

Zeytinyağı Üretiminde Verim Artırıcı Maddelerin Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Mustafa Remzi OTAĞ^{1*}, Aytaç Saygın GÜMÜŞKESEN²

Öz

Bu çalışmada; zeytinyağı üretiminde verim arttırıcı maddelerin kullanımının yağ verimi ve yağın kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Verim artırıcı maddeler olarak naturel mikronize talk, enzim ve naturel mikronize talk-enzim kombinasyonu kullanılmıştır. Naturel mikronize talk, % 1, % 1.5, ve % 2, enzim 0.02 ml enzim/ 100 g zeytin hamuru ve naturel mikronize talk-enzim kombinasyonu; en uygun naturel mikronize talk oranı olarak saptanan %1'e % 0.01, %0.015 ve % 0.02 oranlarında enzim ilave edilerek uygulanmıştır. Denemeler Abencor sisteminde, Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinde gerçekleştirilmiştir. Verim arttırıcı maddelerin her iki zeytin çeşidinde de yağ verimi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Zeytin çeşitlerinin; olgunlaşma indeksi, yağ ve su içerikleri, zeytinyağı örneklerinin ise; serbest asitlik değerleri, 232 ve 270 nm'deki U.V. absorbans değerleri ve toplam polifenol içerikleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar ; %1 naturel mikronize talk kullanımının verim artışı açısından enzim kullanımdan daha etkili olduğunu ve yağın kalite kriterlerinde olumsuz bir değişiklik oluşturmadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Sözcükler: verim artıcı madde, zeytinyağı ekstraksiyonu, polifenol, enzim, naturel mikronize talk

Effects of the Use of Processing Aids on Some Quality Characteristics in Olive Oil Production

Abstract

In this study, the use of processing aids for olive oil extraction was investigated from the olive oil quality and oil yield point of view. Enzyme preparation and natural talc were used as processing aids in a laboratory-scale Abencor system. Olive paste was treated with 1%, 1.5% and 2% natural talc during malaxation process. The enzyme dosages applied were 0.02 ml enzyme / 100 g olive paste. Physical and chemical analyses were performed in olive and olive oil samples produced by using processing aids. Maturation index, oil and water content were determined in the olive samples of two different varieties which is called Ayvalık and Memecik, whereas UV absorbance, total polyphenol content and free fatty acid content were measured in olive oil samples. The results showed that the oil yield is increased when 1% of naturel talc is used as technological aid primarily because of the reduced oil content and humidity of the pomace. Moreover; vegetable water also contains less oil. Olive paste treated with technological aids has a quicker oil release and higher oil yield. It can be stated that using technological aids in the malaxation process results in olive oil containing a significantly higher oxidative stability was observed.

Key Words: processing aids, olive oil extraction, polyphenol, enzymes, natural micronised talc

¹ Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye, mustafa.otag@giresun.edu.tr

² Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, agumuskesen@gmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0001-5450-1546>

²<https://orcid.org/0000-0002-4197-021X>

1. Giriş

Zeytin, Doğu Akdeniz bölgesi kökenli dünyanın en önemli ticari meyve bitkilerinden biridir (Khaleghi ve ark., 2015). Zeytinyağı, zeytin ağacının (*Olea europea L.*) olgun meyvelerinden üç veya iki aşamalı santrifüjleme, kombine perkolasyon-santrifüjleme ve presleme gibi mekanik ve fiziksel işlemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı, berrak, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen önemli bir bitkisel yağ kaynağıdır. Bununla birlikte yüksek antioksidatif özellikleri ve tekli doymamış yağ asitleri içeriği nedeniyle insan sağlığında önemli rol oynamaktadır (Altieri ve ark., 2015).

Zeytinyağı sektörü, ekstraksiyon işleminin performansını arttırmak ve son ürünün kalite özelliklerini geliştirmek gibi iki önemli amaç doğrultusunda mekanik ekstraksiyon sürecini iyileştirmeye odaklanmaktadır. Performansın artırılması esas olarak zeytin değirmenlerinin çalışma verimliliğinin ve yağ çıkarılabilirliğinin artırılmasıyla ilgiliyken, kalitenin artırılması sağlık ve duyuşsal özelliklerle bağlantılı olan ve potansiyel olarak yağ çıkarma işlemi ve tekno-mantıksal süreçlerin yönetiminden etkilenen ana zeytinyağı kalite özelliklerinin korunmasını ve iyileştirilmesini içermektedir. Sürecin en önemli aşaması olan kırma ve malaksasyon adımları sırasında zaman, sıcaklık, oksijen ve yardımcı maddeler gibi teknolojik parametrelerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi, yüksek kalite standardına sahip sızma zeytinyağı elde etmek için işleme yöntemlerinin iyileştirilmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Angerosa ve ark., 2001; Caponio ve ark., 2016; Kalua ve ark., 2006; Squeo ve ark., 2020; Veneziani ve ark., 2018)

Verim artırıcılar, zeytin hamurunun yağ çıkarma özelliğini geliştirmek amacıyla 30 yılı aşkın bir süredir geleneksel olarak zeytinyağı üretiminde kullanılmaktadır. Yağ çıkarma işleminde işleme yardımcılarının kullanılmaya başlanması, prina içinde yüksek yağ kayıplarına yol açan bazı zeytin çeşitlerinin hamurundan yağ çıkarmanın zorluğundan kaynaklanmıştır. İşleme zorluğunun derecesi kısmen zeytin meyvesi içindeki katı ve sıvı bileşenler arasındaki yakınlık ile açıklanabilir. Meyvenin kabuğu karakteristik bir lipofilik yapıya sahiptir ve bu nedenle yüzeyine bitkisel sudan ziyade yağ adsorbe etme eğilimindedir. Bunun yerine zeytin çekirdeği, bitkisel suyu parçacıklarına tutmasını sağlayan hidrofilik bir afiniteye sahiptir. Hamurun (mezokarp) genellikle hidrofilik bir afiniteye sahip olmasına rağmen, bu afinitenin aynı zamanda lipofilik nitelikte olması da mümkündür. Posanın lipofilik yapısı yağın serbestçe salınmasına izin vermez ve zeytin ezmelerinin işleme zorluk derecesini artırır (Espínola ve ark., 2009). Çeşit ve meyve olgunluğu genellikle bu hamur davranışı değişikliği ile bağlantılıdır. Yağ taşıyan hücrelerin içindeki yağ kısmen serbest olduğu vakuolde (~%76) ve kısmen de kolloidlere bağlı küçük damlacıklar şeklinde dağıldığı sitoplazmada (~%24) bulunur (Ranalli ve De Mattia, 1997). Bu "bağlı" yağı serbest bırakmanın zorluğu, esas olarak dağılmış veya emülsifiye edilmiş yağ damlacıklarının, onları bu durumda tutan bir lipoprotein

