (PVPP) eklenmiştir. Karışım homojenizatörde 3dakika homojenize edilmiştir. Her bir dakikada 1 dakika süre ile ara verilmiştir. Son 1 dakika öncesinde 2 damla Triton X-100 çözeltisi damlatılmıştır. Karışım 6000 devirde 30 dk santrifüjlendikten sonra, içinden 0.1 mL (100 µL) alınmış ve üzerine (substrat çözeltisi olarak) 2.80 mL – 0.16 M cathechol eklenmiştir. 420 nm'de 60 sn boyunca absorbanstaki değişim kaydedilmiştir. Blank referans (şahit) olarak 2.90 mL substrat çözeltisi kullanılmıştır. Bütün işlemler buz üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Peroksidaz aktivitesi için fosfat tampon çözeltisi, 2.76 g NaH₂PO₄H₂O 100mL çözücü ile (su) 0.2 M çözelti hazırlanmıştır (A çözeltisi). 5.37 g Na₂HPO₄7H₂O 100mL çözücü ile (su) 0.2 M bir çözelti daha hazırlanmıştır (B çözeltisi). 88 mL A çözeltisinden, 12 mL B çözeltisinden karıştırılarak 200 mL'ye kadar su ile tamamlanmıştır. pH 6'ya 1M KOH ile ayarlandıktan sonra buz üstüne yerleştirilmiştir.

Hidrojen Peroksit Çözeltisi: % 30'luk H₂O₂'den 1:60 oranında ultra saf su ile 30 mL olacak şekilde seyreltilmiştir. Ağız sıkıca hava almayacak şekilde kapatılmış, buz üzerinde yerleştirilmiştir.

Pyrogallol Çözeltisi: Çözelti % 5'lik olacak şekilde 5 mg pyrogallol tartılmış, ultra saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Ağız kapatılarak, karanlığa konulmuştur.

Örnek Çözeltisi: 1 g örnek (zeytin hamuru) alınmış, pH 7.2'de 5 mL buffer ile buz üzerinde homojenize edilmiştir. Soğuk ortamda (buz üzerinde) filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzöntü phosphate buffer ile 10 kat seyreltilmiştir.

Spektrofotometre küvetine sırasıyla; ultra saf su 2100 µL, fosfat tampon çözeltisi 320 µL, hidrojen peroksit çözeltisi 160 µL, Pyrogallol çözeltisi 320 µL konulmuştur. Örnek çözelti 100 µL konularak 20 sn beklenmiş ve 420nm'de 20 saniyede bir okunmuştur. Şahit okuma için örnek çözelti yerine 100 µL fosfat tampon çözeltisi konulmuştur.

β-Glukozidaz aktivitesi, yapay bir glukozit olan p-nitrophenyl-β, D-glucopiranoside (pNPG)'ten serbest kalan p-nitrophenol'ün artan miktarının 450 nm'de absorbansın artışıyla tespit edilmesine dayanan bir metotla belirlenmiştir. Hidrolitik reaksiyonun kantitasyonu molar extinction katsayısı olan 552.8 M⁻¹cm⁻¹ kullanılarak hesaplanmıştır. Bir birim β-glukozidaz aktivitesi 45°C'da dakikada 1 µmol p-nitrophenol'ün serbest kalma miktarına eşdeğerdir. Bütün ölçümler üç tekerrürlü yapılmıştır (Romero-Segura vd., 2009).

Citrate buffer için: 3.675 g sodium citrate tartılmış, 250 mL ultra saf su ile tamamlanmıştır. pH'sı 4.5'e ayarlandıktan sonra buz üzerine yerleştirilmiştir.

Substrat için: 0.07525g p-nitrophenyl-B-D-glucopiranoside tartılarak, 250 mL'ye ultra saf su ile tamamlanmıştır.

Sodyum karbonat: 0.25M sodyum karbonat çözeltisi hazırlanmıştır. 6.625 g sodium carbonate tartılmış, 250 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır. pH 9.0'a ayarlanmıştır

Enzim ekstraksiyonu için: 0.1 g zeytin hamuru tartılmıştır. 1.5 mL 0,05 M citrate buffer (0.1M tuz içeren) zeytin hamurunun üzerine eklenmiş, oda sıcaklığında 1 saat beklenmiştir. Santrifüjle 5000 rpm'de 3 dk santrifüj edilmiştir.

Spektrofotometre küvetine 200 µL substrat üzerine 200 µL ekstrakt konularak 2.5 saat 40°C'de inkübe edilmiştir. 2 mL 0.25 M sodyum karbonat ilave edilmiştir. 420 nm'de absorbansı okunmuştur. Spektrofotometreyi sıfırlamak için şahit hazırlanmıştır. 200 µL substrat, 200 µL enzim ekstraktı, 2mL Na₂CO₃ eklenmiş ve 420 nm'de absorbansı okunmuştur.

2.8 Antioksidan Aktivite Ölçümleri

Zeytin ve zeytinyağı örneklerinin antioksidan aktiviteleri üç farklı metod kullanılarak belirlenmiştir:(i) ransimat testi, (ii) DPPH serbest radikal tutucu etki testi ve (iii) TEAC analizi.

-Troloks eşdeğeri antioksidan aktivitenin belirlenmesi: Antioksidan moleküllerin, mavi-yeşil renkli ve 734 nm'de karakteristik absorpsiyona sahip bir kromofor olan uzun ömürlü ABTS^{•+}'yi giderme kabiliyeti suda çözünen bir E vitamini analogu olan Trolox ile

karşılaştırılmıştır. Radikal katyona antioksidanların ilavesiyle ABTS'ye indirgenir ve renkte açılma görülür. Stabil ABTS stok çözeltisi, 5 mM ABTS sulu çözeltisinin 740 µM potasyum ferrisiyanür $K_3Fe(CN)_6$ ile reaksiyonu ile oluşturulmuştur. 734 nm dalga boyunda Shimadzu UV 1240 spektrofotometre cihazı kullanılarak absorbands değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar, mmol TE/kg ekstrakt olarak verilmiştir (Re vd., 1999).

-DPPH serbest radikal tutucu etkinin belirlenmesi: DPPH radikal tutucu etki analizinde stabil serbest radikallere karşı zeytin hamuru ve yağı antioksidanlarının zamana ve doza bağlı reaksiyon kinetikleri ölçülmüştür (Roginsky ve Lissi, 2005). Yağ ekstraktlarının farklı konsantrasyonları, metanol:su (80:20, v/v) karışımıyla hazırlanmış, üzerlerine 0.1mM metanollü DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ilave edilmiş ve 27°C'da 20 dakika beklenmiştir. Örneklerin absorbandslarındaki değişim 517 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Sonuçlar DPPH radikalinin başlangıç konsantrasyonunun % azalması üzerinden bildirilmiştir. Lipofilik antioksidanlardan BHT'nin stok çözeltisi ve bundan elde edilen seyreltmeler metanolde hazırlanmıştır. Hidrofilik antioksidanlardan askorbik asit ve zeytin meyvesi, hamuru ve yağından elde edilen ekstraktlar saf su ve/veya saf su:metanol karışımında çözündürülmüştür.

-Ransimat testi (Oksidatif stabilite tayini): 743 Ransimat apparatus (Metrohm Co., Herisau, Switzerland) hızlandırılmış kontrollü bir test ile gerçekleştirilmiştir. Ticari Ayçiçek yağı ve zeytinyağı oksitlenecek lipid substratları olarak kullanılmıştır. 1200 mg zeytin hamurundan yukarıda bahsedilen yöntemle elde edilen fenolik ekstrakt 5 g yağ ile farklı cam silindirlerde karıştırılmıştır (400 ppm) (Bouزيد vd., 2005). Hava akışı (10 L/h) 120°C'ye ısıtılan yağlara baloncuklar oluşturacak şekilde verilmiştir. Bu işlemde uçuculuğu yüksek olan oksidasyon ürünleri yağdan ayrılacak ve suda çözülmüştür, böylece suyun iletkenliği artmıştır. İndüksiyon süresi örneğin oksidasyon stabilitesini gösteren birimi saat olan bir değerdir. Taban çizgisinin (x) iletkenlik eğrisinin eğimiyle yaptığı kesişimle hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Zeytin ve zeytin hamurunda belirlenen toplam fenolik bileşen değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. 0.780-1.188 µg/kg arasında değişen değerlerde tespit edilen fenolik bileşen içeriği ultrason ile bir miktar artış gösterse de, bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Zeytin hamuru örneklerinde tespit edilen dört farklı enzime ait değerler Çizelgeler 3,4,5 ve 6'da verilmiştir. Peroksidaz (U/g) aktivitesi 14.40-26.03 arasında değişmiştir. İkinci hasat yılında bir önceki yıla göre daha yüksek aktivite tespit edilmiştir. Ultrason uygulamasıyla peroksidaz aktivitesi bir miktar düşüş göstermiştir, ancak sadece ultrasonun etkisi göz önünde bulundurulduğunda istatistiki açıdan önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Su ilaveli örneklerde bu enzimin aktivitesi daha yüksek bulunmuştur (P<0.01). Zeytin hamurunda lipoksijenaz enzimi aktivitesi ise 0.081-0.162 (U/g) değerleri arasında belirlenmiştir. Ultrason uygulamasıyla birlikte lipoksijenaz aktivitesinde istatistiki açıdan önemli bir değişim gözlenmemiştir. Çekirdeksiz örneklerde ve su ilavesi yapılmadığında daha yüksek lipoksijenaz aktivitesi tespit edilmiştir.

Peroksidaz enziminde olduğu gibi lipoksijenaz ve polifenol oksidaz enzimleri açısından ikinci hasat yılında bir öncekine göre daha yüksek aktivite görülmüştür. β-glukozidaz enzimi ise bir sonra ki hasatta daha düşük aktivitede tespit edilmiştir. Zeytin hamuru örneklerinin β-glukozidaz enzimi aktivitesi 1.77-19.81 U/g değerleri arasında bulunmuştur. Çekirdek ayırma işlemi β-glukozidaz aktivitesi açısından istatistiki olarak önemli bir etki yaratmamıştır. Her ne kadar ilk yıla ait örneklerde 8 ve 10 dk ultrason uygulamaları ile bir miktar artış görülse de, genel olarak ultrason uygulaması ile β-glukozidaz aktivitesinin düştüğü gözlenmiştir. Çekirdekli ekstraksiyonda su ilaveli olan örneklerde susuz olanlara göre daha fazla β-glukozidaz aktivitesi oluşurken, çekirdeksiz örneklerde birkaç istisna dışında su ilavesiz olanlar bu enzimi daha yüksek aktivitede içermiştir.

Polifenoloksidaz enzimi 46.36-399.55 U/g değerleri arasında bulunmuştur. Ultrason uygulama süresi arttıkça polifenoloksidaz enzimi aktivitesi de artış göstermiştir. Su ilavesiyle yapılan ezme işlemi ve ayrıca çekirdekli üretim sonucu elde edilen zeytin hamurlarında bu enzimin aktivitesinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hasat yılları dikkate alındığında bir sonra ki hasat yılına ait örneklerde yaklaşık %50-75 oranında daha düşük polifenoloksidaz enzimi aktivitesi görülmektedir.

Çizelge 2. Zeytin ve zeytin hamurlarının yoğurma öncesi ile yoğurma ve ultrason uygulamaları sonrasında toplam fenolik bileşen içerikleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.780±0.021b	0.813±0.016ab	0.954±0.025	0.994±0.021
	2. hasat yılı	0.898±0.029	0.961±0.029	1.068±0.046	1.063±0.041
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	0.900±0.012b	0.968±0.013a	0.946±0.012	1.005±0.014
	2. hasat yılı	1.070±0.008	1.050±0.014	1.078±0.027	1.070±0.019
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.965±0.023ab	0.962±0.017a	0.993±0.032	0.997±0.032
	2. hasat yılı	1.065±0.023	0.962±0.041	1.025±0.036	1.118±0.037
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.881±0.018b	0.950±0.015a	0.942±0.022	0.973±0.013
	2. hasat yılı	1.041±0.061	1.080±0.037	1.086±0.033	1.091±0.061
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.889±0.030b	0.974±0.025a	0.995±0.017	1.007±0.023
	2. hasat yılı	1.019±0.041	1.174±0.056	1.049±0.048	1.070±0.046
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.010±0.019a	0.997±0.016a	0.999±0.016	1.090±0.025
	2. hasat yılı	1.052±0.025	1.080±0.044	1.078±0.051	1.099±0.041
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.020±0.022a	1.044±0.028a	1.039±0.030	1.089±0.014
	2. hasat yılı	1.065±0.011	1.188±0.168	1.070±0.058	1.120±0.075

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 0.890±0.020*, 2. hasat yılı 0.873±0.026*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.746±0.020a	0.527±0.031c	0.136±0.011c	0.554±0.084
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	0.568±0.034c	0.549±0.045c	0.216±0.046b	0.572±0.072
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.623±0.026b	0.611±0.064b	0.175±0.027c	0.556±0.055
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.384±0.027d	0.786±0.055ab	0.120±0.097c	0.516±0.027
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.717±0.022a	0.934±0.023a	0.254±0.035b	0.610±0.034
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.668±0.094b	0.892±0.027ab	0.200±0.074b	0.662±0.026
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.729±0.048a	1.009±0.043a	0.433±0.023a	0.643±0.093

İşlenmemiş zeytin: 0.566±0.024*

Çizelge 3. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında peroksidaz enzimi aktivitesi (U/g) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	21.15±1.02a	18.50±0.81a	18.76±1.03b	14.68±1.31d
	2. hasat yılı	24.91±0.67	24.04±1.12a	25.56±0.60	24.68±0.41
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	17.10±1.33b	18.87±1.75a	20.31±0.66a	18.99±2.14b
	2. hasat yılı	24.63±0.37	22.71±0.46b	24.90±0.15	26.03±0.12
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.54±0.60ab	16.63±1.12b	19.97±0.84a	18.02±0.64b
	2. hasat yılı	24.17±0.43	21.64±1.34b	24.56±1.18	24.57±1.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.85±1.80ab	18.05±0.93a	19.42±1.12b	21.57±1.45a
	2. hasat yılı	24.82±0.72	24.73±0.33a	24.26±0.28	25.03±0.05
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.05±0.72b	16.98±1.10b	18.27±0.73b	16.88±0.76c
	2. hasat yılı	24.54±0.63	21.80±1.06b	24.62±0.71	23.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.14±0.94b	14.98±0.57c	19.06±0.78b	16.08±1.18c
	2. hasat yılı	25.46±0.58	21.46±0.49b	23.39±0.56	23.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	15.67±0.34c	14.40±2.14c	19.40±2.12b	15.53±1.58c
	2. hasat yılı	25.40±0.72	21.25±0.23b	24.37±0.39	23.93±0.45

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 14.15±0.37*, 2. hasat yılı 14.15±0.37*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Çizelge 4. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında lipoksijenaz enzimi aktivitesi (U/g)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.087±0.006b	0.092±0.004c	0.097±0.008b	0.101±0.010d
	2. hasat yılı	0.153±0.010a	0.150±0.006	0.145±0.014	0.147±0.011b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	0.098±0.002a	0.111±0.007a	0.096±0.002b	0.116±0.003a
	2. hasat yılı	0.142±0.001b	0.151±0.007	0.137±0.007	0.162±0.021a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.097±0.010a	0.110±0.008a	0.097±0.005b	0.118±0.008a
	2. hasat yılı	0.137±0.013c	0.150±0.008	0.150±0.005	0.148±0.012b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.089±0.004ab	0.101±0.010	0.097±0.007b	0.112±0.013b
	2. hasat yılı	0.148±0.009ab	b	0.149±0.009	0.150±0.013
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.090±0.009ab	0.099±0.007	0.100±0.010b	0.108±0.012c
	2. hasat yılı	0.150±0.008a	0.158±0.009	0.154±0.008	0.158±0.010b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.099±0.010a	0.108±0.008a	0.110±0.003a	0.112±0.008b
	2. hasat yılı	0.148±0.009ab	0.155±0.010	0.159±0.010	0.162±0.013a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.081±0.010c	0.091±0.008c	0.107±0.005a	0.112±0.003b
	2. hasat yılı	0.147±0.008ab	0.161±0.005	0.155±0.022	0.170±0.031a

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 0.087±0.009*, 2. hasat yılı 0.087±0.009*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Çizelge 5. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında β-glukozidaz enzimi aktivitesi (U/g) [units of activity (U) per gram of enzyme (g)]

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	19.81±1.46a	17.79±1.44a	18.08±1.16a	18.26±1.13a
	2. hasat yılı	10.40±0.89a	9.76±0.60b	7.29±0.65b	10.30±0.85a
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	6.33±1.10c	6.27±1.32d	6.03±1.26b	8.83±1.10c
	2. hasat yılı	12.88±0.67a	12.28±0.78a	11.95±1.75a	7.45±0.67b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.35±0.87c	8.42±1.21c	7.21±0.89b	10.29±1.19b
	2. hasat yılı	10.44±0.73a	8.73±1.04b	7.35±0.91b	8.14±1.02b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.12±1.10b	8.78±1.10bc	8.33±1.10b	11.48±1.20b
	2. hasat yılı	11.49±0.42a	8.87±0.69b	4.85±1.76b	5.96±0.81b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.45±1.57b	9.69±1.26b	7.61±1.00b	10.66±1.64b
	2. hasat yılı	9.76±1.07b	8.16±0.43b	5.64±0.67b	6.21±0.59b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.74±1.28a	10.74±1.32b	7.42±1.16b	10.14±0.89b
	2. hasat yılı	8.65±0.69b	8.12±1.13b	6.10±0.64b	4.64±0.65b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.26±1.92a	18.28±1.60a	7.33±1.06b	10.20±1.14b
	2. hasat yılı	9.13±0.87b	7.55±0.82b	7.74±0.84b	1.77±0.22c