membranı (fosfolipidler ve proteinler) ile çevrili olmasından kaynaklanmaktadır (Boskou, 2006). Hamur hazırlama tekniği uygun şekilde uygulanırsa, büyük damlacıklardaki yağ hamurdan kolayca çıkarılabilir. Kolloidlere bağlı daha küçük damlacıkların mevcut santrifüj teknolojisi ile çıkarılması çok daha zordur. Bu küçük damlacıkların çıkarılabilirliğini artırmak için çeşitli yardımcı maddeler denenmiştir. Bu yardımcı maddeler arasında talk tozu, enzimler ve ılık su (malaksöre eklenen veya dekantöre enjekte edilen) geçmiş yıllarda İspanya, İtalya ve diğer Akdeniz ülkelerinde en yaygın kullanılan ve üzerinde çalışılan konular arasında olmuştur (Ranalli ve ark., 2003; Muller ve ark., 2012; Tamborrino ve ark., 2017).

Zeytinyağı endüstrisinin sürekli evriminde, teknolojik yardımcı maddelerin eklenmesi daha fazla gelişmeyi beraberinde getirmiş ve çeşitli çalışmaların konusu olmuştur. Bazı çalışmalar naturel mikronize talk kullanımına odaklanmıştır. Zeytinyağı üretiminde bu zor hamurların yönetimini sıcaklığı arttırmadan iyileştirmek ve sızma zeytinyağı tanımına uymak için, yaygın olarak kabul edilen alternatiflerden biri, malaksasyon aşaması sırasında bu hamurlara teknolojik bir yardımcı eklenmesidir. Bu yardımcı maddeler arasında en çok kullanılan, Uluslararası Zeytin Konseyi tarafından önerilen ve Avrupa Birliği tarafından kabul edilen Naturel Mikronize Talklar (NMT)'dir (Sánchez ve ark. 2022). Doğal mikrotalkların (hidratlı magnezyum silikat) kullanımına, zeytinyağının fiziksel ve organoleptik özelliklerinde herhangi bir değişiklik olmaması koşuluyla, 1986 yılından beri Avrupa yönetmeliği tarafından sadece gıda amaçlı olarak izin verilmektedir. Mevcut Avrupa Birliği Yönetmeliği, NMT'de ağırlıkça maksimum %6 kalsiyum karbonat konsantrasyonuna izin vermektedir (Sadkaoui ve ark., 2017).

Bu çalışmada laboratuvar ölçekli Abencor sistemde, Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinden zeytinyağı üretiminde, verim arttırıcı madde olarak natürel mikronize talk NMT (%1, %1,5 ve %2), enzim preparatı (0.02 ml enzim/ 100 g) ve % 1 naturel mikronize talk (NMT) ile % 0.01, %0.015 ve % 0.02 oranında enzim preparatı birlikte kullanımının yağ verimi ve yağın kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışma için Ayvalık ve Memecik çeşitlerine ait yeknesak özelliklere sahip zeytin ağaçları (*Olea europaea L.*) seçilmiştir. Standart yetiştirme teknikleri kullanılarak İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsünün Kemalpaşa yöresindeki deneysel meyve bahçesinde yetiştirilen zeytin ağaçlarından elde edilen zeytinler kullanılmıştır. Bu çalışma 2000-2001 hasat yılında yapılmıştır.

Verim arttırıcı madde olarak natürel mikronize talk (NMT) (Talcoliva, Boñar León, Spain) ve enzim preparatı (E.P) (Novozymes, Bagsvaerd, Denmark) kullanılmıştır.

2.2. Method

2.2.1. Zeytinyağı Ekstraksiyonu

Verim arttırıcı maddelerin yağ verimi ve yağ kalitesi üzerindeki etkilerinin incelenmesinde laboratuvar ölçekli Abencor Sistemi kullanılmıştır. Bu sitemde çekiçli değirmenden geçirilerek kırılıp ezme haline getirilen zeytin hamuru (600g) 20 dk süreyle paletli karıştırıcıda yoğrulmaktadır. Bu sürenin sonunda 90°C sıcaklıktaki sudan 150 ml ilave edilerek yoğurma işlemine 5 dk süreyle devam edilmektedir. Tekrar 90°C sıcaklıktaki sudan 150 ml ilave edilerek 5 dk süreyle hamur yoğrularak 1 dk santrifüjlenmektedir. Bu işlemin sonunda katı fazdan ayrılan sıvı faz santrifüjden alınarak kalan katı faz 100 ml su ilave edilerek bir kez daha 1 dk santrifüjlenerek alınan ikinci sıvı faz birinci sıvı faz ile birleştirilip ölçü silindirine aktarılmakta, dekantasyon yöntemi ile karasuyun yağdan ayrılması sağlanmaktadır. Dekantasyon işlemi 90 dk sürmektedir. Yoğurma işleminin bitiminde hamur sıcaklığı 40-45°C arasında değişmektedir.

Verim arttırıcı maddelerin kullanıldığı denemelerde deneme planına göre belirlenen miktarlardaki verim arttırıcı maddeler hamura ilave edildikten sonra 20 dk süreyle yoğurma işlemine başlanmıştır. Denemelerde natürel mikronize talk %1.0, %1.5 ve %2.0, enzim preparatı, 0.02 ml enzim/ 100g, NMT ve enzim preparatı kombinasyonunda ise %1 oranındaki natürel mikronize talk ise sırasıyla % 0.01, %0,015 ve %0,02 oranlarındaki enzim preparatı ile beraber kullanılmıştır.

Denemeler iki paralel olarak gerçekleştirilerek yağ verimi ile ilgili ortalama değerler hesaplanmıştır. Elde edilen yağ örnekleri ise birleştirilerek fiziksel ve kimyasal analizler yapılmaya kadar kahverengi örnek şişelerinde, +4°C sıcaklıkta saklanmıştır.

2.2.2. Zeytinlerin olgunlaşma indekslerinin belirlenmesi

Olgunlaşma indeksi Boskou (1996) öngördüğü yöntemle göre belirlenmiştir. Bu yöntemde meyve kabuk rengi ile meyve eti renginin esas alındığı olgunluk indeksi saptanmaktadır. Zeytin örneklerinden rastgele 100 adet zeytin alınarak iç etlerini ortaya çıkarmak için ikiye bölünmüş kabuk ve meyve eti rengine göre 0-7 arasında 8 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler şöyledir:

- 0 : Kabuk rengi koyu yeşil olan zeytinler
- 1 : Kabuk rengi sarı veya sarımsı-yeşil olan zeytinler
- 2 : Kabuk rengi kırmızımsı lekeli sarımsı olan zeytinler
- 3 : Kabuk rengi kırmızımsı veya açık menekşe olan zeytinler
- 4 : Kabuk rengi siyah ve meyve eti hala tamamıyla yeşil olan zeytin
- 5 : Kabuk rengi siyah ve meyve eti kalınlığının yarısına kadar menekşe rengi olan zeytinler
- 6 : Kabuk rengi siyah ve meyve etinin çekirdeğe kadar olan kısmı menekşe rengi olan zeytinler

7 : Kabuk rengi siyah ve meyve eti tamamıyla koyu renk olan zeytinler

Her kategorideki toplam zeytin sayısı sayılmış ve kaydedilmiştir. Daha sonra olgunluk indeksini belirlemek için aşağıdaki denklem 1 uygulanmıştır:

$$\text{Olgunluk indeksi} = [(0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + \dots (7 \times n_7)] / 100 \quad (1)$$

Burada : $n_0, n_1, n_2, \dots, n_7$ yukarıda belirtilen 8 kategorinin her birine ait zeytin miktarını ifade etmektedir.

2.2.3. Zeytinlerde yağ miktarı tayini

Zeytinlerdeki yağ miktarı, IUPAC (Standart Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives)'da verilen yöntemle göre belirlenmiştir (IUPAC,1992).

2.2.4. Zeytinlerde su miktarı tayini

Zeytinlerdeki su miktarı, IUPAC (Standart Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives)'da verilen yöntemle göre belirlenmiştir (IUPAC,1992).

2.2.5. Zeytinyağında serbest asitlik değerinin tayini

Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi, Avrupa Ekonomik Komisyonu (EEC)/2568/91 ve EEC/1429/92 sayılı yönetmeliklerde açıklanan analitik yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir. % oleik asit olarak verilen serbest yağ asidi, etanol/eter (1:1, v/v) içinde çözülmüş yağ çözeltisinin etanolik potasyum hidroksit ile titrasyonu yoluyla belirlenmiştir.

2.2.6. Zeytinyağında UV absorbans (232 ve 270 nm) değerinin tayini

UV absorbans değeri, Avrupa Ekonomik Komisyonu (EEC)/2568/91 sayılı yönetmeliğinde açıklanan analitik yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. K232 ve K270 sönme katsayıları, bir spektrofotometre (Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA) ile sırasıyla 232 ve 270 nm'deki absorpsiyondan hesaplanmış ve kör olarak saf sikloheksan kullanılmıştır.

2.2.7. Zeytinyağında Toplam fenolik madde miktarı tayini

Yağların toplam polifenol içerikleri, genellikle kafeik asit cinsinden aktif oksijen varlığında indüksiyon hızının belirlenmesi esasına dayanan analiz yöntemleriyle belirlenmektedir. Zeytinyağının toplam polifenol miktarını belirlemek amacıyla Vazquez ve ark. (1971) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde 0.025 g kafeik asit 250 ml balon jodede su ile

çözdürülmektedir. Çözdürme işlemini kolaylaştırmak amacıyla balon jöjeye 1-2 ml metanol ilave edilmektedir. Bu çözülden 50 ml'lik balonlara 0 ml'den 4 ml'ye kadar 0.2 birim arttırarak farklı konsantrasyonlarda çözeltiler elde edilmektedir. Daha sonra 25 ml saf su ve 2.5 ml Folin-cicalteau reaktifi ilave edilerek 3 dk beklenmekte ve 5 ml % 20'lik sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmektedir. Daha sonra balon saf su ile tamamlanarak 1 saat beklenir. Bu işlemlerin ardından spektrofotometrede 725 nm ye karşılık gelen absorbans değerleri ölçülür. Konsantrasyona karşılık absorbans grafiği çizilir bu grafik lineer bir grafikdir ve denklem 2'de verilmiştir.

$$y = a_2 + (b_2 \times X) \quad (2)$$

y : mg olarak kafeik asit

X : L725 nm

Polifenol eğrisi oluşturulduktan sonra zeytinyağındaki toplam polifenol miktarı şu şekilde belirlenir.

10-20 g filtre edilmiş yağ tartılır ve 50 ml hekzan ilave edilerek çözüldürülür. Karışım ayırma hunisine alınır. Üzerine 20 ml metanol/su (% 60 metanol + % 40 su) karışımı ilave edilir ve ayırma hunisi 2 dk boyunca çalkalanır. Sürenin sonunda dekantasyona bırakılır. Alt faz 100 ml'lik balona alınır. Yıkama işlemi 3 kez tekrarlanır. Bu arada emülsiyon oluşumu söz konusu ise bu kısım alınır. Önemli olan balon jöje içinde yağ olmamasıdır. Balon destile su ile tamamlanır. Bu çözelti toplam polifenollerini saptamak için kullanılan ana çözüldürüdür.