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 18.68±0.20*, 2. hasat yılı 10.20±0.66*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Çizelge 6. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında polifenoloksidaz enzimi aktivitesi (U/g)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	270.83±18.77b	304.77±18.75b	270.75±18.69c	302.95±18.30c
	2. hasat yılı	136.81±8.64a	163.87±8.47a	165.15±6.86	178.11±6.53
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	331.63±27.20a	399.55±33.22a	298.83±25.17c	391.34±17.11a
	2. hasat yılı	75.20±4.66c	112.57±5.15a	163.72±11.22	162.64±1.48
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	317.52±10.75a	341.46±12.53a	267.19±19.63c	352.48±19.94b
	2. hasat yılı	77.35±10.56c	85.13±11.02b	174.85±8.16	180.15±9.43
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	294.85±13.82b	366.20±19.7a	293.65±14.52c	328.54±28.82b
	2. hasat yılı	100.62±3.00b	78.54±10.59b	156.53±0.63	173.77±8.27
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	299.34±15.27b	308.43±13.27b	345.61±32.04b	357.72±15.43b
	2. hasat yılı	113.17±8.22b	120.63±5.96a	186.47±8.52	195.34±11.28
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	337.61±28.16a	378.46±18.22a	342.34±17.23b	356.16±23.91b
	2. hasat yılı	88.92±7.90c	107.19±7.17a	159.38±7.08	178.51±7.72
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	371.86±14.40a	357.42±16.4a	395.94±22.24a	388.99±27.84a
	2. hasat yılı	46.36±8.29d	147.77±13.44a	165.60±2.80	175.47±3.53

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 253.±25.04*, 2. hasat yılı 253.±25.04*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Zeytin hamuru örneklerinden elde edilen ekstraktlar ticari ayçiçek yağında denenmiş 20-30 saat arasında değişen indüksiyon süreleri tespit edilmiştir. Ultrason uygulaması ile indüksiyon sürelerinde artış görülmüştür. Sadece yoğurma işleminin de indüksiyon süresini artırdığı anlaşılmaktadır (en fazla yaklaşık 3 saate kadar). Su ilavesi yapılmayan ve ayrıca çekirdeksiz örneklerde daha yüksek indüksiyon sürelerine ulaşılmıştır. Akçar ve Gümüskesen (2012), 110°C sıcaklıktaki indüksiyon periyotlarına göre çeşnili zeytinyağlarının sıralamasının; kekikli (11.63 sa), biberiyeli (10.06 sa), turunçlu (8.82 sa), sarımsaklı (8.48 sa) ve fesleğenli (7.89 sa) zeytinyağı olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 7. Zeytinde ve zeytin hamurunun fenolik ekstraktlarının ticari ayçiçek yağında (240mg ekstrakt/g yağ) antioksidan etkisini gösteren indüksiyon süreleri (saat) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	20.49±0.79b	21.10±0.72c	22.08±0.92g	26.16±0.80c
	2. hasat yılı	24.61±0.67b	22.04±1.12b	25.56±0.60a	24.68±0.41b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	23.55±0.82ab	24.38±0.73b	23.60±0.64f	27.72±0.77b
	2. hasat yılı	24.93±0.37b	22.71±0.46b	24.90±0.15a	26.03±0.12a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	22.63±0.80ab	24.10±0.60b	24.65±0.55e	25.94±0.50c
	2. hasat yılı	24.17±0.43b	21.64±1.34c	24.56±1.18ab	24.57±1.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	23.54±0.68ab	24.78±0.70b	25.57±0.65c	26.81±0.76c
	2. hasat yılı	24.82±0.72b	24.73±0.33a	24.26±0.28b	25.03±0.05b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	24.19±0.77ab	25.26±1.21b	25.80±0.90c	27.12±0.91b
	2. hasat yılı	24.54±0.63b	21.80±1.06c	24.62±0.71b	23.68±1.13c
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	25.37±0.84a	27.48±0.76a	26.14±0.80b	29.08±1.10a
	2. hasat yılı	25.46±0.58a	21.46±0.49	23.39±0.56c	23.05±1.66c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	26.99±0.50a	29.37±0.58a	27.73±0.68a	30.20±0.56a
	2. hasat yılı	25.40±0.72a	21.25±0.23c	24.37±0.39b	25.93±0.45a

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 25.14±0.41*, 2. hasat yılı 23.11±0.55*

*ortalama ± standard sapma

Zeytin hamur örneklerinde 0.63-0.85 mmol TE/kg ekstrakt arasında değişen değerler tespit edilmiştir (Çizelge 8). Sonuçlar, trolox eşdeğeri antioksidan kapasite açısından çekirdeksiz üretimin ve ultrason uygulamasının istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığını göstermiştir. Su ilave edilerek hazırlanan zeytin hamuru örneklerinde antioksidan kapasite daha düşük seviyededir. İkinci hasat yılında da bu değerlerde azalma olduğu görülmektedir.

Zeytin hamur örneklerinde DPPH radikal tutucu aktivite (%) 24.44-99.19 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 9). Ultrason uygulamasının radikal tutucu aktivitede meydana getirdiği değişim istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. İkinci hasat yılına ait çekirdeksiz kırma yapılan zeytinlerde radikal tutucu aktivitenin diğer örneklerle göre düşük olduğu dikkati çekmektedir. Trolox antioksidan kapasite sonuçlarında olduğu gibi su ilavesi radikal tutucu aktivitede de azalmaya sebep olmuştur.

Çizelge 8. Zeytin ve zeytin hamuru fenolik ekstraktların trolox eşdeğeri antioksidan kapasiteleri (TEAC, mmol TE/kg ekstrakt) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.81±0.074a	0.81±0.005b	0.78±0.005bc	0.83±0.008a
	2. hasat yılı	0.71±0.07c	0.74±0.12c	0.66±0.06c	0.68±0.04c
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	0.83±0.030a	0.85±0.017a	0.80±0.010b	0.84±0.008a
	2. hasat yılı	0.63±0.07d	0.71±0.06d	0.70±0.05b	0.73±0.07b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.76±0.29ab	0.84±0.009a	0.75±0.005c	0.80±0.003b
	2. hasat yılı	0.77±0.03b	0.74±0.08c	0.68±0.08bc	0.77±0.06a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.80±0.011a	0.83±0.010a	0.76±0.008b	0.81±0.015b
	2. hasat yılı	0.82±0.06a	0.83±0.09a	0.76±0.08a	0.78±0.05a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.78±0.006ab	0.83±0.011a	0.74±0.006c	0.79±0.007c
	2. hasat yılı	0.74±0.03c	0.80±0.06	0.72±0.07	0.74±0.07b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.78±0.007ab	0.82±0.008b	0.73±0.002c	0.74±0.006c
	2. hasat yılı	0.76±0.08b	0.77±0.09b	0.79±0.06a	0.75±0.06b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.68±0.003b	0.80±0.006b	0.83±0.008a	0.75±0.031c
	2. hasat yılı	0.80±0.06a	0.78±0.08b	0.77±0.09a	0.79±0.05a

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 0.80±0.04*, 2. hasat yılı 0.84±0.07*

*ortalama ± standard sapma

Çizelge 9. Zeytinde ve zeytin hamurunda ultrason öncesi ve sonrasında DPPH radikal tutucu aktivite (%) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	86.15±0.62	85.75±0.46	83.54±0.54	86.07±0.47
	2. hasat yılı	96.27±0.98a	86.54±1.27b	65.53±1.07a	67.28±1.13a
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	86.15±0.55	84.96±0.34	84.41±0.39	87.22±0.38
	2. hasat yılı	96.22±1.33a	99.19±0.72a	24.44±1.68c	36.56±1.60d
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	84.17±0.29	83.68±0.39	85.87±0.55	88.20±0.73
	2. hasat yılı	95.73±0.91a	82.19±0.94b	47.65±1.23b	49.32±1.24c
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	85.12±0.43	83.48±0.26	82.96±0.85	88.25±0.62
	2. hasat yılı	99.41±1.53a	67.70±1.58c	48.59±1.94b	51.48±3.06bc
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	84.08±0.26	82.80±0.81	84.25±0.36	89.09±0.70
	2. hasat yılı	93.22±0.68a	77.63±0.92c	44.26±1.51b	57.35±0.97ab
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	84.19±0.27	84.67±0.28	87.31±0.62	88.48±0.66
	2. hasat yılı	90.34±1.63a	76.14±0.78c	47.12±1.22b	48.62±0.93c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	84.04±0.34	83.67±0.62	86.15±0.50	91.22±1.16
	2. hasat yılı	69.48±1.96b	78.52±4.47c	27.59±4.33c	54.04±1.60b

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 83.22±0.40*, 2. hasat yılı 85.73±0.45*

*ortalama±std sapma

Ultrason uygulama (b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	79.66±3.87ab*	55.59±1.41a	75.42±0.25b	74.82±0.93b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	61.51±1.44b	51.2±0.56a	84.33±1.04a	71.48±1.49b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	74.36±1.85ab	63.28±1.90a	85.05±0.12a	78.15±0.81a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	85.61±0.98a	34.8±0.92b	82.11±1.40a	89.42±1.84a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	84.44±0.63a	52.46±1.71a	74.35±0.50b	83.45±0.63a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	86.40±0.95a	26.7±0.57c	58.22±1.42c	61.96±0.80c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	89.85±1.15a	19.0±2.55d	47.16±2.42d	72.50±1.38b

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 80.16±2.58*

*ortalama±std sapma

Çalışmada, Memecik çeşidinde %12.01-29.50 arasında, Chemlali çeşidinde %11.36-20.53 değişen oranlarda yağ verimi elde edilmiştir (Çizelge 10). Çekirdekleri ayrılmadan kırılan zeytinlerde ultrason uygulaması yağ verimini artırmıştır. Tunus örneklerinde çekirdeksiz ekstraksiyonda daha yüksek verim elde edilmiştir. Su ilavesinin ultrason uygulaması yapılmayan denemelerde çekirdekli üretimde verimi önemli derecede artırdığı görülmüştür. 10 dakika ultrason uygulaması (su ilaveli ve çekirdekli üretim) en yüksek yağ verimini sağlamıştır. Ultrason uygulamasının yağ verimini bir miktar düşürdüğü noktalar da söz konusu olmuştur. Bu durumun sonifikasyonun homojenizasyon etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Zeytin hamurunda yağ ve su fazının daha küçük globüllere parçalanması yağın ayrılmasının güçleştiği “zor hamur”ların oluşmasına neden olabilmektedir. Zeytin yağına ultrason uygulamasıyla yağ ekstraksiyon indeksinde %1.2-3.6 artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Aydar vd., 2013). Zeytin ezme yoğurma esnasında yüksek güçteki US uygulaması üzerine yapılan daha önceki çalışmalar yüksek yağ ekstraksiyon verimini işaret etmiştir (Clodoveo vd., 2013b; Jimenez vd., 2007; Jimenez vd., 2006).

Çizelge 10. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağ verimi (%) (a-Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	15.86±1.32b*	12.01±1.36b	18.18±1.27	16.63±1.53
	2. hasat yılı	15.76±0.59c	12.61±1.16b	16.81±0.35	18.68±0.56a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.00±1.30b	17.13±1.16a	17.05±1.33	16.49±1.25
	2. hasat yılı	16.21±0.58c	17.25±1.16a	17.11±0.47	16.63±1.02b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.08±1.48b	18.49±1.12a	17.77±1.59	16.27±1.50
	2. hasat yılı	16.34±1.16c	18.42±0.32a	17.36±0.55	16.52±0.52b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.39±1.46a	16.84±1.75a	17.65±1.01	16.82±1.67
	2. hasat yılı	18.42±0.65b	17.89±0.58a	17.64±0.82	16.17±1.16b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.80±1.14a	17.62±1.70a	17.60±1.02	16.91±1.52
	2. hasat yılı	18.57±1.07b	17.65±1.14a	17.58±1.05	16.78±1.08b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	17.99±1.25a	19.55±1.49a	16.96±1.64	16.94±1.37
	2. hasat yılı	29.50±0.73a	17.82±0.53a	16.16±0.36	16.35±0.51b

*ortalama±std sapma

Ultrason uygulama (b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	15.45±0.40*	16.89±0.52	11.36±0.60c	14.65±0.70d
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.12±0.30	16.17±0.36	17.05±0.47b	14.49±0.72d
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.27±0.1	16.50±0.46	18.29±0.34b	14.96±0.33d
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.39±1.03	16.84±0.55	18.65±0.42b	16.82±0.34c
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.10±0.76	16.38±0.43	18.11±0.11b	19.40±0.71b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.99±0.15	17.61±0.02	20.40±0.66a	20.53±0.70a

*ortalama±std sapma

Yağ örneklerinde Memecik çeşidinde %1.32-2.60 arasında, Chemlali çeşidinde %1.31-2.60 değerleri arasında tespit edilen serbest yağ asitliğinde ultrason uygulama süresi arttırıldığında düşme tespit edilmiştir. Bejaoui vd. (2016) zeytin yağı kontrol örneğinde

asitliği %0.23, ultrason uygulamalarının birinde ise asitliği %18 olarak tespit etmişlerdir. Ancak literatürde ultrasonun çoğunlukla asitlik üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmektedir. Bu azalma ultrasonun enzim aktivitesi üzerindeki etkisinden de kaynaklanabilir. Chemat vd. (2004) rafinasyon öncesi ayçiçeği yağına ultrason uygulamışlar serbest asitlik ve konjuge dien konsantrasyonunda önemli bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Clodoveo vd. (2013a) ve Bejaoui vd. (2015) yüksek güçteki ultrason uygulamasının, serbest asitlik değeri herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir. Su ilavesi ile üretimi yapılan zeytinyağlarının serbest asitliği susuz üretimle elde edilenlere kıyasla daha yüksektir. Çekirdeksiz zeytinlerden elde edilen yağların çekirdekli elde edilenlere göre asitliği bir miktar yüksek bulursa da, bu fark istatistiki açıdan önemli çıkmamıştır. Aynı şekilde hasat yılları arasında kıyaslama yapıldığında da serbest asitlik değerleri arasında istatistiki açıdan önemli fark bulunmamıştır.

Çizelge 11. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağ örneklerinin serbest asitlik değerleri (% oleik asit) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	2.25±0.073a*	1.70±0.068a	2.60±0.039a	1.85±0.043a
	2. hasat yılı	2.17±0.056*	1.76±0.093	2.44±0.078	1.86±0.073
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.11±0.080a	1.63±1.16ab	1.75±0.122ab	1.69±1.25ab
	2. hasat yılı	2.08±0.086	1.65±0.057	1.65±0.085	1.69±0.053
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.07±0.081b	1.46±0.105b	1.38±0.042b	1.73±0.122ab
	2. hasat yılı	2.00±0.043	1.56±0.085	1.63±0.039	1.67±0.106
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.79±0.106b	1.41±0.075b	1.70±0.091ab	1.65±0.051b
	2. hasat yılı	1.83±0.078	1.48±0.093	1.72±0.082	1.56±0.067
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.50±0.079b	1.32±0.070b	1.76±1.020ab	1.41±1.52b
	2. hasat yılı	1.63±0.024	1.42±0.066	1.67±0.074	1.43±0.073
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.42±0.058b	1.44±0.126b	2.10±0.276a	1.46±0.050b
	2. hasat yılı	1.35±0.084	1.47±0.072	1.80±0.098	1.45±0.075

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 1.80±0.06*, 2. hasat yılı 1.65±0.045*

*ortalama±std sapma, P<0.01

Ultrason uygulama (b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	1.83±0.13*a	1.81±0.01a	2.21±0.03a	1.74±0.04a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.80±0.18a	1.53±0.05b	1.84±0.04ab	1.69±0.06ab
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.81±0.17a	1.31±0.03b	2.07±0.09a	1.44±0.04b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.55±0.16b	1.61±0.14b	1.70±0.08b	1.53±0.06b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.37±0.06b	1.72±0.23b	1.41±0.08b	1.32±0.07b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.75±0.00ab	2.14±0.12a	1.42±0.00b	1.51±0.02b

Yoğurma öncesi: 1.72±0.18*

*ortalama±std sapma

Elde edilen zeytinyağlarında çekirdekli örneklerin toplam fenolik bileşen içeriği 0.287-0.773 mg/100g arasında iken, çekirdeksiz olanlarda 0.128-0.459 mg/100g arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 12). Ayrıca, su ilavesinin fenolik bileşen miktarını çoğunlukla düşürdüğü görülmektedir. Ultrason uygulaması toplam fenolik bileşen içeriğini çekirdeksiz

su ilavesiz örneklerde azaltırken, diğer tüm örneklerde artırmıştır. Bu artış ve azalışlar ultrason uygulama süresi ile orantılı bir şekilde gerçekleşmemiştir. Clodoveo vd. (2013c) farklı zamanlarda (0, 2, 4, 6, 8, 10 dk) ultrason uygulaması ile toplam polifenollerini belirlemiş ve azaldığını gözlemlemiştir. Ultrason süresinin artması ile polifenollerin azalması sonucunda acı ve keskin lezzetlerin azaldığını belirlemiştir. Araştırmalar göstermiştir ki sıcaklık artışına karşılık olarak fenolik fraksiyonunda artış görülmektedir (Boselli vd., 2009; Kalua vd., 2006). Bejaoui vd. (2015) yaptığı çalışmada yüksek güçte US uygulayarak polifenollerin azaldığını bulmuştur. Üstelik, önemli bir fark elde edilmemesine rağmen, sızma zeytin yağına yüksek güçteki US uygulanmasıyla toplam fenol miktarı en düşük seviyeye inmiştir (Jimenez vd., 2006; Jimenez vd., 2007; Clodoveo vd., 2013b).