50 ml'lik balona 25 ml destile su üzerine yukarıda hazırlanan çözüldürülden 5 ml ilave edilir daha sonra 2.5 ml Folin-cicalteau reaktifi ilave edilir ve 3 dk beklenir. Üzerine 5 ml % 20'lik sodyum karbonat ilave edilir. Balon saf su ile tamamlanır ve 1 saat beklenir. Daha sonra spektrofotometrede 725 nm'de absorbans değeri okunur. Okunan değeri daha önce hazırlanmış polifenol eğrisindeki eğri ile karşılaştırılarak kafeik asit konsantrasyonu belirlenir.

2.2.8. İstatiksel analiz

Sunulan tüm değerler, standart sapmalarla birlikte iki ayrı tespitinin ortalamalarıdır. İstatistiksel analizler SPSS Version II yazılımı kullanılarak Student'st-testi ile varyans analizi (ANOVA [Duncan's multiple range test]) ile gerçekleştirilmiştir. Değerler arasındaki anlamlı farklılıklar $P \leq 0.05$ düzeyindedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Denemelerde kullanılan Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinin yağ, su içerikleri ile olgunlaşma indeksleri, Ayvalık çeşidi için sırasıyla % 24.70, %58.65 ve 4.96 olarak bulunmuşken Memecik çeşidi için bu parametreler sırasıyla % 23.10, %56.23 ve 5.81 olarak kaydedilmiştir. Verilerden görüleceği gibi Ayvalık çeşidinin yağ içeriği Memecik çeşidine kıyasla bir miktar daha fazladır. Buna karşılık Memecik çeşidinin olgunlaşma indeksi Ayvalık çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur.

3.1. Verim artırıcı maddelerin yağ verimi üzerine etkisi

Farklı Verim artırıcı madde olarak natürel mikronize talk, enzim preparatı ve natürel mikronize talk ve enzim preparatlarının beraber kullanımının yağ miktarı ve yağ verimi üzerindeki etkileri Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitleri için Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ayvalık ve Memecik çeşitlerine ait zeytinlere verim artırıcı maddelerin ilavesiyle elde edilen zeytinyağı miktarları ve verimleri

| | AYVALIK | | MEMECİK | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Yağ miktarı (ml) | Yağ Verimi (%) | Yağ miktarı (ml) | Yağ Verimi (%) |
| KONTROL | 96.25±1,03c | 58.68±0,67c | 128.75±1,31b | 83.60±0,74cd |
| % 1 NMT | 121.25±1,17a | 73.93±0,85a | 145.00±1,13a | 94.15±0,77a |
| % 1,5 NMT | 88.75±0,94e | 54.11±0,66e | 131.25±1,06b | 85.23±0,62c |
| % 2 NMT | 83.75±0,86f | 51.06±0,72f | 110.00±1,22d | 71.43±0,87e |
| % 0,02 E.P | 93.25±0,79d | 56.86±0,59d | 140.00±1,15ab | 90.90±0,73b |
| % 1 NMT + % 0,02 E.P | 63.75±0,84h | 38.87±0,63h | 106.25±0,98e | 68.99±0,91f |
| % 1 NMT + % 0,015 E.P | 70.00±0,92g | 42.68±0,27g | 107.50±0,93e | 69.80±0,57f |
| % 1 NMT + % 0,01 E.P | 105.00±1,01b | 64.02±0,55b | 120.00±1,04c | 77.92±0,64d |

*Değerler iki tekrarın ortalamaları ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütundaki farklı harflere sahip ortalamalar $P \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı farklılık gösterir.

Tablo 1’den görüleceği üzere Ayvalık zeytin çeşidinde NMT’ın kullanılmadığı kontrol örneklerine ait yağ verimi %58.68 olarak hesaplanmıştır. NMT’ın %1 oranında kullanılmasıyla yağ veriminin %73.93’e yükseldiği saptanmıştır. NMT konsantrasyonunun %1.5 ve %2.0 değerlerine yükseltilmesi ise yağ veriminde düşmelere neden olmakta buna bağlı olarak alınamayan yağ miktarı yükselmektedir. Aynı şekilde Memecik zeytin çeşidinde NMT’ın kullanılmadığı denemelere ait yağ verimi %83.60 olarak hesaplanmıştır. NMT’ın %1 oranında kullanılmasıyla yağ veriminin

%94.15'e yükseldiği bulunmuştur. NMT konsantrasyonunun %1.5 ve %2 değerlerine yükseltilmesiyle yağ verimi düşmekte, alınamayan yağ miktarında artış meydana gelmektedir. Elde edilen sonuçlar, her iki zeytin çeşidi için optimum NMT miktarının %1 olduğunu göstermektedir. Zeytin hamuruna yoğurma aşamasında ilave edilen NMT yapısı gereği, sistemde bulunan karasuyu absorbe ederek yağ moleküllerinin birleşip makromoleküller hale gelmesine yardımcı olmakta ve sistemdeki emülsiyon oluşumunu engellemektedir. Bunun sonucu olarak yağ verimi artmaktadır. Bununla birlikte elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi natürel NMT miktarının %1.5 ve %2.0 değerlerine yükseltilmesi elde edilen yağ miktarını düşürmektedir. Bu durum, optimum konsantrasyon değerlerinin üzerinde ilave edilen NMT'nin sistemde mevcut olan yağı da absorblayarak katı fazla sistemden uzaklaştırmasıyla açıklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca her ne kadar %1 NMT ilavesi her iki zeytin çeşidi için verimi artırmışsa da Memecik zeytin çeşidinde daha etkili olduğunu Çizelge 1'den görülmüştür. Bunun natürel mikronize talkın özellikle zor hamur olarak tanımlanan zeytin hamurundan yağın alınmasında daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Denemelerde verim arttırıcı madde olarak selülozik ve pektolitik özellikteki enzim preparatı kullanımının yağ verimi üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, %0.02 oranında enzim kullanımının Memecik zeytin çeşidinde verim arttırıcı etki gösterdiği, buna karşılık Ayvalık çeşidinde aynı etkiyi göstermediği görülmektedir. Memecik zeytin çeşidinde enzim kullanımı ile yağ verimi ise %83.60'dan %90.90'a yükselmişken Ayvalık çeşidinde %58.68'den %56,86 değerlerine düşmüştür.

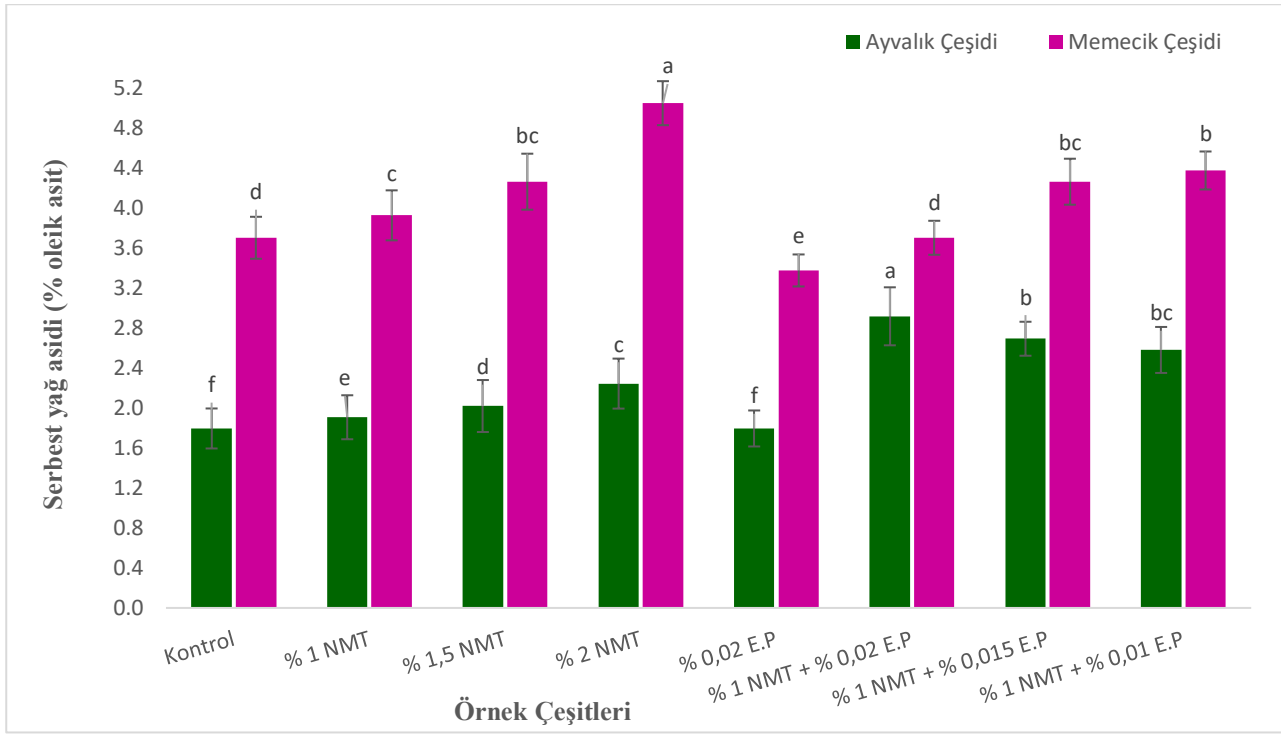
Elde edilen sonuçlar ışığında, natürel mikronize talk ile enzim preparatının birlikte kullanımının sinerjistik bir etki oluşturmadığı, aksine her iki zeytin çeşidinde de yağ verimini düşürdüğü söylenebilir. Bu konuda yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde söz konusu sinerjistik etkinin kesinlik kazanmadığı ve çalışmaların mümkün olduğunca fazla veri elde edilecek şekilde yoğunlaştırılmasının önerildiği görülmektedir.

3.2 Verim arttırıcı maddelerin yağ kalitesi üzerine etkileri

Verim arttırıcı maddelerin kullanımının yağın kalite kriterlerinden serbest yağ asidi miktarı, 232 ve 270 nm U.V. absorbans değeri ve toplam polifenol miktarı üzerindeki etkileri de incelenmiştir.

3.2.1. Serbest yağ asidi miktarı üzerine etkisi

Zeytinyağları serbest yağ asidi içeriklerine göre sınıflandırıldıkları için, serbest asitlik önemli bir kalite kriteridir. Bu nedenle verim arttırıcı maddelerin yağın asitliği üzerindeki etkisi de incelenerek her iki zeytin çeşidine ait sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Ayvalık ve Memecik zeytinlerinden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asidi içerikleri