Çizelge 12. Zeytin meyvesinden farklı uygulamalar sonucu elde edilen yağlarda toplam fenolik bileşen içeriği (mg/100g) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	0.287±0.011b*	0.522±0.015b	0.128±0.009b	0.165±0.009b
	2. hasat yılı	0.547±0.036b	0.674±0.010	0.216±0.022	0.459±0.011a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.375±0.034b	0.556±0.019b	0.130±0.015b	0.172±0.011b
	2. hasat yılı	0.518±0.045b	0.652±0.027	0.230±0.019	0.172±0.060b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.438±0.012b	0.615±0.063b	0.131±0.007b	0.174±0.013b
	2. hasat yılı	0.505±0.148b	0.773±0.085	0.320±0.041	0.289±0.011b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.471±0.017b	0.613±0.042b	0.156±0.030b	0.188±0.016ab
	2. hasat yılı	0.571±0.051b	0.755±0.064	0.271±0.052	0.296±0.037b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.490±0.010b	0.769±0.012a	0.163±0.010b	0.197±0.045a
	2. hasat yılı	0.590±0.033b	0.668±0.045	0.328±0.034	0.293±0.014b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.611±0.018a	0.688±0.049a	0.193±0.009a	0.216±0.010a
	2. hasat yılı	0.662±0.022a	0.659±0.092	0.219±0.002	0.242±0.006b

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 0.582±0.049*, 2. hasat yılı 0.557±0.054*

*ortalama±std sapma

Zeytinyağı örneklerinin peroksit sayısı değerleri Memecik çeşidinde 0.79 ile 2.08 arasında, Chemlali çeşidinde 2.31-5.65 meq O₂/kg yağ değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 13). Çekirdekli su ilaveli ezilen ve yoğurulan zeytin hamurlarından elde edilen yağlarda peroksit sayısı, çekirdekli su ilavesiz ezilen ve yoğurulan zeytin hamurlarından elde edilen yağlara göre 4 dk ultrason uygulamasından itibaren önemli düşüşler gözlemlenmiştir. Çekirdeksiz su ilaveli ve su ilavesiz ezilen ve yoğurulan hamurlarından elde edilen yağlarda peroksit sayısında orantılı bir şekilde olmayan artış ve azalışlar gözlemlenmiştir. Ultrason uygulaması tek başına ele alındığında peroksit sayısı açısından istatistiki olarak önemli bir değişime neden olmamıştır. Ancak ultrason uygulaması çekirdekli su ilavesiz örneklerde 2 dk ultrason uygulamasından sonraki uygulamalarda peroksit sayısını artırmış ve bu artış ultrason uygulama süresi arttıkça orantılı olarak devam etmiştir. Tunus örneklerinde de ultrasonla birlikte peroksit değerlerinde önemli bir değişim görülmemiştir. 1. ve 2. yıldaki uygulamalar göz önüne alındığında ikinci hasat yılında peroksit değerinin düşük olduğu

görülmüştür. Peroksit sayısı 2010 yılında yayımlanan Türk Gıda Kodeksine göre maksimum 20 meq aktif oksijen/kg yağ olarak belirlenmiş olup, bu çalışmada bu değer maksimum 2.08 meq O₂/kg yağ olarak belirlenmiştir. Bejaoui vd. (2016) kavıtasyon olayı yüksek güçte US uygulaması sırasında kaydedilebilmesine rağmen, oksidatif değişimler (Peroksit değeri, K₂₃₂ ve K₂₇₀) ile ilgili tüm parametreler önemli ölçüde değişmediğini belirtmiştir. Yüksek güçte ultrason uygulamaları incelenen hasat zamanı (09/11, 10/12, 15/01, 10/02) süresince klorofil ve karotenoid içeriğinin arttığını göstermiştir; sadece Aralık ayında tespit edilen karotenoidler için, Şubat ayında ise klorofiller için önemli farklılıklar bildirmişlerdir (Clodoveo vd., 2013b; Jimenez vd., 2007). Clodoveo vd. (2013c) ise farklı zamanlarda (0, 2, 4, 6, 8, 10 dk) US uygulaması ile peroksit değerini belirlemiş ve ultrason uygulamasının peroksit değerini değiştirmedeğini ifade etmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise (Bejaoui vd., 2015) yine yüksek güçteki US uygulaması sızma zeytin yağın peroksit değerinde çok düşük seviyede kalmasına rağmen hafif bir artış gözlenmiştir. Jimenez vd. (2007) da yüksek güçlü ultrasoun'un etkisi yağ kalite parametrelerinde (serbest asitlik değeri, peroksit değeri, K₂₇₀ ve K₂₃₂) değişiklikler bulunamadığını tesbit eden araştırmacılarıdır. Clodoveo ve Hbaieb (2013a) US işlemini kontrol ile karşılaştırıldığında sızma zeytin yağının kalitesini değerlendirmek için kurulan temel yasal parametrelerin (asitlik, peroksit değeri ve spesifik sönme katsayıları (K₂₃₂ ve K₂₇₀)) US uygulamasıyla etkilenmediğini belirlemiştir.

Çizelge 13. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytin yağlarının peroksit sayısı (meq O₂/kg yağ) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli ilavesiz	Su	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	1.84±0.20*	2.13±0.25	4.32±0.20	4.14±0.08
	2. hasat yılı	1.60±0.08*	1.45±0.02	1.20±0.03	1.00±0.01
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.86±0.23	2.19±0.20	4.37±0.14	3.60±0.10
	2. hasat yılı	1.58±0.06	1.45±0.05	1.27±0.04	1.33±0.08
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.93±0.20	2.36±0.25	4.35±0.20	3.57±0.16
	2. hasat yılı	0.90±0.01	1.47±0.03	1.26±0.01	1.14±0.01
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.97±0.25	2.38±0.21	4.32±0.16	3.80±0.20
	2. hasat yılı	1.12±0.10	1.53±0.11	1.32±0.07	1.18±0.03
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.16±0.18	2.45±0.20	4.08±0.22	3.88±0.20
	2. hasat yılı	0.79±0.09	1.59±0.08	1.08±0.03	2.08±0.06
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.20±0.20	2.43±0.30	3.50±0.06	3.96±0.16
	2. hasat yılı	0.80±0.02	2.00±0.00	0.86±0.05	1.14±0.07

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 1.69±0.54*, 2. hasat yılı 1.65±0.045*

*ortalama±std sapma

Ultrason uygulama (b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	5.28±0.05	5.65±0.09	2.43±0.02	3.05±0.07
	2. dk US sonrası	4.35±0.07	4.28±0.08	2.31±0.04	3.10±0.09
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.36±0.05	4.63±0.10	2.81±0.06	3.13±0.03
	2. hasat yılı	4.91±0.06	4.55±0.21	2.41±0.03	3.25±0.04
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	4.95±0.08	4.82±0.05	3.12±0.05	3.62±0.16

10. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.51±0.01	5.04±0.06	3.23±0.04	3.90±0.08
--------------------------	----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

*ortalama±std sapma

Çizelge 14. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytin yağlarına ait fenolik ekstraktların trolox eşdeğeri antioksidan kapasiteleri (TEAC, mmol TE/kg ekstrakt) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	0.38±0.075b*	0.53±0.049a	0.41±0.047b	0.41±0.031
	2. hasat yılı	0.36±0.071b	0.51±0.046a	0.42±0.015	0.43±0.012
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.43±0.034ab	0.48±0.017ab	0.40±0.026b	0.42±0.025
	2. hasat yılı	0.44±0.043b	0.49±0.034a	0.43±0.018	0.43±0.016
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.49±0.005a	0.40±0.060b	0.43±0.003b	0.45±0.064
	2. hasat yılı	0.42±0.047b	0.43±0.033b	0.43±0.028	0.45±0.051
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.50±0.012a	0.41±0.054b	0.43±0.005b	0.44±0.043
	2. hasat yılı	0.47±0.060b	0.40±0.026b	0.44±0.071	0.44±0.013
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.52±0.005a	0.41±0.008b	0.42±0.011b	0.45±0.012
	2. hasat yılı	0.56±0.018a	0.40±0.049b	0.43±0.056	0.45±0.066
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.53±0.007a	0.42±0.029b	0.45±0.042a	0.45±0.054
	2. hasat yılı	0.54±0.012a	0.41±0.023b	0.46±0.039	0.46±0.045

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 0.55±0.067*, 2. hasat yılı 0.53±0.049*

*ortalama±std sapma, P<0.01

Zeytinyağı örneklerinin antioksidan aktiviteleri Trolox eşdeğeri olarak belirlenmiştir (Çizelge 14). Çekirdekli ve çekirdeksiz örneklerde birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Özellikle çekirdekli ekstraksiyonda ultrason uygulaması yapılamayan örneklerde su ilavesi antioksidan kapasiteyi düşürmüştü, ultrason uygulamasıyla bu durum tersi yönde gelişmiştir; yani su ilaveli örneklerde antioksidan aktivite daha yüksek bulunmuştur. Yine ultrason uygulaması su ilaveli örneklerde antioksidan kapasiteyi yükseltmiştir.

Yağ örneklerinde DPPH radikal tutucu aktivite % inhibisyon değeri 5.26-79.52 aralığında değişmiştir (Çizelge 15). Yağ örneklerinin DPPH radikal tutucu aktiviteleri hem çekirdekli hem de çekirdeksiz örneklerde su ilavesi ile azalmıştır. Çekirdekli örneklerde su ilaveli ve su ilavesiz ile yoğurulan hamurlara ait yağlarda ultrason uygulaması ile DPPH radikal tutucu aktivite azalmış ve çekirdeksiz örneklerde hem su ilaveli hem su ilavesiz örneklere ait yağlarda ultrason uygulaması ile DPPH radikal tutucu aktivite artmıştır. 2. yıl örneklerine ait DPPH radikal tutucu aktivite değerlerinin 1. yıl örneklerine göre düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 15. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytin yağlarına ait fenolik ekstraktların DPPH radikal tutucu aktiviteleri (% inhibisyon) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	57.44±0.29c*	80.78±1.93	58.74±2.16	68.78±1.37b
	2. hasat yılı	66.04±8.41a	79.52±6.18a	33.81±2.57c	34.52±2.60c

2. dk US sonrası	1. hasat yılı	72.05±0.89a	82.19±0.86	52.78±1.90	70.17±1.04b
	2. hasat yılı	62.23±2.16a	77.19±2.85a	47.19±1.16b	62.15±1.67a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	72.74±0.61a	81.59±3.11	56.85±1.51	77.63±1.43a
	2. hasat yılı	36.15±7.92b	77.85±5.34a	52.00±2.12a	68.89±2.85a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	69.16±1.14a	74.44±2.47	59.11±1.22	76.19±0.95a
	2. hasat yılı	39.22±2.46b	66.32±2.36b	57.29±1.08a	69.23±1.19a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	62.18±1.25b	75.56±1.06	62.45±1.56	80.45±1.60a
	2. hasat yılı	22.58±1.27bc	43.78±1.52bc	50.67±1.50a	62.36±1.77a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	63.00±2.60b	71.41±2.06	66.85±2.45	84.93±3.83a
	2. hasat yılı	17.26±4.14c	25.26±2.24c	41.41±1.89b	53.00±2.19b

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 80.82±2.67*, 2. hasat yılı 78.42±3.63*

*ortalama±std sapma

Zeytinyağlarında Rancimat ile indüksiyon süreleri 10.03-16.96 saat arasında tespit edilmiştir (Çizelge 16). Ultrason uygulaması indüksiyon sürelerinde artışa sebebiyet vermiştir. Su ilavesi yağların indüksiyon süresini azaltmıştır. Çekirdekli örneklerde (11.04-16.96 sa) ise çekirdeksiz ekstrakte edilenlere (10.03-14.93 sa) göre nispeten daha yüksek indüksiyon süreleri saptanmıştır.

Çizelge 16. Farklı uygulamalar sonucu elde edilen zeytinyağlarına ait Rancimat cihazında tespit edilen indüksiyon süreleri (saat) (a- Memecik; b-Chemlali)

Ultrason uygulama (a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
0. dk	1. hasat yılı	11.32±0.20b*	13.14±0.58b	10.44±0.20b	10.65±0.63b
	2. hasat yılı	11.63±0.37b	12.71±0.46b	10.90±0.15b	11.03±0.12b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	11.04±0.27b	12.66±0.39b	10.16±0.34b	10.03±0.29b
	2. hasat yılı	12.17±0.43ab	12.64±0.34b	11.56±0.18ab	11.57±0.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.35±0.20a	15.57±0.16a	11.93±0.20a	12.63±0.25a
	2. hasat yılı	14.22±0.72a	14.73±0.33a	11.26±0.28b	12.03±0.05b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.30±0.75a	16.00±0.63a	12.20±0.47a	13.14±0.57a
	2. hasat yılı	13.54±0.63a	14.80±0.56a	12.12±0.71ab	12.68±0.13b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.42±0.36a	15.14±0.37a	12.15±0.43a	13.71±0.80a
	2. hasat yılı	13.46±0.58a	14.46±0.49a	13.09±0.56a	12.75±0.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.50±0.86a	16.96±0.16a	12.20±0.20a	13.43±0.30a
	2. hasat yılı	15.40±0.72a	15.85±0.23a	13.37±0.39a	14.93±0.45a

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 13.83±0.66*, 2. hasat yılı 13.67±0.58*

*ortalama±std sapma

Zeytin hamuru örneklerinde tespit edilen fenolik bileşenler Çizelgeler 17-32'de verilmiştir. Hidroksitirozolün ikinci hasat yılında ilk hasat yılı örneklerine göre yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. Tirozolde tam tersi bir durum gözlenmiştir. Çekirdeksiz ve su ilavesiz elde edilen hamurlar dışındaki örneklerde ultrason uygulamasıyla hidroksitirozolde artış tespit edilmiştir. Tirozol içeriği ultrason uygulamasıyla önemli bir değişim göstermemiştir. Çekirdeksiz hamur örneklerinde hidroksitirozol ve tirozol miktarı çekirdekli üretilenlere göre daha yüksektir. Su ilavesi zeytin hamurunda tirozol içeriğini yükseltmiştir.

Chemlali çeşidi zeytin hamuru örneklerinde tirozol içeriği Memecik çeşidine göre daha düşük, hidroksitirozol içeriği ise daha yüksek bulunmuştur, ve bu bileşikler ultrason etkisiyle artmıştır.

Yoğurma sırasında su ilavesi, zeytin hamurunda hidroksitirozol, hidroksitirozol türevleri, verbaskozit, quercitrin, ligstrosid ve apigenin miktarında istatistiki açıdan önemli bir etkiye bulunmamıştır. Dimetiloleuropein, verbaskozit ve apigenin içeriği çekirdek çıkarma işleminden önemli derecede etkilenmemiştir. Ultrason uygulaması hidroksitirozol, tirozol, homovanilik asit, apigenin-7-glukozit, luteolin, apigenin ve ligstrosid miktarları üzerinde önemli bir etkiye bulunmamıştır.

Çizelge 17. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA (hidroksitirozol)** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	19.95±2.32b	33.52±3.56b	13.37±2.55cd	107.46±11.32a
	2. hasat yılı	70.12±3.58	66.39±3.22	80.18±6.83	70.79.44±7.06
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	5.70±1.10c	30.18±4.00b	8.91±30.00d	138.61±1.50a
	2. hasat yılı	63.37±4.80	56.61±4.88	93.50±16.40	95.80±17.14
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.52±1.22c	41.46±5.06b	27.19±23.92c	122.48±3.43a
	2. hasat yılı	66.64±13.34	62.64±9.33	84.56±15.18	94.57±6.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.04±0.59c	49.00±10.99b	27.25±19.82c	110.61±7.34a
	2. hasat yılı	65.89±6.79	95.24±11.18	82.96±53.35	103.34±6.07
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	29.34±3.72a	38.43±3.39b	57.61±13.42a	85.72±10.15b
	2. hasat yılı	74.54±12.63	81.80±10.62	b 100.62±9.71	93.68±11.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.61±2.23a	78.46±11.40b	82.34±9.15a	86.16±9.12b
	2. hasat yılı	85.46±11.85	61.46±9.96	90.39±9.56	93.05±10.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	56.78±17.00a	153.38±31.00	46.68±29.90b	117.71±6.58a
	2. hasat yılı	100.12±39.18	a 87.85±22.31	100.68±21.48	100.37±8.85

*ortalama ± standard sapma

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 38.47±4.16*, 2. hasat yılı 64.47±7.05*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	21.46±3.16c	50.91±5.75c	175.55±32.12b	118.94±54.23c
	2. hasat yılı				
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	35.17±4.78c	64.78±7.18c	205.13±36.14b	235.16±53.18b
	2. hasat yılı				
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	51.97±4.55c	73.12±9.10c	250.49±28.39ab	287.94±41.20b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	114.68±12.90b	123.62±37.85b	332.99±48.17a	356.49±30.94a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	165.45±11.45	125.87±41.57b	154.46±19.03b	350.25±46.18a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	254.36±34.89a	250.82±46.61a	189.80±22.80b	351.40±28.77a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	281.34±44.13a	252.10±68.13a	94.15±10.26c	281.52±39.02b

İşlenmemiş zeytin: 38.47±4.16*

Çizelge 18. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA türevleri** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	203.27±11.70c	106.61±17.44a	83.71±10.26b	223.45±13.16
	2. hasat yılı	81.20±8.35	89.73±5.61	99.53±9.72	102.41±16.31

Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	225.87±8.04c	122.65±0.13a	75.54±4.61b	310.59±21.43
	2. hasat yılı	83.80±12.29	92.60±10.55	113.19±41.11	96.84±9.44b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	217.54±18.39c	141.46±6.12a	77.19±9.57b	312.48±38.95
	2. hasat yılı	80.15±9.36	135.64±13.27	122.56±15.25	99.14±11.37b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	362.88±14.12a	84.00±4.45b	92.67±3.30ab	307.16±16.89
	2. hasat yılı	71.81±21.97	101.78±7.74	107.25±65.43	96.55±38.94b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	239.34±24.62b	78.43±9.46b	115.61±17.32a	357.72±26.78
	2. hasat yılı	82.27±10.13	102.17±7.31	110.62±14.17	133.74±18.36a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	277.61±15.35b	73.46±9.19b	142.34±25.74a	365.16±26.91
	2. hasat yılı	89.38±8.55	125.66±10.35	129.81±16.12	152.05±19.62a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	262.62±11.82b	71.54±4.08b	175.56±11.59a	368.40±25.79
	2. hasat yılı	87.50±13.40	105.85±17.22	109.03±48.66	126.13±27.40a

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 142.93±17.37*, 2. hasat yılı 96.57±12.84*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	67.08±9.56 c	239.00±15.54a	96.40±6.32b	114.23±25.11b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	85.16±12.35c	250.13±19.46a	104.15±17.34b	151.27±21.40b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	115.24±10.74b	125.46±12.36b	153.27±18.49ab	295.48±19.85a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	211.59±31.87a	149.45±20.17b	177.93±13.32ab	331.65±27.03a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	216.54±38.70a	165.48±17.44b	185.49±20.05ab	234.79±22.26ab
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	229.69±29.17a	242.71±16.32a	241.49±22.59a	226.13±18.16ab
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	229.75±17.25a	137.56±23.45b	398.72±39.15a	326.36±13.57a