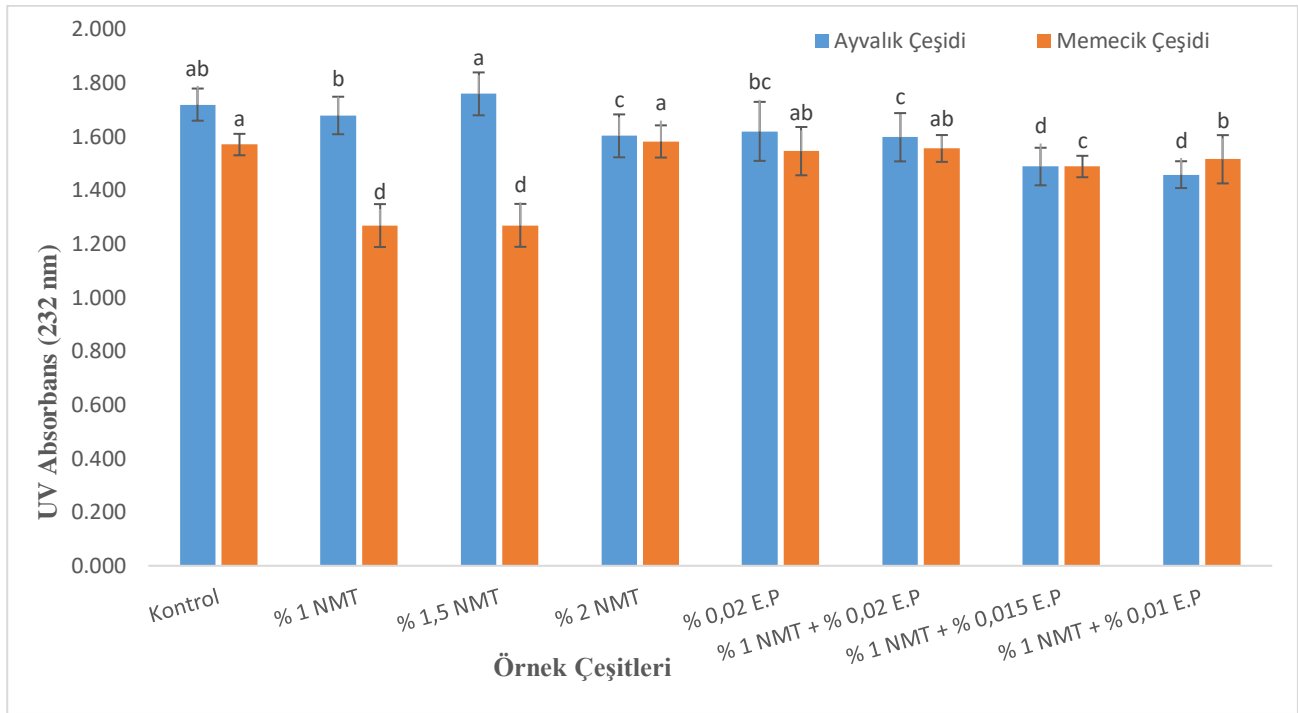
Şekil 1’de görüleceği üzere verim artırıcı maddelerin zeytin hamuruna ilavesiyle elde edilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asidi değerleri incelendiğinde, her iki zeytinyağı çeşidinde de natürel mikronize talk oranının artması ile yağların serbest yağ asitliğinin yükseldiği, %0.02 oranında enzim kullanımının ise serbest yağ asidi miktarında herhangi bir değişime neden olmadığı görülmektedir. Natürel mikronize talkın değişik oranlardaki enzimle beraber kullanılması da Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların asitliğinde bir miktar artışa neden olduğu görülmektedir. Ranali ve ark.(2003) üç farklı zeytin çeşidine uyguladıkları enzim preparatı ilavesiyle zeytin yağların serbest yağ içeriğinin bir tanesinde 0,4 mg oleik asit/kg dan 0,3 mg oleik asit/kg düştüğünü diğer iki zeytinyağı örneğinde ise kontrol örneklerine göre bir değişim gözlenmediğini belirlemişlerdir. Araştırmacıların sonuçları yapılan bu çalışma ile elde edilen bulgularla benzer sonuçlar göstermiştir.

Yağ veriminde oluşturduğu artış açısından en uygun miktar olarak belirlenen %1 oranındaki natürel mikronize talkın, Ayvalık zeytin çeşidinde yağın asitliğinin % 1.8’den %1.9’a, Memecik zeytin çeşidinde ise %3.7’den %3.9’a yükseltmesi göz önünde bulundurulduğunda natürel mikronize talk kullanımının yağların serbest asitliğini önemli ölçüde etkilemediği söylenebilir. Bununla birlikte enzim preparatı ilave edilmiş yağların serbest asitliği her iki zeytin çeşidi için en düşük değer olarak bulunması da önemli bir durum olarak değerlendirilmiştir.

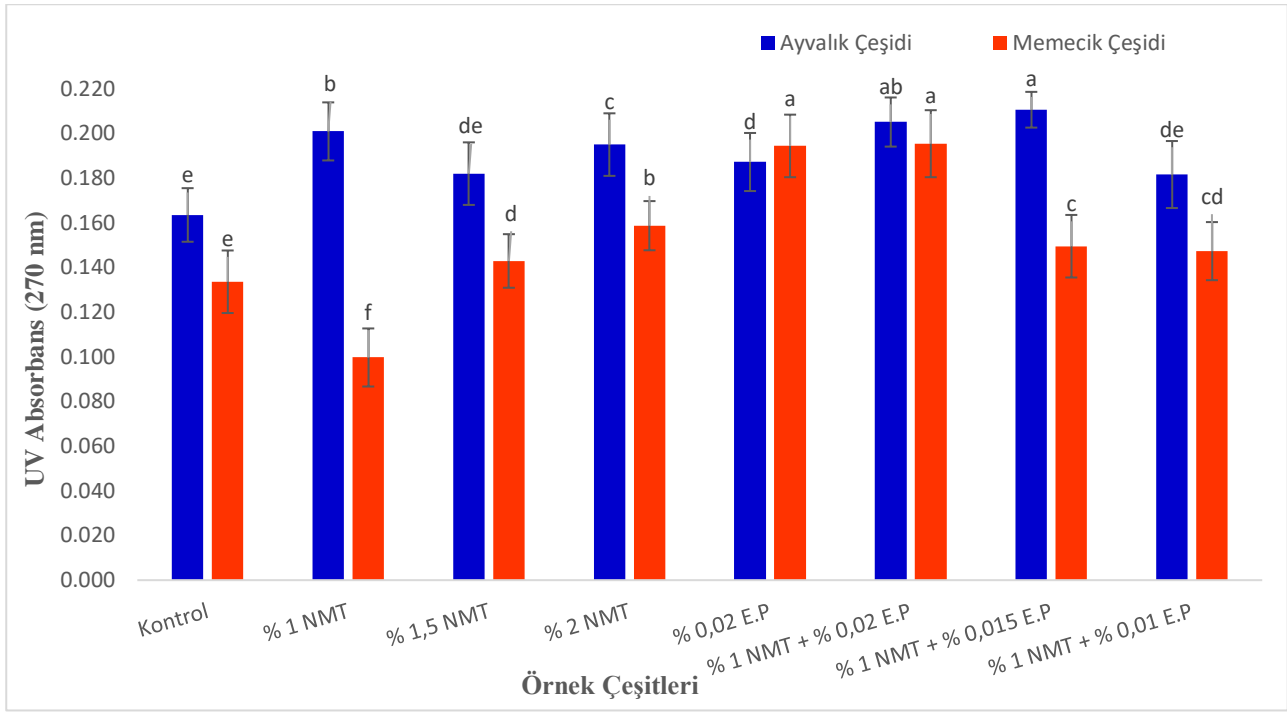
3.2.2. UV absorbans değerleri üzerine etkisi

Yaęlarda 232nm’de ölçülen absorbans değeri dien konjuge yapı oluşumu, 270nm dalga boyunda ölçülen absorbans değeri ise trien konjuge yapı oluşumu hakkında fikir veren önemli bir kalite kriteridir (Sanaeifar ve ark, 2018). Bu değerlerin yükselmesinin yağlardaki peroksit sayısı ve otooksidasyon derecesiyle ilişkili olduğu bilinmektedir. Uluslararası standartlar sızma zeytinyağının 232 ve 270 nm’deki maksimum UV Absorbans değerlerini sırasıyla 2.60 ve 0.25 olması gerektiğini belirtmektedir (Reda ve ark., 2023).