İşlenmemiş zeytin: 210.87±15.62*

Çizelge 19. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **p-HPEA (tirozol)** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	179.56±21.78	114.66±11.56	215.06±20.74	199.61±15.33
	2. hasat yılı	81.37±6.04	93.42±5.38	88.19±7.35	75.08±6.82
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	217.70± 7.75b	104.60±5.13b	286.67±17.49a	216.80±14.96
	2. hasat yılı	79.11±19.25	112.49±34.95	95.66±11.82	89.25±6.27
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	317.52±53.40a	121.46±12.07ab	267.19±34.55a	222.48±19.35
	2. hasat yılı	70.62±9.66	120.22±4.33	101.56±18.13	94.03±10.82
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	151.88±5.91c	149.00±7.90a	237.09±8.44a	194.41±10.69
	2. hasat yılı	68.39±2.85	102.85±19.89	89.81±32.20	99.10±21.28
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	169.34±37.13bc	158.43±15.39a	145.36±20.73b	257.72±25.12
	2. hasat yılı	74.87±8.59	97.11±8.79	90.54±6.41	100.68±11.75
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	177.61±46.84b	178.46±23.81a	182.34±26.32b	223.16±18.17
	2. hasat yılı	78.26±7.85	105.68±10.40	83.85±8.56	103.15±9.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	181.30±8.16b	163.45±9.32a	177.40±11.71b	255.92±17.91
	2. hasat yılı	82.76±1.26	125.29±20.05	94.69±44.89	109.60±27.49

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 145.18±12.27*, 2. hasat yılı 92.34±9.40*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	97.62±10.03a	38.00±5.11d	11.73±3.27	44.87±3.16
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	103.25±14.36a	57.49±8.59c	25.46±3.94	25.59±2.48
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	104.59±11.52a	94.52±7.70a	27.19±4.26	15.49±2.33
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	104.80±9.45a	115.70±14.02a	23.73±3.68	18.71±1.79
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	87.95±13.70ab	85.16±7.32b	32.57±6.92	23.15±2.06
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	61.36±11.42b	70.99±9.15b	27.70±4.49	24.11±1.85
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	46.89±12.63c	32.42±6.18d	19.40±2.15	23.99±3.47

İşlenmemiş zeytin: 65.68±8.05*

Fenolik asitlerden kafeik asit (3.84-65.78 mg/kg) ve vanillik asit (5.23-68.34 mg/kg) bu kategoride başlıca bileşenlerdendir (Çizelge 20 ve 21). Kafeik asit miktarında çekirdekli numunelerde ultrason ile birlikte artış görülmüş, çekirdeksizlerde ise azalma ile sonuçlanmıştır. Zeytin hamuruna ultrason uygulaması vanillik asit içeriğinde artışa neden olmuştur. Homovanilik asit bu uygulamalardan etkilenmemiştir. Chemlali çeşidi zeytin hamuru örneklerinde Memecik çeşidine kıyasla vanillik asit içeriği daha düşük, homovanilik asit içeriği yakın değerlerde bulunmuştur. Çekirdekli örneklerde su ilavesi vanillik asit içeriğini azaltmıştır (bu durum 2. hasat yılında daha belirgin). Çekirdeksiz örneklerde çoğu zaman tam tersi bir durum söz konusudur. Kafeik asit içeriği su ilavesiyle yoğurulan örneklerde daha fazla miktarlarda tespit edilmiştir.

Çizelge 20. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **kafeik asit** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	16.13±3.15b	15.17±2.38b	20.85±3.21a	10.22±1.36a
	2. hasat yılı	27.56±1.07	26.11±3.07	33.56±4.07	27.39±2.43
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	20.21±0.99a	15.85±0.97b	20.54±1.25a	11.63±0.80a
	2. hasat yılı	37.74±5.98	25.54±6.53	33.09±9.60	32.98±8.92
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	17.52±3.46b	14.46±3.31b	17.19±3.54b	12.48±2.47a
	2. hasat yılı	49.64±4.34	27.33±1.34	26.23±2.15	24.57±3.54
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.13±0.56b	15.00±0.80b	18.85±0.67b	11.10±0.61a
	2. hasat yılı	65.78±4.42	54.83±8.25	28.30±3.95	30.14±3.30
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	17.34±3.17b	18.43±3.56a	15.61±3.40b	7.72±1.12b
	2. hasat yılı	44.54±5.63	41.80±4.46	25.62±3.01	22.68±3.36
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.61±2.16c	17.46±3.44a	12.34±2.17bc	6.16±0.95b
	2. hasat yılı	35.46±3.58	31.69±4.19	23.39±4.39	21.05±2.40
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.29±3.54a	18.51±1.06a	9.89±0.65c	3.84±0.27c
	2. hasat yılı	47.43±7.62	46.43±7.82	22.95±4.29	23.51±3.64

*ortalama ± standard sapma

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 19.53±2.65*, 2. hasat yılı 28.64±3.17*

Çizelge 21. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **vanillik asit** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	45.48±4.38b	42.61±5.97b	41.36±3.75b	26.90±2.12a
	2. hasat yılı	32.19 ±4.54	44.76 ±3.55	30.84 ±4.03	39.63 ±5.24
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	37.39±1.40b	39.06±1.82	39.06±2.38b	9.50±0.66b
	2. hasat yılı	19.68±5.55	33.35±1.37	35.72±10.98	43.04±6.13

2. dk US sonrası	1. hasat yılı	57.52±4.12a	41.46±4.29	57.19±6.12a	23.48±3.27a
	2. hasat yılı	21.91±1.72	34.37±5.26	24.56±1.18	32.60±4.39
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	68.34±2.66a	51.00±2.70	61.82±2.20a	21.67±1.19a
	2. hasat yılı	18.28±5.36	38.76±3.13	23.73±8.51	21.54±3.38
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	59.34±5.22a	48.43±5.44	45.61±7.25b	27.72±4.35a
	2. hasat yılı	31.53±6.69	38.67±4.36	24.62±0.71	25.47±3.91
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	47.61±3.92ab	38.46±4.35	42.34±4.34b	16.16±2.47ab
	2. hasat yılı	35.05±5.17	45.46±4.12	23.39±0.56	20.12±1.60
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	42.56±1.92b	42.97±2.45	35.97±2.37b	5.23±0.37b
	2. hasat yılı	38.56±8.73	41.66±11.61	22.36±9.15	16.69±5.01

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 47.24±3.68*, 2. hasat yılı 45.09±4.35*

(b)	<u>Çekirdekli</u>		<u>Çekirdeksiz</u>		
	Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz	
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	5.74±0.84b	6.23±0.79	9.28±1.26	5.45±0.86b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	5.25±0.73b	6.13±0.87	8.75±0.74	8.63±1.03 b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.97±0.91b	5.78±1.06	8.61±0.75	10.16±1.15b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.52±0.61b	6.74±0.64	7.82±0.54	16.76±2.57b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.46±0.59b	6.15±0.42	7.53±0.28	13.53±2.33b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	4.72±0.78b	5.26±0.38	6.59±1.03	9.37±1.06b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.72±0.45a	8.39±1.13	7.64±0.57	57.77±0.94a

Çizelge 22. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen homovanilik asit miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)	<u>Çekirdekli</u>		<u>Çekirdeksiz</u>		
	Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz	
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	5.66±0.20a	6.18±0.30	6.18±0.38	5.99±0.41
	2. hasat yılı	4.01±1.07	4.59±0.62	6.14±2.29	6.01±2.37
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	4.52±0.76b	6.46±0.55	6.19±1.54	5.48±1.26
	2. hasat yılı	4.55±1.43	5.16±1.06	5.23±1.01	6.72±1.05
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.26±0.13c	6.11±0.32	5.99±0.21	5.87±0.32
	2. hasat yılı	3.89±0.54	6.12±2.22	5.42±1.40	6.68±2.60
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.34±0.85c	5.43±1.06	5.61±1.03	5.72±1.19
	2. hasat yılı	4.62±0.67	5.80±1.04	5.87±0.68	6.08±1.03
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.61±0.72c	5.46±1.14	5.87±0.25	5.16±1.03
	2. hasat yılı	5.11±0.75	5.73±0.57	5.96±0.64	6.65±1.01
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.88±0.26a	5.72±0.33	5.82±0.38	5.43±0.38
	2. hasat yılı	4.68±0.36	5.24±1.22	5.54±1.30	6.12±2.65

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 6.53±0.88*, 2. hasat yılı 6.71±0.66*

(b)	<u>Çekirdekli</u>		<u>Çekirdeksiz</u>		
	Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz	
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	5.79±0.22	6.47±0.85b	6.01±0.84	15.36±2.33a
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	4.72±0.45	5.26±0.92b	6.59±0.37	9.37±1.14c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.52±0.16	6.74±0.69b	7.82±.56	16.76±4.38a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.61±0.68	6.23±1.12b	8.84±0.81	5.47±0.91d
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.97±0.43	5.78±0.84b	8.61±0.44	10.16±1.60
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.59±0.77	10.06±1.63a	7.37±0.69	13.05±3.49a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.85±0.38	5.96±0.99b	6.50±0.55	11.88±2.46b

Zeytin hamurunda tespit edilen oleuropein ve türevi grubuna dahil olan bileşikler Çizelgeler 23-26'da verilmiştir. Zeytin hamurunda oleuropein içeriği Memecik çeşidinde 78.69-662.80 mg/kg arasında, Chemlali çeşidinde ise 73.47-596.03 mg/kg arasında değişmiştir. Ultrason uygulamasının süresi 4 dakikaya kadar tutulduğunda oleuropein miktarı artmıştır, ancak özellikle 8 ve 10 dakika uygulamalarda düşme görülebilmektedir. Su ilavesi genelde oleuropein içeriğini azaltmıştır. Memecik çeşidinde verbaskozit açısından su ilaveli örneklerde 10 dakika ultrason uygulaması ile diğer sürelerle göre daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Su ilavesiz ekstraksiyonda ultrason süresi arttıkça, verbaskozit içeriği azalmıştır. Benzer değişim Chemlali çeşidinde özellikle çekirdekli ekstraksiyonda karşımıza çıkmıştır.

Ligstrosid içeriği su ilavesinden istatistiki olarak önemli bir etki görmemiştir. Ultrason uygulaması çekirdekli yoğurulan zeytinlerde dimetiloleuropein içeriğini artırmıştır. Ancak çekirdeksiz yoğurulanlarda bunun tersine azalma görülmüştür. İkinci yıl hasat edilen örneklerin dimetiloleuropein, oleuropein, ligstrosid ve verbaskozit içeriğinde önemli bir artış görülmüştür.

Ultrason uygulandığında verbaskozit içeriği azalmış, 10 dakika uygulama süresi ise verbaskozit içeriğini önemli derecede değiştirmemiştir. Dimetiloleuropein ultrason uygulamasıyla önemli bir değişim göstermemiştir. Su ilavesiz ve çekirdeksiz örneklerde ultrason ile ligstrosid içeriğinde düzenli bir artış olmuştur. Diğer örneklerde de düzenli olmasa da bir artış görülmüştür. Ultrason uygulaması zeytin hamurunda oleuropein içeriğini artırmıştır, hatta 10 dakika uygulama süresi uygulanan örneklerde en yüksek miktarlar belirlenmiştir.

Çekirdeksiz yoğurulan örneklerde çekirdekli olanlara göre daha yüksek miktarlarda ligstrosid tespit edilmiştir. Çekirdek ayırma işlemi dimetiloleuropein ve verbaskozit içeriğinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Oleuropein açısından çekirdeklerin ayrılması önemli bir değişiklik yaratmamıştır.

Chemlali çeşidi zeytin hamuru örneklerinde Memecik çeşidine kıyasla oleuropein ve türevi grubuna dâhil olan bileşiklerin miktarları daha düşük seviyelerde bulunmuştur.

Çizelge 23. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **dimetiloleuropein** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	52.67±4.12b	48.57±2.38b	51.64±3.15	55.22±3.81
	2. hasat yılı	221.91±38.85	196.25±24.89	262.74±28.98	263.24±26.59
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	67.52±7.14a	47.46±7.03b	47.19±8.13	52.48±9.02
	2. hasat yılı	191.39±13.57	221.73±23.29	249.74±27.18	259.34±28.59
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.89±1.47c	48.90±2.59b	49.30±1.76	53.67±2.95
	2. hasat yılı	195.76±51.72	332.09±58.33	237.80±68.04	298.30±20.58

6. dk US sonrası	1. hasat yılı	49.34±6.11c	48.43±8.32b	46.61±7.15	50.72±8.90
	2. hasat yılı	220.79±25.05	254.09±25.61	240.86±32.71	277.55±34.91
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	57.67±59b	50.46±9.27ab	42.34±6.76	52.16±6.57
	2. hasat yılı	234.45±20.44	239.33±26.93	217.43±41.40	246.36±41.23
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	55.88±2.38b	55.55±3.17a	45.98±3.03	53.06±3.71
	2. hasat yılı	255.40±38.36	263.34±17.91	226.85±54.21	281.77±75.56

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 54.15±3.77*, 2. hasat yılı 219.36±30.14*

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	12.86±2.56c	12.52±1.95c	15.87±2.13	38.79±3.44b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	13.00±2.78c	15.33±3.64c	19.87±4.46	17.73±2.25c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	21.46±4.35b	28.91±3.03b	15.55±4.57	38.94±5.93b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	36.91±5.63b	37.10±5.21b	18.86±3.29	55.60±6.89b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	35.17±5.92b	64.78±6.16a	25.13±2.90	35.16±5.73b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	32.17±3.90b	30.62±3.88b	21.00±2.12	52.70±5.12b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	69.56±7.27a	75.66±8.92a	21.57±4.08	109.27±11.75a

Çizelge 24. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen verbaskozit miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	26.32±0.94a	24.27±1.19a	22.88±1.40a	23.12±1.60a
	2. hasat yılı	34.25±10.55	20.15±6.53b	34.39±5.85	36.59±6.98a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	17.52±4.31b	23.46±4.79a	16.19±3.46b	21.48±5.11a
	2. hasat yılı	31.64±4.52	21.64±1.34b	24.56±4.18	24.57±5.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.36±0.40c	19.00±1.01b	9.98±0.36c	16.18±0.89b
	2. hasat yılı	24.77±6.89	11.55±6.41c	24.74±23.80	40.01±20.32a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.34±3.22b	19.43±4.13b	13.61±3.57b	17.72±4.28b
	2. hasat yılı	24.54±4.63	21.80±3.53b	24.62±0.71	23.68±6.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	23.61±7.19a	18.46±2.64b	22.34±5.69a	16.16±4.75b
	2. hasat yılı	30.46±5.58	21.46±0.49b	23.39±4.56	23.05±2.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.96±1.26a	16.78±0.96c	24.70±1.63a	20.40±1.43a
	2. hasat yılı	33.85±12.22	39.58±9.69a	29.12±5.89	9.19±5.22c

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 27.44±2.68*, 2. hasat yılı 33.34±4.23*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	20.77±3.15a	9.68±1.34b	16.91±3.46	12.30±2.43
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	21.46±3.10a	8.91±1.78b	15.55±3.31	18.94±1.86
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	15.00±2.02b	15.83±3.45a	19.87±2.38	17.73±2.28
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.77±1.89c	9.93±1.09b	21.83±3.45	15.41±2.44
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.62±1.24c	8.00±0.76b	11.73±1.94	24.87±3.17
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.03±1.17c	2.62±0.73c	18.54±1.85	21.28±2.32
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.23±2.06bc	6.88±1.12bc	19.43±3.23	18.60±2.19

Çizelge 25. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **ligstrosid** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	40.65±1.45c	50.63±2.48b	81.07±4.95a	32.74±2.26c
	2. hasat yılı	115.38±33.64	97.94±4.11	306.48±65.58	289.41±74.43
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	67.52±7.97a	54.46±6.12b	67.19±5.65b	35.48±7.43c
	2. hasat yılı	132.37±16.22	121.86±14.30	215.11±46.68	290.15±35.74
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	66.86±2.60a	71.00±3.76a	70.70±2.52b	50.40±2.77b
	2. hasat yılı	151.72±28.01	142.76±28.79	137.16±50.46	250.40±18.83
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	59.34±9.70b	48.43±3.66c	55.61±6.33c	57.72±3.20b
	2. hasat yılı	164.54±22.17	101.74±16.12	200.23±37.16	258.52±38.52
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	57.61±3.32b	48.43±5.10c	72.34±2.89b	66.16±3.85b
	2. hasat yılı	196.58±34.85	130.55±26.13	314.72±52.90	306.45±41.27
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.77±1.43c	55.26±2.29b	89.19±3.25a	95.98±6.72a
	2. hasat yılı	282.12±62.80	144.44±25.15	514.73±85.10	328.90±43.16

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 54.33±5.21*, 2. hasat yılı 117.55±13.93*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	6.68±1.03c	10.44±0.88c	4.79±0.55c	6.81±0.74c
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	7.85±1.16c	9.96±0.97c	3.95±0.96c	10.03±1.33c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.02±3.48b	21.45±2.50a	9.42±1.10bc	20.28±2.15b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	30.62±2.82a	23.36±2.85a	3.81±1.53c	15.29±2.83c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	25.35±2.19a	33.27±2.21a	13.65±3.85b	23.14±2.65b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	17.17±1.64b	16.56±1.35b	18.17±1.40b	26.50±0.68b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.38±3.24a	27.96±4.64a	34.37±4.71a	64.52±7.42a

Çizelge 26. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **oleuropein** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	78.69±2.80b	188.21±9.22c	138.83±8.47a	141.84±9.79
	2. hasat yılı	269.06±22.42	235.52±16.84	412.65±148.25	411.42±55.74
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	117.52±15.99	241.46±37.23b	167.19±13.72a	152.48±22.98
	2. hasat yılı	218.62±23.57	258.20±12.28	324.82±20.54	359.16±21.50
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	106.34±24.14a	319.84±16.95a	129.77±4.6b2	176.70±9.72
	2. hasat yılı	341.19±65.84	402.34±53.89	263.60±236.6	381.68±60.01

6. dk US sonrası	1. hasat yılı	99.34±8.63a	308.43±46.65a	105.61±15.66	117.72±23.37
	2. hasat yılı	374.11±40.63	407.62±42.40	b	369.42±38.25
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	87.61±8.16b	178.46±27.73c	98.34±10.39b	136.16±11.05
	2. hasat yılı	225.46±35.58	349.13±16.28	304.65±17.83	423.61±28.42
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	81.56±2.32b	175.00±9.98c	141.59±26.04a	161.89±11.33
	2. hasat yılı	405.23±30.20	330.37±281.2	472.21±40.47	662.80±102.40

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 14.15±0.37*, 2. hasat yılı 14.15±0.37*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	127.19±29.13c	131.98±11.37	170.99±19.22	73.47±12.75c
			a	b	
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	131.25±12.41c	157.49±16.42	125.46±13.94	85.59±10.87c
			a	b	
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	216.57±32.54	159.46±19.57	165.46±15.37	85.99±9.76c
		b	a	b	
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	352.73±37.48a	80.13±10.03b	260.76±17.30a	87.31±5.12c
		289.85±30.46	164.59±15.54	196.51±17.43	
6. dk US sonrası	1. hasat yılı				125.79±14.73b
		b	a	b	
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	134.72±22.96c	147.64±9.22a	123.01±11.16	170.39±10.44b
				b	
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	141.99±17.65c	86.64±8.11b	91.35±13.59c	596.03±21.01a

Zeytin hamurunda tespit edilen flavonoidler grubuna dahil olan bileşikler Çizelgeler 27-32'da verilmiştir.

Ultrason uygulaması flavonoidler grubuna dahil olan bileşiklerin miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkide bulunmamıştır. Faktörler bağımsız incelendiğinde, kuersitrin ve luteolin-7-glukozit ultrason uygulandıkça miktarları azalan bileşiklerdir. Rutin içeriğinde 10 dakika ultrason uygulandığında belirgin bir düşüş görülmüştür, halbuki 2, 4, 6 ve 8 dakika uygulama ile bu bileşenin miktarı artmıştır. Ultrason uygulaması apigenin içeriğini çekirdeksiz yoğurulan örneklerde azaltırken, çekirdekli yoğurulanlarda artırmıştır. Chemlali örneklerinde luteolin-7-glukozit, apigenin, luteolin, kuersitrin değerleri ultrason uygulamasıyla artmıştır.

Kuersitrin ve apigenin bileşikleri su ilavesine göre istatistiki olarak önemli bir değişim göstermemiştir. Yoğurma sırasında su ilavesi, zeytin hamurunda luteolin-7-glukozit içeriğinin düşmesiyle sonuçlanmıştır. Çekirdekli örneklerde luteolin içeriği su ilavesi yapılan hamurlarda daha düşüktür, ancak çekirdeksiz örneklerde su ilavesi olduğunda luteolin miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Çekirdek ayırma işleminin zeytin hamurunda apigenin içeriği bakımından önemli bir etkisi olmamıştır. Diğer flavonoid bileşikleri çekirdeksiz hamurda çekirdekli yoğurulanlara göre daha fazla seviyelerde bulunmuştur, burada rutin içeriği istisnai bir sonuç vererek, çekirdekli hamurda daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Chemlali çeşidi zeytin hamuru örneklerinde Memecik çeşidine kıyasla rutin ile luteolin-7-glukozit miktarları yakın diğer flavonoit grubu bileşikler daha düşük seviyelerde bulunmuştur.

Çizelge 27. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **kuersitrin** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	41.57±3.46a	39.64±3.14	49.42±4.05	50.42±5.69a
	2. hasat yılı	30.47±4.31	b 29.77±2.45	31.33±3.75	32.80±3.11
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	38.15±1.36b	45.11±2.21a	46.20±2.82	50.74±3.50a
	2. hasat yılı	22.94±4.99	30.80±3.90	30.54±27.29	31.44±24.39
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.52±2.11b	34.46±4.79b	46.19±3.12	49.48±4.18a
	2. hasat yılı	29.25±5.54	31.64±1.34	28.56±1.18	34.57±1.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	34.19±1.33bc	30.00±1.59c	41.10±1.46	49.88±2.74a
	2. hasat yılı	16.46±1.95	36.71±8.03	26.13±1.57	30.95±5.66
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	30.34±4.60c	38.43±4.23	43.61± 4.25	47.72±4.31ab
	2. hasat yılı	27.54±4.63	b 31.80±1.17	24.62±0.71	25.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	36.61±4.55a	39.46±4.17	44.34±5.18	46.16±4.72ab
	2. hasat yılı	28.46±5.58	b 31.46±5.49	20.39±0.56	23.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	38.50±1.73b	43.31±2.47a	47.46±3.13	40.88±2.86b
	2. hasat yılı	31.52±7.41	32.97±15.8 5	16.48±3.50	22.06±7.59

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 44.15±4.12*, 2. hasat yılı 33.57±3.99*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	7.85±0.59c	8.96±0.85c	23.95±1.55	11.03±1.04d
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	8.95±1.33b	8.16±0.73c	32.57±1.83	13.15±2.13c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.03±0.62b	12.62±1.36b	28.54±2.36	11.28±1.65d
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.13±0.50b	13.05±1.77b	25.36±1.28	8.99±0.92e
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.62±1.15b	8.50±0.94c	21.73±0.86	14.87±2.03c
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.20±0.18b	20.06±1.34a	22.55±2.15	17.88±2.56b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.33±0.57a	10.04±1.09bc	22.83±3.13	22.85±2.58a

Çizelge 28. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **luteolin-7-glukozit** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	35.09±1.45	41.76±6.22b	40.70±3.46a	45.48±6.83a
	2. hasat yılı	47.56±3.80	31.65±3.53b	b 32.18±3.45b	27.89±2.35
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	40.51±1.44a	49.15±2.41a	42.52±2.59a	45.88±3.17a
	2. hasat yılı	41.84±12.74b	24.53±18.03 c	26.29±7.63c	28.59±8.32
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.52±9.16b	41.46±7.42b	38.19±6.14b	45.48±6.83a
	2. hasat yılı	46.64±6.34b	31.64±1.34b	27.56±1.18c	27.57±2.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.20±1.21b	39.20±2.08c	40.97±1.46a	43.09±2.37a
	2. hasat yılı	51.11±10.22a	45.33±3.10a	b 31.38±4.68b	27.89±6.24
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	29.34±7.43c	38.43±5.18c	35.61±5.76b	39.72±7.25b
	2. hasat yılı	34.54±0.63c	35.80±1.06a b	30.62±5.71b	27.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.61±6.13c	35.46±6.80c	30.34±6.17c	37.16±5.40b
	2. hasat yılı	30.46±0.58c	37.46±4.49a	31.39±5.56b	23.05±4.66

10. dk US sonrası	1. hasat yılı	30.22±1.36bc	33.00± 1.88c	24.47±1.62c	41.76±2.92ab
	2. hasat yılı	29.98±8.81c	43.23±15.59 a	34.87±7.48a	27.89±10.52

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 43.92±4.21*, 2. hasat yılı 44.85±5.27*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	12.59±1.68 b	13.82±2.20c	79.03±6.42a	44.36±5.19d
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	12.33±1.02b	10.04±1.72c	52.83±4.58b	32.85±4.52d
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	14.00±1.25b	15.53±2.41	69.57±4.40b	17.73±2.70e
			b		
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.58±1.27b	18.10±2.58	80.88±3.36a	19.03±2.92e
			b		
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	32.17±4.87a	20.62±1.48a	81.00±4.39a	52.65±7.03c
			14.04±1.27		
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	38.95±5.79a	b	74.85±7.23a	74.89±6.65b
			b		
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.06±2.48b	21.93±3.52a	84.76±5.57a	88.91±6.74a

Çizelge 29. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen rutin miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	56.23±4.15	150.78±14.47a	70.13±8.73b	239.16±13.90a
	2. hasat yılı	33.42±3.30b	63.35±5.69	43.11±4.06a	55.87±3.52a
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	100.80±3.59b	117.78±5.77b	47.61±2.90c	60.36±4.16b
	2. hasat yılı	47.56±1.34b	69.84±4.49	47.24±1.41a	54.36±8.17a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	317.52±10.75	341.46±12.53a	267.19±19.63	352.48±19.94a
		a	51.64±1.34	b	57.57±1.16a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	76.63±2.98c	88.00±4.66c	43.72±1.56c	51.70±2.84b
		27.73±7.41b	96.65±23.53	22.06±4.26b	39.58±7.88b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	299.34±15.27	308.43±13.27	345.61±32.04a	357.72±15.43a
		a 34.54±5.63b	a 81.80±1.06	24.62±0.7b1	33.68±1.13b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	337.61±28.16	378.46±18.22	342.34±17.23a	356.16±23.91a
		a 45.46±7.58b	a 71.46±0.49	24.39±4.56b	43.05±1.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	82.16±3.70c	84.04±4.79c	48.53±3.20c	19.44±1.36b
		71.24±13.87a	77.70±20.24	26.18±20.28b	41.06±16.04b

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 137±15.7*, 2. hasat yılı 59.36±4.38*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	163.92±23.35a	166.25±15.57	127.20±11.92	193.57±14.72a
			b	b	
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	165.45±16.73a	145.87±10.74c	144.46±23.94a	250.25±12.17a
			165.79±16.42		
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	154.64±20.46a	b	129.67±12.33	210.39±15.06a
			b		
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	146.68±15.12b	181.48±17.33a	109.36±14.38	168.17±10.63b
			b		
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	115.24±16.65c	125.46±14.58	153.27±14.57a	195.48±14.02a

		d			
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	114.02±15.79c	181.87±17.46a	141.52±13.82a	103.41±10.88b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	123.32±13.52c	156.65±18.70	116.72±11.53	129.71±12.61b
		b		b	

Çizelge 30. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **apigenin-7-glukozit** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	45.58±3.18	24.26±2.15	47.19±3.60	52.48±3.17a
	2. hasat yılı	39.17±1.54	55.39±4.73c	116.13±30.87 a	102.26±9.90
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	30.03±1.07a	23.98±1.18	49.27±3.01	49.38±3.41b
	2. hasat yılı	38.90±4.65b	58.04±6.41b	122.19±27.27 a	114.84±20.38
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.52±5.13a	34.46±3.08	47.19±3.60	52.48±3.17a
	2. hasat yılı	41.54±4.26b	51.23±5.71c	116.13±30.87 a	90.13±8.23
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.16±0.63b	29.00±1.54	40.97±1.46	56.37±3.10a
	2. hasat yılı	44.12±12.90b	67.38±7.13a	108.00±13.95 a	82.53±10.27
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	18.34±3.84b	30.43±1.75	45.61±2.83	57.72±3.60a
	2. hasat yılı	45.19±5.11b	61.77±5.26a b	123.14±6.70a	83.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.61±2.54b	28.46±3.30	42.34±4.59	36.16±3.34c
	2. hasat yılı	45.22±4.12b	55.18±4.29b	85.27±4.14b	91.03±10.25
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	21.19±0.95b	31.95±1.82	45.70±3.02	32.70±3.29c
	2. hasat yılı	59.33±3.37a	66.22±7.72a	94.87±29.11b	88.73±19.69

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 44.92±3.80*, 2. hasat yılı 58.62±5.17*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	22.93±4.16*	33.11±1.16a	24.70±2.75c	30.19±4.21c
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	21.46±3.17	28.91±3.43 b	25.55±1.87c	38.94±5.73b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	25.64±1.70	29.91±3.59 b	35.69±4.06b	28.43±1.46c
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	26.34±3.44	30.26±4.72 b	32.85±2.25b	33.04±2.93c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	22.17±1.98	23.62±3.17c	41.50±3.01a	52.65±2.17a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	20.02±3.04	21.33±1.37c	19.42±2.51c	40.68±3.48b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	23.48±2.29	34.12±2.13a	21.56±1.69c	27.15±2.26c

İşlenmemiş zeytin: 34.28±2.15*

Çizelge 31. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **luteolin** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	61.86±15.34	49.23±2.29b	135.30±12.99a	45.40±4.22b

	2. hasat yılı	110.36±10.59	108.60±12.07 a	77.34±8.25d	34.51±3.10c
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	27.15±0.97b	52.24±2.56a	178.19±10.87a	32.49±2.24b
	2. hasat yılı	95.44±10.32a b	84.86±0.10b	101.63±3.56b	30.48±2.85c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.52±5.17b	41.46±7.18b	127.19±32.62a	35.48±7.76b
	2. hasat yılı	121.62±18.41 a	91.64±13.36ab	24.56±1.18d	64.57±6.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.24±1.45	55.00±2.92a	155.98±5.55a	41.39±2.28b
	2. hasat yılı	157.68±66.80 a	114.91±19.50 a	84.45±9.36c	89.24±33.21a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	39.34±4.73b	48.43±7.45b	145.61±24.53a	37.72±5.12b
	2. hasat yılı	84.54±0.63ab	101.80±10.06 a	142.62±20.71 b	83.68±14.13a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	47.61±5.18b	57.46±8.78a	102.34±7.49b	56.16±8.14a
	2. hasat yılı	65.46±0.58b	91.46±8.43ab	190.39±30.56 b	93.05±16.66a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	65.87±2.96a	31.68±1.81b	85.38±5.64b	50.00±3.50a
	2. hasat yılı	49.66±3.91b	99.91±19.40a	283.09±63.09a	105.93±47.13a

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 62.19±4.93*, 2. hasat yılı 122.56±28.09*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	12.26±2.18c	9.53±1.14c	23.22±4.15c	9.61±1.03c
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı		14.64±2.76		
		13.72±2.74c	b	23.01±2.39c	17.39±1.45b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	22.86±4.23b	23.21±4.17a	34.70±3.20c	20.19±3.12b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.46±5.16a	21.25±4.55a	56.29±3.46b	13.20±1.22bc
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	25.35±3.75b	23.27±3.92a	33.67±5.08c	23.44±3.40b
			15.89±2.38		
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.08±2.89b	b	28.97±5.36c	34.91±4.53b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	28.36±4.71b	19.16±1.23	70.72±8.12a	81.56±6.47a

Çizelge 32. Zeytin hamuru örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **apigenin** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	32.32±1.02b	31.52±3.09a	29.35±2.09	35.18±3.52a
	2. hasat yılı	151.31±17.60c	170.64±20.38c	414.62±23.15a	468.39±35.83b
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	28.68±1.02b	24.29±1.19b	31.33±1.91	33.83±2.33a
	2. hasat yılı	151.31±17.60c	154.09±21.72c	482.31±25.50a	604.54±101.37a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.52±3.09a	24.46±1.76b	27.19±2.44	32.48±3.58a
			235.61±42.43 b		
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	36.26±10.41a	26.00±1.38b	25.07±0.89	37.75±2.08a
			213.08±14.44b		
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	30.34±2.87a	30.43±3.11a	25.61±2.09	29.72±2.46b
			223.54±12.36b		
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	28.61±2.31b	33.46±2.45a	24.34±3.05	25.16±2.91b
			317.46±16.42a		
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	29.63±1.33b	32.63±1.86a	26.01±1.72	26.97±1.89b

2. hasat yılı	409.11±95.00 a	277.46±34.37 b	144.96±48.49 b	430.68±72.88b
---------------	-------------------	-------------------	-------------------	---------------

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

İşlenmemiş zeytin: 1. hasat yılı 30.12±4.19*, 2. hasat yılı 159.74±28.44*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı		11.31±1.37b		
		9.38±1.25a	c	7.97±0.29c	18.66±2.45b
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	10.23±1.19a	13.75±3.69b	15.36±2.85a	18.99±2.11b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.88±0.37b	9.56±1.03c	13.83±2.60a	13.07±1.69d
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	4.05±0.35c	25.45±3.22a	6.17±0.87d	15.44±2.33c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	5.65±0.64c	15.96±2.58b	8.54±1.04c	17.87±0.54b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.14±0.81b	25.92±3.25a	9.22±1.13b	24.12±2.11a
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	7.40±0.52b	22.54±1.74a	10.76±1.08b	13.70±1.78d

Zeytinyağı örneklerinde tespit edilen fenolik bileşikler Çizelgeler 33-47 arasında verilmiştir. Fenolik alkoller grubuna dâhil olan hidrokstirozol, hidrokstirozol türevleri, tirozol ve hidrokstirozol asetat bileşenlerine ait değerler Çizelgeler 33-36 arasında yer almaktadır. Ultrason uygulaması fenolik alkollerin miktarında artışa neden olmuştur. Hidrokstirozol dışında kalan fenolik alkol bileşenlerinde 10 dakika ultrason uygulaması bazı durumlarda (hidrokstirozol türevleri için su ilavesi yapılanlarda, tirozol için çekirdekli olanlarda) azalma ile sonuçlanmıştır. Bejoui vd. (2016) de çalışmalarında ultrason uygulanan zeytin hamurundan elde edilen zeytinyağlarında hidrokstirozol (kontrol örneğinde 10, ultrason uygulananlarda 2 mg/kg) ve tirozol (kontrol örneğinde 6, ultrason uygulananlarda 3 mg/kg) içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Çekirdeklerin ayrılması ile elde edilen zeytinyağlarında fenolik alkollerin miktarı daha azdır. Su ilavesi yapılarak elde edilen yağların fenolik alkol içerikleri azalmıştır. Hidrokstirozol ultrason uygulanmadığında su ilaveli örneklerde düşüktür. Ultrason uygulamasıyla su ilaveli olanlarda susuz elde edilenlerden daha fazla seviyelere ulaşmıştır. Hidrokstirozol asetat açısından ultrason uygulandığında sadece çekirdekli örneklerde su ilavesi, miktarı yükseltmiştir. Zeytinyağlarında ikinci hasat yılında tirozol ve hidrokstirozol asetat bir önceki hasat yılına göre daha düşük değerlerde tespit edilmiştir. Hasat dönemleri arasındaki fark mevsimsel şartlara özellikle yağış durumlarına dayandırılmaktadır (Yousfi, Cert ve Garcia, 2006; Vekiarı vd. 2010).

Chemlali çeşidi zeytin yağı örneklerinde Memecik çeşidine göre fenolik alkol grubu bileşikler daha düşük seviyelerde bulunmuştur.