Önemli bir kalite kriteri olması nedeniyle Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların 232 ve 270 nm dalga boyundaki U.V absorbans değerleri üzerine verim arttırıcı maddelerin kullanımının etkileri incelenerek sonuçlar Şekil 2a ve Şekil 2b’te verilmiştir.



Şekil 2a. Ayvalık ve Memecik çeşitlerinde verim arttırıcı madde kullanımının zeytinyağlarının 232 nm dalga boyundaki UV absorbans değerine etkisi



Şekil 2b. Ayvalık ve Memecik çeşitlerinde verim artırıcı madde kullanımının zeytinyağlarının 270 nm dalga boyundaki UV absorbans değerine etkisi

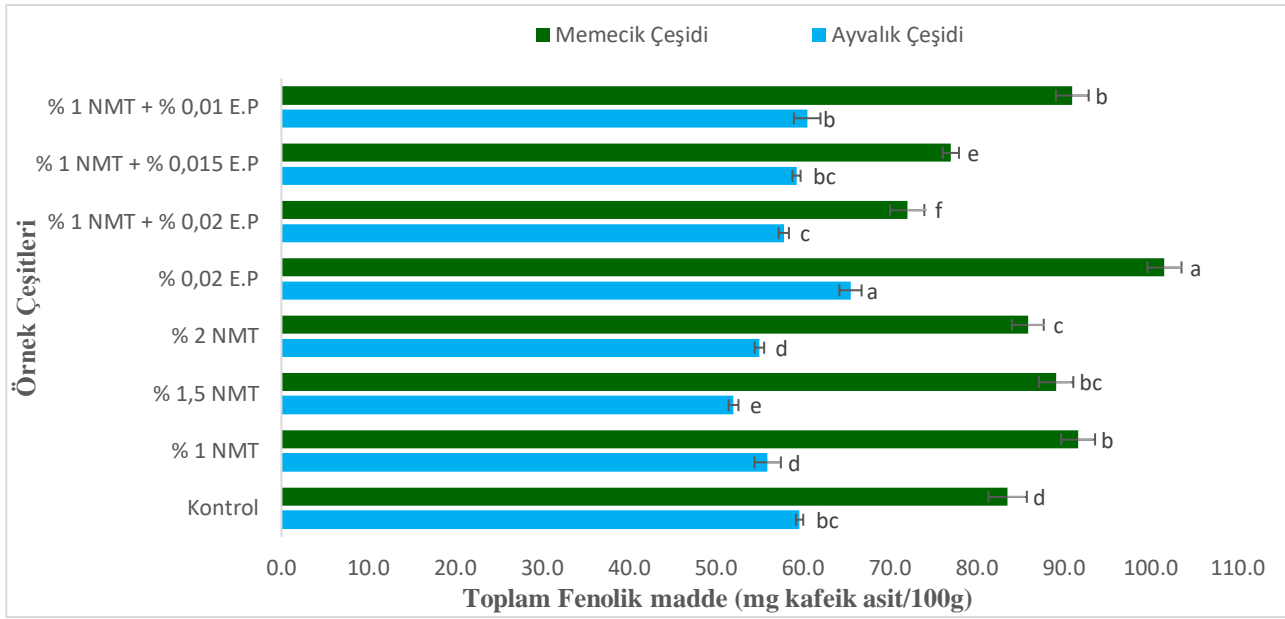
Şekil 2a ve Şekil 2b’de verilen Ayvalık zeytin çeşidinden elde edilen yağların 232nm ve 270nm dalga boylarındaki UV absorbans değerleri incelendiğinde bu değerlerin sırasıyla 1.458-1.759 ve 0.164-0.211 arasında değiştiği görülmektedir. Aynı şekilde Memecik zeytin çeşidinden elde edilen yağların 232nm ve 270nm dalga boylarındaki UV absorbans değerleri incelendiğinde bu değerlerin sırasıyla 1.269-1.582 ve 0.099-0.194 arasında değiştiği görülmektedir. 232 nm dalga boyunda Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının en düşük UV absorbans değeri %1 NMT ve % 0.01 enzim preraratının (E.P) birlikte uygulandığı örneklerde bulunurken en yüksek değer ise % 1,5 oranında NMT ilave edilmiş örneklerde saptanmıştır. Aynı dalga boyunda Memecik çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının en düşük UV absorbans değeri ise % 1 oranında NMT kullanılan örneklerde en yüksek UV absorbans değeri ise kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Benzer durumun 270 nm dalga boyunda UV absorbans değerlerinde olduğu görülmektedir. Khaleghi ve ark. (2023) işleme yardımcıları ve tekniklerinin zeytinyağı ekstrakte edilebilirliği ve yağ kalite indeksleri üzerindeki etkilerinin inceledikleri bir çalışmada zeytin hamuruna işleme yardımcısı olarak ilave edilen % 2 oranındaki talk maddesinin zeytinyağın 232 nm dalga boyundaki UV absorbance değerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı bu karşılık zeytinyağının 270 nm dalga boyundaki UV absorbans değerinde önemli oranda düşme sağladıklarını tespit etmişlerdir.

Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerine ait sonuçlar incelendiğinde 232nm ve 270nm dalga boylarındaki UV absorbans değerlerinin zeytinyağı için verilen standart değerlerin altında olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, verim artırıcı maddelerin zeytin hamuruna ilavesiyle elde edilen

zeytinyağının 232 ve 270 nm dalga boylarındaki UV absorpsiyon değerinde standart dışı bir değişiklik oluşturmadığı söylenebilir.