Çizelge 33. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA (hidrokstirozol)** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	7.63±1.73c	21.52±4.54b	14.17±3.09	6.51±1.73c
	2. hasat yılı	17.96±3.93b	22.51±6.79b	28.23±5.19d	24.53±9.21b

2. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.52±6.45c	24.46±3.56b	17.19±2.58	15.48±5.12b
	2. hasat yılı	24.17±5.43a	21.64±4.34b	24.56±1.18d	24.57±7.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	34.69±4.88b	29.54±5.93b	11.67±3.29	25.06±4.73a
	2. hasat yılı	29.76±7.12a	33.57±4.80a	25.23±3.04d	25.23±7.15b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	39.34±6.71b	31.43±7.18a	15.61±2.67	17.72±4.69b
	2. hasat yılı	24.54±4.63a	21.80±3.06b	34.62±4.71c	23.68±3.13b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	47.61±7.45a	35.46±3.47a	15.34±3.28	16.16±5.10b
	2. hasat yılı	25.46±8.58a	21.46±4.49b	40.39±8.56b	23.05±5.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	57.25±8.82a	36.39±6.01a	13.62±3.39	18.52±2.18b
	2. hasat yılı	22.23±10.69a	39.11±3.20a	68.05±14.98	45.93±4.24a

*ortalama ± standard sapma

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 20.22±3.31*, 2. hasat yılı 24.90±4.84*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	2.14±0.25	2.00±0.17bc	4.98±0.57a	2.17±0.34d
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	2.58±0.34	2.45±0.23b	6.17±0.82a	5.44±0.37a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.15±0.17	3.75±0.88a	5.36±0.38a	4.99±0.44a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.97±0.62	1.81±0.72c	3.31±0.29b	2.85±0.62c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.56±0.48	2.54±0.90b	3.16±0.17b	3.71±0.68b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.40±0.73	4.22±0.76a	3.83±0.55b	3.03±0.39
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.79±0.35	2.87±0.45b	2.95±0.36b	2.18±0.55d

Çizelge 34. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA türevleri** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	22.69±7.47c	27.48±4.29	1.49±0.44b	1.34±0.41
	2. hasat yılı	8.33±1.22c	10.21±2.70c	7.36±1.89a	5.26±3.49b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	30.52±4.56b	20.46±4.55c	2.19±0.83a	1.48±0.77
	2. hasat yılı	10.17±2.43b	11.64±1.34c	4.56±1.18b	5.57±1.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	35.58±5.37a	19.55±2.78c	2.65±1.12a	1.54±0.47
	2. hasat yılı	14.65±1.79a	15.35±3.55	2.80±1.29c	6.14±0.48a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	29.34±3.78b	26.43±2.24	1.61±0.90b	1.72±0.65
	2. hasat yılı	11.54±0.63b	17.80±1.06a	2.62±0.71c	6.68±1.13a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	33.61±7.19a	28.46±3.12	1.34±0.74b	1.26±0.36
	2. hasat yılı	9.46±0.58c	12.46±2.49c	2.39±0.56c	6.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	34.60±4.95a	35.43±5.26a	1.56±0.45b	1.30±0.44
	2. hasat yılı	10.28±1.01b	13.84±4.55c	2.50±0.15c	7.29±2.52a

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 26.28±4.52*, 2. hasat yılı 10.16±2.38*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.48±0.08c	0.92±0.14c	0.05±0.00d	0.62±0.07b
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	1.26±0.15b	0.53±0.11c	0.22±0.04c	0.61±0.11b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.72±0.42b	1.64±0.40b	0.51±0.08b	1.39±0.84a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.34±0.27b	0.39±0.13c	0.05±0.00d	0.57±0.08b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.86±0.53a	2.21±0.47a	1.70±0.21a	1.19±0.37a

8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.85±0.21c	1.27±0.38b	0.85±0.14b	0.77±0.09b
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	0.43±0.29c	0.44±0.06c	0.34±0.07c	0.66±0.05b

Çizelge 35. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **p-HPEA (tirozol)** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	28.39±5.52	37.29±6.21	11.85±1.24	13.66±3.18
	2. hasat yılı	13.79±3.94	45.17±13.63	14.42±1.44	19.09±4.66
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.52±3.78	36.46±7.15	12.19±2.37	14.48±2.55
	2. hasat yılı	19.17±5.43	41.64±1.34	11.56±1.18	14.57±1.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	49.61±8.99	34.62±4.57	12.34±3.00	13.23±3.11
	2. hasat yılı	24.95±9.88	35.34±4.69	8.36±1.78	13.38±6.71
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	51.34±12.93	47.43±5.22	12.61±3.45	15.72±3.42
	2. hasat yılı	29.54±4.63	41.80±1.06	10.62±1.71	16.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	57.61±10.11	78.46±11.3	12.34±2.52	14.96±2.19
	2. hasat yılı	33.46±3.58	39.46±0.49	12.39±3.56	18.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	52.83±6.40	96.56±16.0	12.98±2.77	17.74±4.16
	2. hasat yılı	21.74±14.69	21.54±9.24	14.49±9.01	13.52±4.78

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 34.17±4.35*, 2. hasat yılı 29.15±4.61*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	39.69±3.38	33.72±9.71	39.78±3.41	14.53±2.66
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	38.62±5.11	33.36±3.07	37.81±6.30	15.29±1.88
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	35.35±7.45	34.57±6.16	33.55±4.85	13.24±2.31
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.70±2.17	18.27±2.75	38.37±3.12	17.37±2.33
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.38±5.89	27.96±4.55	34.77±3.84	14.42±2.55
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.51±3.03	24.90±2.21	38.55±3.22	8.26±1.40
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	7.52±1.05	14.35±1.10	17.73±2.27	11.72±2.12

Çizelge 36a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4 DHPEA-AC** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	10.32±2.77d	45.40±12.26	3.46±0.90c	6.03±1.79c
	2. hasat yılı	2.45±1.06d	5.41±2.05b	2.67±1.12c	3.18±0.63b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.52±1.14e	13.46±2.36b	2.69±0.50c	3.08±0.68d
	2. hasat yılı	7.17±0.43c	6.64±1.34b	4.56±1.18a	4.57±1.16a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.70±2.62d	10.02±1.35b	8.61±0.62b	10.53±2.53b
	2. hasat yılı	15.84±4.82b	5.37±1.58b	4.18±0.86a	4.48±1.05a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	19.34±6.12c	8.43±1.53c	13.61±0.81a	11.72±0.59b
	2. hasat yılı	24.54±5.63a	8.80±1.06a	4.62±0.71a	3.68±1.13b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	27.61±4.34b	11.46±1.75b	12.34±0.73	14.16±0.82a
	2. hasat yılı	15.46±8.58b	7.46±0.49a	3.27±0.44b	3.05±1.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	34.66±9.01a	15.28±4.13b	11.83±0.96a	13.27±0.83a
	2. hasat yılı	12.51±0.99bc	8.33±0.63a	3.11±1.25b	4.05±0.92a

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 31.10±4.34*, 2. hasat yılı 7.13±1.40*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	2.45±0.14a	1.69±0.10a	0.64±0.15b	0.86±0.07c
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	2.92±0.21a	1.25±0.53a	0.20±0.04d	0.57±0.05c
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.21±0.33a	1.62±0.16a	0.03±0.00e	1.13±0.39b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.55±0.04c	0.59±0.06b	0.57±0.06c	2.67±0.15a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.93±0.29b	1.55±0.11a	1.20±0.09a	1.51±0.40b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.62±0.11a	0.64±0.07b	0.55±0.05c	2.22±0.61a
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	0.83±0.04c	1.49±0.09a	0.54±0.04c	2.61±0.28a

Çizelge 37. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **kafeik asit** miktarları (mg/kg) (a-Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	2.03±0.55a	3.29± 0.89a	1.81± 0.47a	2.16±0.56a
	2. hasat yılı	0.43±0.25a	1.40±0.95a	0.01±0.06	0.07±0.01a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.52±0.14b	2.46±0.47b	1.69±0.75a	1.68±0.66ab
	2. hasat yılı	0.57±0.13a	1.04±0.34a	24.56±1.18	0.06±0.01b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.60±0.43b	2.79±0.75b	1.25±0.32a	1.60±0.42ab
	2. hasat yılı	0.67±0.08a	0.81±0.22b	0.02±0.01	0.01±0.006e
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.34±0.19b	2.43±0.53b	1.21±0.63a	1.72±0.42ab
	2. hasat yılı	0.54±0.13a	0.80±0.16b	0.02±0.71	0.02±0.004d
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.61±0.27b	2.36±0.31b	1.14±0.75a	1.16±0.78 ab
	2. hasat yılı	0.46±0.05a	0.46±0.10b	0.03±0.56	0.05±0.01c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.71±0.45b	2.15±0.58b	0.77±0.19b	1.03±0.26b
	2. hasat yılı	0.19±0.06b	0.19±0.09c	0.03±0.02	0.04±0.02c

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 4.10±0.72*, 2. hasat yılı 1.15±0.79*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	1.26±0.30b	2.89±0.83a	2.82±0.77b	2.43±0.51a
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	2.93±0.11a	3.12±0.44a	2.73±0.55b	3.19±0.63a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.58±0.42a	3.52±0.78a	2.56±0.50b	2.15±0.23a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.22±0.48a	2.41±0.63a	3.36±0.82a	0.75±0.08b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.54±0.85a	3.26±0.81a	3.65±0.53a	2.54±0.32a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.55±0.09c	0.48±0.04b	0.25±0.07c	0.75±0.06b
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	0.47±0.05c	0.03±0.00c	0.33±0.05c	0.66±0.04b

Çizelge 38. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **vanilik asit** miktarları (mg/kg) (a-Memecik; b-Chemlali)

(a)	Çekirdekli	Çekirdeksiz
-----	------------	-------------

		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	8.14±2.20c	7.00±1.89d	6.80±1.77a	11.31±2.94a
	2. hasat yılı	9.41±1.44b	8.79±1.21a	4.95±1.20a	9.27±1.06a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.52±1.31b	9.46±1.53d	7.19±1.74a	10.48±1.12a
	2. hasat yılı	24.17±0.43a	8.64±1.34a	4.56±1.18a	4.57±1.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.25± 4.23a	19.94±4.52a	4.34±1.11c	3.74±0.97d
	2. hasat yılı	3.97±1.78c	5.77±0.61b	3.83±2.08b	2.93±0.78c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.34±1.45c	14.43±2.22 b	5.61±1.63b	5.72±0.65c
	2. hasat yılı	24.54±0.63a	7.80±1.06a	3.62±0.71b	3.68±1.13c
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.61± 2.17c	10.46±2.18c	4.34±0.85c	6.16±1.32b
	2. hasat yılı	25.46±0.58a	4.46±0.49c	3.39±0.56b	3.05±1.66c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.85±2.38c	7.09±2.15d	2.50±0.62d	7.10±2.58b
	2. hasat yılı	1.90±0.73c	4.55±1.34c	2.51±1.11c	4.25±1.62b

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 8.78±1.32*, 2. hasat yılı 8.04±1.51*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.47±0.03b	0.38±0.03b	0.26±0.01c	0.56±0.02b
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	1.19±0.08a	1.98±0.27a	1.99±0.13a	0.47±0.02b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.23±0.07a	1.12±0.06a	0.29±0.01c	1.03±0.04a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.16±0.02c	0.25±0.02b	0.15±0.01c	0.45±0.02b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.25±0.18a	1.08±0.03a	0.99±0.03b	0.47±0.03b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.55±0.03b	0.19±0.02b	0.34±0.02c	0.42±0.05b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.24±0.04c	0.47±0.02b	0.24±0.02c	0.42±0.03b

Çizelge 39. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **homovanilik asit** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	6.04±1.63c	7.29±1.97c	11.62±3.02b	14.77±3.84a
	2. hasat yılı	8.05±1.04	5.96±0.29	11.61±1.63a	9.20±2.80ab
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.52±1.16c	8.46±1.34b	11.79±1.20b	13.48±2.45a
	2. hasat yılı	8.17±0.43	6.64±1.34	10.56±1.18b	9.57±1.16a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.21±1.68c	8.99±2.83ab	13.57±3.47a	13.53±3.52a
	2. hasat yılı	7.53±1.59	6.15±0.74	9.73±2.57c	10.46±6.28a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.34±1.80b	8.43±1.12b	10.61±1.45b	12.72±2.37b
	2. hasat yılı	8.54±0.63	6.80±1.06	8.62±0.71d	7.68±1.13bc
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.61±1.75b	9.46±2.11a	9.34±1.20b	11.16±1.25b
	2. hasat yılı	8.46±0.58	6.86±0.49	7.39±0.56e	8.05±1.66b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	11.95±3.11a	9.98±2.70a	7.18±1.79c	8.19±2.10c
	2. hasat yılı	7.42±1.08	6.97±0.41	5.28±3.49f	6.48±1.32c

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 5.76±0.97*, 2. hasat yılı 6.12±1.33*

Çizelge 40. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **vanillin** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	9.06±2.45b	11.16±3.01b	9.17±2.38	10.17±2.64
	2. hasat yılı	9.41±1.10c	7.56±1.85	2.91±0.82	3.97±1.55

2. dk US sonrası	1. hasat yılı	11.52±3.11ab	11.46±2.16b	7.19±1.22	11.48±1.23
	2. hasat yılı	9.17±0.43c	7.64±1.34	4.56±1.18	4.57±1.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	11.17±3.02ab	11.30±3.05b	7.63±1.95	10.17±2.64
	2. hasat yılı	8.85±0.24c	7.22±0.98	4.37±0.92	5.66±1.53
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.34±2.12ab	13.43±1.84a	5.61±1.04	11.72±2.51
	2. hasat yılı	11.54±0.63b	b 8.80±1.06	4.62±0.71	5.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	13.61±1.75a	13.46±2.10a	6.34±1.67	13.16±2.49
	2. hasat yılı	11.46±0.58b	b 9.46±0.49	3.39±0.56	5.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	16.64±4.33a	15.18±4.10a	6.15±1.54	14.57±3.73
	2. hasat yılı	12.14±2.43a	8.04±0.74	3.83±0.95	4.90±1.61

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 11.36±2.24*, 2. hasat yılı 9.40±1.85*

Zeytinyağı örneklerinin oleuropein ve sekoiridoit türevleri grubuna ait bileşenler Çizelgeler 41-45 arasında verilmiştir. Bu bileşiklerin ultrasona bağlı olarak miktarlarında meydana gelen değişim çekirdekli ve çekirdeksiz üretime göre farklılık arz etmiştir. Bu faktörden en az etkilenen bileşik 3,4-DHPEA-ea'dır; zira ultrason etkisi ile zeytinyağında daha fazla oranlarda belirlenmiştir. Benzer şekilde, Bejoui vd. (2016) ultrason uygulanan zeytinyağlarında 3,4-DHPEA-ea ve p-HPEA-ea bileşenlerinin arttığını bildirmişlerdir. 3,4-DHPEA-eda çekirdekli elde edilen örneklerde 2, 4, 6 dakika ultrason uygulamasıyla artış göstermiştir. Çekirdeksiz elde edilenlerde bu bileşik açısından ultrason ile önemli bir değişim olmamıştır. Tunus örneklerinde ultrasonla bu bileşikte azalma görülmüştür. P-HPEA-eda ve p-HPEA-ea bileşenleri çekirdeksiz zeytinden elde edilen zeytin yağlarında ultrason ile azalırken, çekirdekli üretilenlerde artmıştır. p-HPEA-ea bileşeni açısından çekirdeksiz elde edilen örneklerde görülen bu azalma su ilavesiz yoğurma için geçerlidir. Chemlali çeşidi zeytinyağı örneklerinde Memecik çeşidine göre 3,4-DHPEA-eda ve p-HPEA-eda daha düşük, verbascoside ve p-HPEA-ea bileşikleri yakın, 3,4-DHPEA-ea ise daha yüksek seviyelerde bulunmuştur.

Çizelge 41a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA-eda** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	30.05±7.99	92.35±24.56b	22.24±5.78	27.14±7.06
	2. hasat yılı	16.62±6.32	55.76±15.78c	42.04±11.13	24.88±6.64
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	47.52±8.50	141.46±23.87b	27.19±6.86	32.48±9.04
	2. hasat yılı	34.17±6.43	81.64±12.34b	54.56±7.18	30.57±7.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	51.32±13.86	217.75±58.79a	26.67±6.82	26.23±8.82
	2. hasat yılı	23.23±12.22	74.49±6.72b	83.41±22.45	29.45±4.08
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	49.34±7.34	108.43±11.26	25.61±4.58	37.72±6.37
	2. hasat yılı	24.54±4.63	b	64.62±6.71	38.68±5.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.61±5.09	78.46±9.04c	22.34±6.75	35.16±5.31
	2. hasat yılı	25.46±5.58	51.46±5.49c	23.39±4.56	33.05±7.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	28.98±7.53	13.47±3.66d	23.74±5.94	33.82±8.65
	2. hasat yılı	44.24±11.27	16.84±3.38d	23.07±3.00	34.43±8.29

*ortalama \pm standard sapma, $P < 0.01$
Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 74.15 \pm 12.33*, 2. hasat yılı 52.43 \pm 7.21*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	24.18 \pm 1.60	53.04 \pm 4.65	37.29 \pm 2.12	84.75 \pm 11.10
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	22.17 \pm 2.22	50.62 \pm 2.71	31.00 \pm 2.25	82.65 \pm 4.24
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	22.53 \pm 1.52	54.25 \pm 3.77	35.23 \pm 2.37	72.17 \pm 6.11
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.88 \pm 0.66	46.85 \pm 2.53	37.97 \pm 2.30	84.87 \pm 3.21
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.13 \pm 0.61	43.57 \pm 2.51	32.87 \pm 2.46	82.45 \pm 5.32
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.50 \pm 0.40	35.79 \pm 2.44	28.41 \pm 2.21	78.61 \pm 3.09
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	5.09 \pm 0.32	33.09 \pm 2.30	4.34 \pm 0.38	52.29 \pm 7.01

Çizelge 42a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **p-HPEA-eda** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	26.88 \pm 7.15c	33.88 \pm 9.01c	29.01 \pm 7.54b	39.07 \pm 10.16b
	2. hasat yılı	9.27 \pm 1.71c	30.74 \pm 14.10c	6.00 \pm 0.63	20.54 \pm 6.02a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	31.52 \pm 10.65b	41.46 \pm 10.44b	30.19 \pm 5.79a	35.48 \pm 11.24b
	2. hasat yılı	9.17 \pm 1.43c	31.64 \pm 10.34c	6.56 \pm 1.18	14.57 \pm 4.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	45.28 \pm 12.23a	58.87 \pm 15.90a	33.22 \pm 8.50a	36.21 \pm 9.41b
	2. hasat yılı	9.27 \pm 0.94c	40.58 \pm 3.88b	6.41 \pm 3.16	5.23 \pm 0.98c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	39.34 \pm 9.34b	48.43 \pm 8.53b	25.61 \pm 4.18b	37.72 \pm 15.69b
	2. hasat yılı	24.54 \pm 6.63b	47.80 \pm 9.06a	4.62 \pm 0.71	7.68 \pm 1.13c
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	37.61 \pm 7.59b	46.46 \pm 5.49b	22.34 \pm 7.51c	43.16 \pm 13.80a
	2. hasat yılı	25.46 \pm 5.58b	54.46 \pm 10.49a	3.39 \pm 0.56	8.05 \pm 1.66c
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	25.34 \pm 6.59c	31.27 \pm 8.44c	27.29 \pm 6.82b	37.12 \pm 12.06b
	2. hasat yılı	37.75 \pm 9.95a	51.90 \pm 24.17a	4.25 \pm 2.19	5.37 \pm 1.69c

*ortalama \pm standard sapma, $P < 0.01$
Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 26.54 \pm 4.59*, 2. hasat yılı 22.19 \pm 3.60*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	14.96 \pm 1.21d	13.48 \pm 1.36 b	21.96 \pm 2.44b	34.28 \pm 2.01a
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	15.00 \pm 2.35d	15.83 \pm 1.41 b	19.87 \pm 1.51a	27.73 \pm 1.09b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	15.23 \pm 1.09d	14.36 \pm 2.44 b	18.63 \pm 1.53a	28.33 \pm 2.10b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	52.33 \pm 2.42a	34.85 \pm 1.85a	21.87 \pm 1.62a	23.45 \pm 2.05b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	45.01 \pm 1.63b	35.83 \pm 1.33a	29.42 \pm 1.66a	27.43 \pm 2.01b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	22.74 \pm 1.33c	34.12 \pm 2.05a	14.12 \pm 0.68b	33.51 \pm 4.08a
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	13.00 \pm 0.35d	15.36 \pm 0.47 b	16.93 \pm 0.72b	14.37 \pm 0.29c

Çizelge 43a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **verbascoside** miktarları (mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	2.59 \pm 1.22a	3.88 \pm 1.03a	1.91 \pm 0.50	1.55 \pm 0.40b
	2. hasat yılı	0.40 \pm 0.16d	0.30 \pm 0.22b	0.02 \pm 0.01	0.24 \pm 0.01a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.52 \pm 0.86a	3.46 \pm 0.89a	1.79 \pm 0.77	1.58 \pm 0.78b

	2. hasat yılı	0.47±0.43d	0.64±1.34b	0.06±0.02	0.07±1.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.97±0.80a	1.63±0.44c	1.71±0.44	1.84±0.48b
	2. hasat yılı	0.21±0.13d	0.38±0.10b	0.02±0.01	0.03±0.03b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.34±0.57a	2.43±0.76b	1.61±0.83	1.72±0.54b
	2. hasat yılı	1.54±0.63c	1.80±1.06a	0.05±0.01	0.08±0.03b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.61±0.79a	2.66±0.83b	1.63±0.95	2.16±0.49a
	2. hasat yılı	2.46±0.58b	1.46±0.49a	0.04±0.01	0.05±0.02b
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.25±0.32b	2.03±0.55b	1.74±0.43	2.76±0.71a
	2. hasat yılı	5.10±1.73a	1.23±0.04a	0.04±0.02	0.03±0.02b

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 3.15±1.55*, 2. hasat yılı 0.93±0.42*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	0.44±0.07b	0.46±0.06b	0.56±0.08b	0.47±0.05b
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	0.85±0.08b	0.96±0.08a	0.95±0.08ab	0.83±0.17b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.81±0.10a	1.06±0.18a	1.15±0.09a	1.03±0.08a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.11±0.09a	0.48±0.05	1.22±0.11a	0.44±0.04b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.25±0.08a	1.16±0.12a	1.21±0.12a	1.00±0.19a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	0.44±0.05b	0.57±0.06b	0.47±0.05b	0.55±0.04b
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	0.39±0.04b	0.25±0.03c	0.35±0.05b	0.39±0.03b

Çizelge 44a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **p-HPEA-ea** miktarları (mg/kg)

(a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	4.93±1.31	5.56±1.48b	4.53±1.18	16.73±4.35a
	2. hasat yılı	4.32±1.05b	11.43±1.49c	11.89±5.52c	24.66±2.54
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.52±1.74	6.46±0.75b	7.79±1.54	14.48±3.45a
	2. hasat yılı	6.17±0.83b	11.64±2.34c	14.56±1.18b	20.57±4.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.69±1.81	6.02±1.64b	5.07±1.30	13.95±3.63a
	2. hasat yılı	5.86±0.90b	17.91±3.45 b	22.49±4.09a	12.68±3.80
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.34±1.29	8.43±1.30b	5.61±1.96	11.72±2.86b
	2. hasat yılı	7.54±1.63b	20.80±3.06 b	16.62±4.71a	11.65±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.61±0.87	9.46±2.03b	7.34±1.24	9.16±2.37c
	2. hasat yılı	9.46±2.58b	21.46±2.49 b	18.39±3.56a	13.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.02±2.08	13.39±3.61a	11.57±2.89	5.98±1.60d
	2. hasat yılı	18.99±4.55a	32.13±8.85a	7.13±0.77c	14.80±2.36

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 4.85±0.87*, 2. hasat yılı 10.22±2.36*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	6.50±0.44c	7.62±0.45c	8.27±0.32b	35.64±4.80a
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	7.46±0.50c	8.91±0.63c	9.55±0.37b	38.94±3.74a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.73±0.48c	8.83±0.40c	9.21±0.75b	37.87±1.65a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.60±0.47c	7.72±0.34c	6.62±0.20c	23.21±3.26b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.25±0.46c	8.91±0.42c	5.55±0.16c	28.23±2.24b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	44.32±1.12a	43.83±4.14a	13.09±0.88a	11.39±1.08c
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	19.22±2.65b	17.53±1.59	16.97±1.66a	6.58±0.06d
			b		

Çizelge 45a. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **3,4-DHPEA-ea** miktarları

(mg/kg) (a- Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz

Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	3.61±0.96c	4.67±1.24e	2.13±0.55c	6.41±2.97
	2. hasat yılı	6.83±1.39b	7.81±1.05b	5.37±2.11ab	4.53±1.12bc
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.52±0.94b	6.46±1.04d	7.79±1.57a	8.48±1.55
	2. hasat yılı	6.17±0.43b	8.64±1.34b	4.56±1.18b	5.57±1.16b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.55±1.77b	7.95±2.15c	6.88±1.76b	3.51±0.91
	2. hasat yılı	5.44±0.52b	8.39±1.22b	3.76±1.47c	4.01±0.96c
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.34±1.13b	13.43±2.35	5.61±1.22b	4.72±1.04
	2. hasat yılı	7.54±0.93b	b	6.62±0.71a	7.68±1.13a
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	12.61±2.06a	18.46±3.44a	8.34±0.77a	6.16±1.38
	2. hasat yılı	11.46±2.58a	13.46±0.49a	6.39±0.56a	7.05±1.66a
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	14.02±3.64a	17.76±4.79a	8.72±2.18a	5.21±1.33
	2. hasat yılı	10.38±1.46a	12.67±2.01a	4.88±1.05b	5.85±1.64b

ortalama ± standard sapma, P<0.01, Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 4.15±1.63, 2. hasat yılı 6.62±0.98*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	88.77±9.45b	74.61±7.88b	159.46±22.56	127.42±12.75a
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	86.91±10.52b	77.10±6.92b	158.86±13.62	125.60±13.18a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	77.83±12.42b	73.01±9.86b	148.66±11.65	125.13±12.76a
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	172.42±24.42	112.28±32.56	172.35±14.75	64.28±10.52b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	136.91±33.11	137.10±17.75	118.86±20.53	55.60±7.56b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	65.46±10.66b	93.04±9.19b	73.21±7.28b	70.12±5.59b
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	38.78±7.33c	34.46±6.12c	65.52±5.36b	80.53±7.65b

Zeytinyağında lignan içeriği ultrasondan suyun varlığına göre etkilenmiş, su ilavesiyle yoğurulan hamurdan elde edilen zeytinyağları ultrason uygulaması sonucu lignanları daha fazla içermiştir. Su ilavesiz elde edilenlerde bir miktar düşüş görülmüştür. Bejoui vd. (2016) aynı yıl içerisinde dört farklı zamanda hasat ettikleri zeytinlerden ultrason uygulanan zeytin hamurundan elde edilen zeytinyağlarında lignan grubunda olan pinoresinolün dört hasat zamanının üçünde azaldığını, bir hasat zamanında arttığını ortaya koymuşlardır. Luteolin de ultrason uygulaması ile zeytinyağında miktarı artış gösteren bir bileşik olarak karşımıza çıkmıştır. Chemlali çeşidi zeytin yağı örneklerinde Memecik çeşidine göre daha az seviyede lignan bulunmuştur. Çekirdekli örneklerde ultrason bu bileşiğin miktarını artırmıştır.

Çizelge 46. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen **lignans** miktarları (mg/kg) (a-Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	3.20±0.85ab	3.06±0.81b	4.25±1.10	3.42±0.89
	2. hasat yılı	1.55±1.15c	4.64±0.40	4.83±1.01b	9.99±2.66a
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.52±0.76b	3.46±0.83b	4.79±0.96	3.48±0.74
	2. hasat yılı	4.17±0.43b	3.64±1.34	5.56±1.18b	6.57±1.16ab
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.65±0.71b	4.53±1.22a	3.61±0.92	4.18±1.09
	2. hasat yılı	10.74±3.36a	5.37±0.65	10.22±3.31a	7.24±0.95a
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.34±0.80b	3.43±0.72b	4.61±0.72	3.72±0.88
	2. hasat yılı	8.54±0.63a	3.80±1.06	6.62±0.71b	5.68±1.13b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.61±0.91a	3.06±0.55b	4.34±1.03	4.16±1.25
	2. hasat yılı	10.46±0.98a	3.46±0.49	5.39±0.56b	5.05±1.66b

10. dk US sonrası	1. hasat yılı	4.04±1.05a	2.79±0.75c	5.09±1.27	4.31±1.10
	2. hasat yılı	12.66±3.56a	1.53±0.41	5.79±2.94b	3.49±1.51c

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 3.43±0.75*, 2. hasat yılı 3.31±1.07*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	2.44±0.19b	1.87±0.11c	5.46±0.25a	2.53±0.08b
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	1.13±0.21c	1.05±0.08c	5.36±0.29a	2.99±0.15b
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.83±0.11c	1.23±0.28c	5.22±0.61a	2.51±0.12b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	1.31±0.15c	6.55±0.52a	3.58±0.28	3.56±0.19b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.03±0.20b	3.15±0.19b	2.96±0.22c	3.13±0.56b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	7.36±0.65a	4.72±0.22b	1.37±0.16d	4.38±0.18a
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	3.63±0.41b	0.98±0.06c	4.35±0.32b	3.52±0.14b

Çizelge 47. Yağ örneklerinde HPLC cihazında tespit edilen luteolin miktarları (mg/kg) (a-Memecik; b-Chemlali)

(a)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli ilavesiz	Su	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma sonrası	1. hasat yılı	10.35±2.75ab	6.19±1.65	2.13±0.55c	3.28±0.85c
	2. hasat yılı	9.41±0.60b	7.44±2.35	5.30±0.75	6.97±2.14
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	10.52±2.08ab	7.46±1.21	5.79±1.10b	3.48±0.77c
	2. hasat yılı	11.17±1.43b	8.64±1.34	5.56±1.18	4.57±1.16
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.52±2.60b	6.76±1.83	6.81±1.74b	3.53±0.92c
	2. hasat yılı	18.78±5.51a	7.36±0.55	4.81±2.07	4.95±0.36
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	9.34±1.24b	8.43±1.29	6.61±0.97b	5.72±1.06b
	2. hasat yılı	16.54±4.63a	7.80±1.06	4.62±0.71	4.68±1.13
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	11.61±3.08a	8.46±1.76	8.34±1.45a	7.16±1.33a
	2. hasat yılı	16.46±5.58a	7.46±0.49	4.93±0.56	5.05±1.66
10. dk US sonrası	1. hasat yılı	8.33±2.17b	7.18±1.94	8.92±2.23a	5.00±1.28b
	2. hasat yılı	19.97±7.49a	7.74±2.34	5.44±0.75	5.72±2.40

*ortalama ± standard sapma, P<0.01

Yoğurma öncesi: 1. hasat yılı 10.15±2.77*, 2. hasat yılı 7.81±1.42*

(b)		Çekirdekli		Çekirdeksiz	
		Su ilaveli	Su ilavesiz	Su ilaveli	Su ilavesiz
Yoğurma öncesi	1. hasat yılı	2.35±0.56b	1.56±0.40c	2.08±0.52a	1.76±0.38ab
Yoğurmasonrası	1. hasat yılı	2.86±0.22b	1.52±0.42c	1.87±0.41ab	1.79±0.41ab
2. dk US sonrası	1. hasat yılı	3.03±0.98b	2.13±0.51c	1.13±0.26b	2.13±0.74b
4. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.57±0.86b	5.55±0.89b	2.53±0.53a	1.27±0.33b
6. dk US sonrası	1. hasat yılı	2.25±0.75b	7.25±0.95a	2.22±0.58a	2.05±0.45b
8. dk US sonrası	1. hasat yılı	6.33±1.04a	1.95±0.25c	1.51±0.36b	1.94±0.40b
10.dk US sonrası	1. hasat yılı	1.27±0.68c	0.80±0.09d	1.29±0.25b	3.42±0.85a

Zeytin hamurunda tespit edilen enzimler ve oleuropein türevi fenolik bileşikler ile zeytinyağlarında bulunan oleuropein türevi fenolikler arasında korelasyonu gösteren veriler Çizelge 48'de verilmiştir. Peroksidaz aktivitesi ile yağda bulunan p-HPEA-ea ve p-HPEA-eda bileşikleri arasında özellikle ikinci hasat yılına ait örneklerde pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. Lipoksijenaz aktivitesi yağda bulunan 3,4-DHPEA-ea ve hamurda bulunan verbaskozit ile negatif bir korelasyon sergilemiştir. Aynı şekilde polifenoloksidaz enzimi aktivitesi ile verbaskozit ve p-HPEA-ea arasında negatif bir ilişki görülmüştür. B-

glukozidaz enzimi açısından birinci hasat yılı örneklerinde p-HPEA-ea ve 3,4-DHPEA-ea bileşikleri arasında görülen pozitif korelasyon ikinci hasat yılında ortaya çıkmamıştır.

Çizelge 48. Zeytinyağı ve hamurunda bulunan enzimler ve fenolik bileşenler arasında belirlenen korelasyon katsayıları

Enzimler	Fenolik Bileşikler	Korelasyon
1. yıl peroksidaz	1. yıl yağ DHPE-EA	-0.650 **
1. yıl lipoksijenaz	1. yıl yağ DHPEA-EA	-0.425 **
1. yıl β -glukozidaz	1. yıl yağ verbascoside	-0.382 *
	1. yıl yağ p-HPEA-EA	0.519 **
	1. yıl yağ DHPEA-EA	0.335 *
1.yıl polifenoloksidaz	-	
2. yıl peroksidaz	2. yıl p-HPEA-EDA	0.628 **
	2. yıl p-HPEA-EA	0.513 **
2. yıl lipoksijenaz	2. yıl hamur verbascoside	-0.349 *
2. yıl β -glukozidaz	-	
2.yıl polifenoloksidaz	2. yıl yağ p-HPEA-EDA	-0.416 *
	2. yıl hamur ligstrosid	0.347 *
	2. yıl yağ verbascoside	-0.579 **
	2. yıl yağ dhpea EA	-0.643 **

*P<0.05, ** P<0.01

Zeytin meyvesinde bulunan enzimlerle zeytinyağı fenolikleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ve daha önce yayımlanmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. β -glukozidaz enziminin zeytinyağı fenolik profilinin belirlenmesinden sorumlu temel enzim olduğu bildirilmiştir (Hbaibeb vd. 2015). Ortega-Garcia vd. (2008), zeytin meyvelerinde PPO'nun kinetik ve moleküler özelliklerini ve meyve olgunlaşması süresince oleuropein konsantrasyonu ile olan ilişkisini incelemiştir. Zeytin meyvesinin oleuropein konsantrasyonunun ve dolayısıyla zeytinyağının β -glukozidaz, PPO ve POD aktivitesine bağlı olduğunu bulmuşlardır. Bu enzimlerin zeytinde bulunan fenolik bileşenleri oksitleyerek yağda daha az seviyelerde bulunmalarına neden olduğu belirtilmektedir. Obied vd. (2008) malaksiyon süresinin uzamasının 3,4-DHPEA-EDA ve 3,4-DHPEA-EA konsantrasyonlarında bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. 3,4-HPEA-EDA'nın oksidatif bozunumu daha yavaş gerçekleşmiş ve bu durum da polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimlerinin o-diphenol ve monofenol bileşiklerinin oksitlenmesinde farklı etkinlik göstermelerine bağlanmıştır.

4. SONUÇ

Ultrason uygulamasıyla peroksidaz ile β -glukozidaz aktivitesi bir miktar düşüş göstermiştir, lipoksijenaz aktivitesinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Ultrason uygulama süresi arttıkça polifenoloksidaz enzimi aktivitesi de artış göstermiştir. Çekirdeksiz örneklerde ve su ilavesi yapılmadığında daha yüksek lipoksijenaz aktivitesi tespit edilmiştir.

Ultrason uygulaması ile zeytinyağında indüksiyon sürelerinde artış görülmüştür. Sadece yoğurma işleminin de indüksiyon süresini artırdığı anlaşılmıştır. Su ilavesi yapılmayan ve ayrıca çekirdeksiz örneklerde daha yüksek indüksiyon sürelerine ulaşılmıştır.

Yağ örneklerinde serbest yağ asitliğinde ultrason uygulama süresi arttırıldığında düşme tespit edilmiştir. Peroksit sayısı açısından ultrasonun olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Hatta çekirdekli su ilaveli zeytin hamurlarından elde edilen yağların peroksit sayısında, 4 dk ultrason uygulamasından itibaren önemli düşüşler gözlemlenmiştir. Ultrason uygulaması toplam fenolik bileşen içeriğini çekirdeksiz su ilavesiz örneklerde azaltırken, diğer tüm örneklerde artırmıştır.