3.2.2. Toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisi

Zeytinyağının oksidasyon stabilitesi açısından önemli bir kriter olan toplam polifenol miktarı üzerine verim arttırıcı maddelerin etkisi de incelenerek her iki zeytin çeşidine ait sonuçlar mg kafeik asit/100g olarak Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Ayvalık ve Memecik çeşitlerinde verim arttırıcı madde kullanımının zeytinyağların toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi

Verim arttırıcı madde olarak enzim (% 0.02) kullanımı ise yağdaki toplam polifenol miktarını her iki zeytin çeşidinde de arttırmaktadır. Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında toplam polifenol miktarı enzim kullanımı ile 59.65 mg kafeik asit değerinden 65.5 mg kafeik asit değerine yükselmektedir. Memecik çeşidinde ise toplam polifenol miktarı 83.6 mg kafeik asit'ten 101.6 mg kafeik asit değerine ulaşmaktadır. Toplam polifenol miktarları açısından tüm deneme kombinasyonları incelendiğinde her iki zeytin çeşidi için %0.02 oranında enzim kullanımı ile en yüksek değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Natürel mikronize talkın %0.01 oranında enzim ile beraber kullanılması ile de Ayvalık zeytin çeşidinde toplam polifenol miktarı 60.5 mg kafeik asit değerine, Memecik çeşidinde ise 91.0 mg kafeik asit değerine yükselmektedir.

% 1 oranında NMT kullanımının Ayvalık zeytin çeşidinden elde edilen yağın toplam polifenol miktarını 59.6 mg kafeik asit/100g değerinden daha düşük değerlere indirdiği Şekil 3'te görülmektedir. Memecik zeytin çeşidinde ise %1.0 oranında natürel mikronize talk kullanımı toplam

polifenol miktarını 83.6 mg kafeik asit/100g değerinden 91.7 mg kafeik asit/100g değerine yükseltmektedir

Ayvalık çeşidi zeytinden elde edilen zeytinyağlarına verim artıcı maddelerin ilave edilmesiyle yağların toplam fenolik madde değerleri kontrol örneğine kıyasla NMT ve enzim preparatı farklı sonuçlar vermiştir. NMT ilave edilen örneklerdeki toplam fenolik madde değerinde azalma meydana gelirken enzim preparatı ilave edilen örneklerin toplam fenolik madde değerinde artış gözlenmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı % 1,5 oranında NMT ilave edilen zeytinyağı örneklerinde tespit edilmişken en yüksek toplam fenolik madde miktarı % 0.02 oranında enzim preparatı ilave edilen zeytinyağı örneklerinde bulunmuştur. Buna karşılık Memecik zeytin çeşidinde kontrol örneğine kıyasla hem 3 farklı oranında NMT ilaveli zeytinyağları hem de enzim preparatı ilave edilmiş zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı daha yüksek tespit edilmiştir.

Enzimin doğal bir antioksidan olan ve dolayısıyla yağların oksidasyon stabilitesini arttıran bir madde olarak bilinen polifenol miktarı üzerindeki yükseltici etkisinin, selülitik ve pektolitik karakteri nedeniyle hücre çeperini bio-degradasyona uğratarak yağla birlikte hücre çeperi tarafından çevrelenmiş polifenoller de açığa çıkartmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Söz konusu veriler ışığında optimum konsantrasyon olarak saptanan % 1.0 oranındaki natürel mikronize talk kullanımı; her iki zeytin çeşidinde de verimi yükseltmektedir. Ancak % 1'in üzerindeki oranlarda natürel mikronize talk kullanımının verimi düşürdüğü saptanmıştır. Bununla birlikte natürel mikronize talkın özellikle zor hamur olarak tanımlanan zeytin hamurundan yağın alınmasında daha etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde % 0.02 oranında enzim kullanımının Memecik zeytin çeşidinde verim arttırıcı etki gösterdiği, buna karşılık Ayvalık çeşidinde aynı etkiyi göstermediği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, zor hamur oluşumuna neden olan zeytin çeşitlerinin işlenmesinde NMT 'ın kullanımının, verimde meydana getirdiği artış açısından daha uygun olduğu düşünülmektedir

Natürel mikronize talk kullanımının her iki zeytin çeşidinde de serbest yağ asidi miktarını arttırdığı, enzim kullanımının ise önemli ölçüde bir asitlik artışına neden olmadığı görülmüştür. Ancak asitlikteki artışın kayda değer düzeyde olmadığı saptanmıştır. Toplam polifenol miktarına ilişkin sonuçlar incelendiğinde NMT kullanımının söz konusu değerler üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı, buna karşılık enzim kullanımının bu değerleri önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Altieri, G., Genovese, F., Tauriello, A. and Di Renzo, G.C. (2015). Innovative plant for the separation of high quality virgin olive oil (VOO) at industrial scale. *Journal of Food Engineering*, 166, 325-334.
- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C. and Vito, R. (2001). Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oil. *Food Chemistry*, 72, 19-28.
- Boskou, D. (1996). Olive oil: chemistry and technology. *American Oil Chemists' Society press*, Champaign, Illinois
- Boskou, D. (2006). Olive Oil Chemistry and Technology. (2nd Edition) Thessaloniki: *AOCS Press*, Champaign, Illinois, 261.
- Caponio, F., Squeo, G., Monteleone, J.I., Paradiso, V.M., Pasqualone, A. and Summo, C. (2016). First and second centrifugation of olive paste: Influence of talc addition on yield, chemical composition and volatile compounds of the oils. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 439-445.
- EEC (1991). European Commission Regulation 2568/91 of 11 July 1991 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. *Official Journal of the European Community*, August 5, 1991
- Espinola, F., Moya, M., Fernandez, D. and Castro, E. (2009). Improved extraction of virgin olive oil using calcium carbonate as coadjuvant extractant. *Journal of Food Engineering*, 92, 112-118.
- IUPAC (1992). Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, Supplement to the 7th Edition. International Union of Pure and Applied Chemistry. *Pergamon Press*, Oxford:
- Kalua, C. M., Bedgood, D.R., Bishop, A.G. and 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(20), 7641-7651.
- Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N. and Mohsen Barzegar, M. (2015). The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv 'Zard' grown un-der warm and semi-arid region of Iran. *Food Chemistry*, 166, 35-41.
- Khaleghi, E., Norozi Moghadam, H. and Mortazavi, S