Çekirdekleri ayrılmadan kırılan zeytinlerde ultrason uygulaması yağ verimini artırmıştır. Su ilavesinin ultrason uygulaması yapılmayan denemelerde çekirdekli üretimde verimi önemli derecede artırdığı görülmüştür. 10 dakika ultrason uygulaması (su ilaveli ve çekirdekli üretim) en yüksek yağ verimini sağlamıştır.

Ultrason işleminin bazı bileşikler (peroksit sayısı, zeytin hamurunda yer alan β -glukozidaz, vanilik asit, kafeik asit, ligstrosid dimetiloleuropein ve flavonoidler gibi) açısından yoğurma işleminin su ilaveli ve/veya çekirdeksiz yapılmasına göre farklı etkileri olmuştur;

Zeytin hamurunda ultrason uygulamasıyla hidrokstirozalde, vanilik asitte artış tespit edilmiştir. Tirozol ve dimetiloleuropein içeriği ultrason uygulamasıyla önemli bir değişim göstermemiştir. Kafeik asit miktarında çekirdekli numunelerde ultrason ile birlikte artış görülmüş, çekirdeksizlerde ise azalma ile sonuçlanmıştır. Ultrason uygulandığında verbaskozit içeriği azalmıştır (10 dakika uygulama süresi hariç). Su ilavesiz ve çekirdeksiz örneklerde ultrason ile ligstrosid içeriğinde düzenli bir artış olmuştur. Ultrason uygulaması

zeytin hamurunda oleuropein içeriğini artırmıştır, hatta 10 dakika uygulama süresi uygulanan örneklerde en yüksek miktarlar belirlenmiştir. Rutin içeriğinde 10 dakika ultrason uygulandığında belirgin bir düşüş görülmüştür, halbuki 2, 4, 6 ve 8 dakika uygulama ile bu bileşenin miktarı artmıştır.

Zeytinyağların ultrason uygulaması fenolik alkollerin miktarında artışa neden olmuştur. Fenolik alkol bileşenlerinde 10 dakika ultrason uygulaması bazı durumlarda (hidroksitirozol türevleri için su ilavesi yapılanlarda, tirozol için çekirdekli olanlarda) azalma ile sonuçlanmıştır.

Su ilaveli örneklerde peroksidaz enziminin aktivitesi ve yağlarda serbest asitlik daha yüksek, antioksidan kapasite, fenolik bileşikler, indüksiyon süresi, yağların fenolik alkol içerikleri daha düşük bulunmuştur. Ancak, su ilavesi zeytin hamurunda tirozol ve kafeik asit içeriğini yükseltmiş, luteolin-7-glukozit içeriğini düşürmüştür. Hidroksitirozol, hidroksitirozol türevleri, verbaskozit, quercitrin, ligstrosid ve apigenin bileşikleri su ilavesi ile istatistiki açıdan önemli bir değişime uğramamışlardır. Çekirdeksiz hamur örneklerinde hidroksitirozol ve tirozol, ligstrosid miktarı çekirdekli üretilenlere göre daha yüksektir. Dimetiloleuropein, verbaskozit ve apigenin içeriği çekirdek çıkarma işleminden önemli derecede etkilenmemiştir.

Çekirdeklerin ayrılması ile elde edilen zeytinyağlarında fenolik alkollerin miktarı daha azdır. Zeytinyağında sekoiridoitlerin ultrasona bağlı olarak miktarlarında meydana gelen değişim çekirdekli ve çekirdeksiz üretime göre farklılık arz etmiştir. 3,4-DHPEA-eda çekirdekli elde edilen örneklerde 2, 4, 6 dakika ultrason uygulamasıyla artış göstermiştir. Çekirdeksiz elde edilenlerde bu bileşik açısından ultrason ile önemli bir değişim olmamıştır. P-HPEA-eda ve p-HPEA-eda bileşenleri çekirdeksiz zeytinden elde edilen zeytin yağlarında ultrason ile azalırken, çekirdekli üretilenlerde artmıştır. p-HPEA-eda bileşeni açısından çekirdeksiz elde edilen örneklerde görülen bu azalma su ilavesiz yoğurma için geçerlidir.

Peroksidaz aktivitesi ile yağda bulunan ligstrosid aglikonları (p-HPEA-eda ve p-HPEA-eda) arasında özellikle ikinci hasat yılına ait örneklerde pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. Lipoksijenaz aktivitesi yağda bulunan 3,4-DHPEA-eda ve hamurda bulunan verbaskozit ile negatif bir korelasyon sergilemiştir. Aynı şekilde polifenoloksidaz enzimi aktivitesi ile verbaskozit ve p-HPEA-eda arasında negatif bir ilişki görülmüştür. B-glukozidaz enzimi açısından birinci hasat yılı örneklerinde p-HPEA-eda ve 3,4-DHPEA-eda bileşikleri arasında görülen pozitif korelasyon ikinci hasat yılında ortaya çıkmamıştır.

Ultrason uygulama süresi olarak 10 dakika diğerlerine göre önemli farklılıklarla sonuçlanmıştır. Bu duruma, 10 dakika ultrason uygulandığında en yüksek yağ verimi ve zeytin hamurunda en fazla oleuropein ile en düşük rutin miktarına ulaşılması, verbaskozit içeriğinin değişmemesi (diğer uygulama sürelerinde miktarda azalma görülmesi), zeytinyağında fenolik alkollerin azalması gibi örnekler verilebilir.

Tunus'a ait Chemlali çeşidi zeytinyağı örneklerinde Memecik çeşidine göre fenolik bileşiklerin daha az seviyede olduğu görülmüştür.

Su ilavesinin zeytin hamurunda lipoksijenaz aktivitesini ve yağında peroksit sayısını azaltması, zeytin hamurunda tirozol, kafeik ve vanilik asitler, ligstrosid gibi fenolik bileşenlerin miktarını artırması, yağda lignanların daha fazla geçişini sağlaması gibi olumlu etkileri olsa da peroksidaz ve polifenoloksidaz enzim aktiviteleri artmış, indüksiyon süresi antioksidan aktivite ve fenolikler (hamurda rutin ve kuersitrin, yağda fenolik alkoller) azalmıştır. Çekirdeksiz ekstraksiyon ise polifenoloksidaz aktivitesini düşürmüş ve indüksiyon süresini artırmıştır. Ayrıca zeytin hamurunda tirozol, hidrokstirozol ve ligstrosid ile rutin dışındaki flavonoid içeriğini artırmıştır. Ancak, lipoksijenaz aktivitesi ve peroksit sayısı da artmış, yağda toplam fenolik ve sekoiridoitlerin miktarı azalmıştır. Dolayısıyla, fenolikler açısından zengin içerikli bir zeytinyağı için çekirdekli ekstraksiyon önerilebilir. Su ilavesi her ne kadar yağ verimini artırsa da; yağda fenolikler, asitlik ve stabilite açısından olumsuz etkileri söz konusudur.

5. KAYNAKÇA

Akçar, H.H., Gümüşkesen, A.S. 2012. "Çeşnili Zeytinyağlarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi", *Gıda/The Journal of Food*, 37 (6), 333-340.

Amirante, P., Clodoveo, M.L., Dugo, G., Leone, A., Tamborrino, A. 2006. "Advance technology in virgin olive oil production from traditional and de-stoned pastes: Influence of introduction of a heat exchanger on oil quality", *Food Chemistry*, 98,797-805.

Artajo, L.S., Romero, M.P., Motilva, M.J. 2006. "Transfer of phenolic compounds during olive oil extraction in relation to ripening stage of the fruit", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 518-527.

Aydar, A.Y., Yıldız, H., Ergönül, P. 2013. "Zeytinyağı Üretiminde Ultrason Uygulamaları ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri" 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, 7-9 Kasım 2013 Başkent Öğretmenevi, Ankara.

Begliomini, A.L., Montedoro, G.F., Servili, M., Petruccioli, M., Federici, F. 1995. "Oxidoreductases from tomato fruit: Inhibitory effect of fungal glucose oxidase", *Journal of Food Biochemistry*, 19, 161-173.

Bejaoui, M.A., Beltran, G., Sánchez-Ortiz, A., Sánchez, S., Jimenez, A. 2015. "Continuous high power ultrasound treatment before malaxation, a laboratory scale approach: Effect on virgin olive oil quality criteria and yield", *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118, 332-336.

Bejaoui, M.A., Beltran, G., Aguilera, M.P., Jimenez, A. 2016. "Continuous conditioning of olive paste by high power ultrasounds: Response surface methodology to predict temperature and its effect on oil yield and virgin olive oil characteristics" *LWT - Food Science and Technology*, 69, 175-184.

Bianco, A. D., Piperno, A., Romeo, G., Uccella, N. 1999. "NMR Experiments of Oleuropein Biomimetic Hydrolysis", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3665-3668.

Bianco, A., Servilli, A. M., Melchioni, C. 2007. "Molecular composition and quality/taste of olive oil: monoterpenes and natural phenols", *ARKIVOC* (vii) 146-156.

Boselli, E., Di Lecce, G., Strabbioli, R., Peralisi, G., Frega, N.G. 2009. "Are virgin olive oil obtained below 27°C better than those produced at higher temperatures", *LWT-Food Science and Technology*, 42, 748-757.

Boskou, D. 1986. "Olive oil: chemistry and technology", Champaign, Ill. AOCS Press, 85-127.

Briante, R., Patumi, M., Febbraio, F., Nucci, R. 2004. "Production of highly purified hydroxytyrosol from *Olea europaea* leaf extract biotransformed by hyperthermophilic β -Glycosidase", *Journal of Biotechnology*, 111, 67-77.

Chemat, F., Grondin, I., Shum Cheong Sing, A., Smadja, J. 2004. "Deterioration of Edible Oils During Food Processing by Ultrasound", *Ultrasonics Sonochemistry*, 11, 13-15.

Clodoveo, M.L., Hbaieb, R.H. 2013a. "Beyond the traditional virgin olive oil extraction systems: searching innovative and sustainable plant engineering solutions", *Food Research International*, 54,1926-1933.

Clodoveo, M.L., Durante, V., La Notte, D. 2013b. "Working Towards the Development of Innovative Ultrasound Equipment for the Extraction Of Virgin Olive Oil", *Ultrasonic Sonochemistry*, 20, 1261-1270.

Clodoveo, M. L., Durante, V., La Notte, D., Punzi, R., Gambacorta, G. 2013c. "Ultrasound-assisted extraction of virgin olive oil to improve the process efficiency", *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115,1062-1069.

Faveri, D., Aliakbarian, B., Avogardo, M., Perego, P., Converti, A. 2008. "Improvement of olive oil phenolics content by means of enzyme formulation: effect of different enzyme activities and levels", *Biochemical Engineering Journal*, 41, 149-156.

Jimenez, A., Beltran, G., Uceda, M., Aguilera, M.P. 2006. "Empleo de ultrasonidos de potencia en el proceso de elaboracion delaceite de oliva virgen. Resultados a nivel de planta de laboratorio", *Grasas Aceites*, 2006, 57, 253-259.

Jimenez, A., Beltran, G., Uceda, M. 2007. "High-Pover Ultrasound in Olive Pasta Pretreatment. Effect on Process Yield and Virgin Olive Oil Characteristic", *Ultrasonics Sonochemistry*, 14, 725-731.

Kalua, C.M., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D. 2006. "Changes in volatile and phenolic compounds with malaxation time and temperature during virgin olive oil production", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7641-7651.

Lavelli, V., Bondesan, L. 2005. "Secoiridoids, tocopherols, and antioxidant activity of monovarietal extra virgin olive oils extracted from destoned fruits", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1102- 1107.

Manna, C., Galletti, P., Cucciolla, V., Montedoro, GF., Zappia, V. 1999. "Olive oil hydroxytyrosol protects human erythrocytes against oxidative damages", *Journal of Nutritional Biochemistry*, 10, 159-65.

Martínez J.M., Munoz E., Alba J., Lazón A. 1975. "Report about the use of the "Abencor" yields analysis", *Grasas y Aceites*, 26, 379-385.

McDonald, S, Prenzler, P.D, Autolovich M, Robards, K. 2001. "Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts", *Food Chemistry*, 73, 73-84.

Montedoro, G., Bertuccioli, M., Anichini, F. 1978. "Aroma Analysis of Virgin Oil by Headspace (Volatiles) and Extraction (Polyphenols) Techniques, In *Flavor of Foods and Beverages*", Charalambous G., ed: Academic Press:NewYork. Pp: 247-281

- Montedoro, G. F., Servili, M., Baldioli, M., Miniati, E. 1992. "Simple and hydrolysable phenolic compounds in virgin olive oil, 1. Their extraction, separation, quantitative and semi quantitative evaluation by HPLC", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 1571-1576.
- Montedoro, G., Baldioli, M., Selvaggini, R., Begliomini, A. L., Taticchi, A. 2002. "Relationship between Phenolic Compounds of Olive Fruit and Olive Oil: Importance of The Endogenous Enzymes", *Acta Horticulturae*, 586, 551-556.
- Obied, H.K., Prenzler, P.D., Ryan, D., Servili, M., Taticchi, A., Esposito, S., Robards, K. 2008. "Biosynthesis and biotransformations of phenol-conjugated oleosidic secoiridoids from *Olea europaea* L", *Natural Product Reports*, 25 (6), 1167-79.
- O'Donnell, C.P., Tiwari, B.K., Bourke, P., Cullen, P.J. 2010. Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance, *Trends in Food Science Technology*, 21, 358-367.
- Ortega-García, F., Blanco, S., Peinado, M.A., Peragón, J. 2008. "Polyphenol oxidase and its relationship with oleuropein concentration in fruits and leaves of olive (*Olea europaea*) cv'Picual'trees during fruit ripening", *Tree Physiology*, 28 (1), 45-54.
- Patumi, M., Terenzani, S., Ridolfi, M., Fontanazza, G. 2003. "Effect of Fruit Stoning on Olive Oil Quality", *JAOCS*, 80, 249-255.
- Ranalli, A., Serraiocco, A. 1996. "Quantitative and qualitative effects of a pectolytic enzyme in olive oil production", *Grasas y Aceites*, 47, 227-236.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay", *Free Radical Biology Medicine*, 26, 1231-1237.
- Romero-Segura, C., Sanz, C., Pérez, A. G. 2009. "Purification and characterization of an olive fruit beta-glucosidase Involved in the biosynthesis of virgin olive oil phenolics", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7983-7988.
- Servili, M., Baldioli, M., Begliomini, A., Selvaggini, R., Montedoro, G. F. 2000. "The phenolic and volatile compounds of virgin olive oil: relationship with the endogenous oxidoreductases during the mechanical oil extraction process, In *Flavour and Fragrance Chemistry*", Proceedings of the Phytochemical Society of Europe, Campobasso, Italy, January 13-16 Kluwer Academic: Dordrecht, The Netherlands. Pp: 163-173.
- Servili, M., Montedoro, G. F. 2002. "Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality", *European Journal of Lipid Science Technology*, 104, 602-613.
- Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposito, S., Montedoro, G. F. 2003. "Volatile compounds and phenolic composition of virgin olive oil: optimization of temperature and time of exposure of olive paste to air contact during the mechanical extraction process", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7980-7988.
- Singleton V. L., Rossi J. A. 1965. "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid reagents", *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

**TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje Yürütücüsü:	Doç. Dr. DERYA ARSLAN DANACIOĞLU
Proje No:	114O835
Proje Başlığı:	Zeytinyağı Üretiminde Ultrason Teknolojisi Parametrelerinin Hidrofilik Fenoliklerin Enzimatik Parçalanması (Biotransformasyonu) ve Yağa Geçişi Üzerindeki Etkileri
Proje Türü:	Uluslararası
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	KONYA NECMETTİN ERBAKAN Ü. MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK F. GIDA MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/02/2015 - 15/02/2017
Onaylanan Bütçe:	123170.0
Harcanan Bütçe:	80377.51
Öz:	<p>Bu projede; zeytin meyvesinde doğal olarak bulunan enzimlerin zeytin yağının ticari, besinsel ve duyuşsal özellikleri üzerinde çok büyük etkiye sahip olan fenolik glikozitleri parçalayarak sekoiridoit aglikonları açığa çıkarması, bu aglikonların zeytin yağına geçişi, zeytin yağı ekstraksiyonunda yağ verimini ve işleme kolaylığını artırmaya, oksidatif stabiliteyi geliştirmeye yönelik uygulanan bazı işlemlerin ve parametrelerin (çekirdeklerin ayrılması ve su ilavesi, ultrason uygulaması ve sürelerinin optimizasyonu gibi) bu enzimatik biotransformasyon üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Başka bir deyişle zeytinyağında bulunan başlıca fenoliklerin meyveden yağa kadar geçen aşamalarda uğradığı biyotransformasyon polifenoloksidaz, peroksidaz, β-glukozidaz ve lipoksijenaz enzimlerinin aktivitesi belirlenerek ortaya konmuş ve bu reaksiyonların zeytinyağı ekstraksiyonunda kullanılan bazı parametrelerle olan ilişkisi belirlenmiştir. Bu amaçla ultrason uygulaması 0, 2, 4, 6, 8, ve 10 dakika gibi farklı sürelerde uygulanmış, çekirdekli/çekirdeksiz kırma, su ilavesi gibi diğer bağımsız değişkenler ile deneme deseni oluşturulmuştur. Bu desende elde edilen ürün veya ara ürünlerde toplam fenolik konsantrasyonu, yağ ekstraksiyon verimi, antioksidan aktivite ve hidrofilik fenolik bileşenler özellikle sekoiridoit grupları analiz edilmiştir. Ultrason uygulamasının zeytin hamuru ve zeytinyağında bazı fenolik bileşiklerin miktarını artırması, yağ verimini ve indüksiyon süresini artırması ve serbest asitlikte ve peroksidaz enzimi aktivitesinde bir miktar düşüşe neden olması gibi olumlu etkileri gözlenmiştir. Uygulamanın fenolik bileşikler üzerinde bileşene göre farklı etkileri olduğu (örneğin zeytinyağında çekirdekli üretimde 3,4-DHPEA-eda'nın ve zeytin hamurunda oleuropeinin artması) ortaya konmuştur.</p> <p>Araştırma sonucu elde edilen sonuçlar natürel sızma zeytinyağının fenolik bileşiminin korunması ve artırılması amacıyla mevcut proseslerin modifikasyonu veya yeni proseslerin geliştirilmesine yardımcı olabilecektir.</p>
Anahtar Kelimeler:	zeytin yağı, ekstraksiyon, fenolik bileşenler, ultrason uygulaması, enzimler
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır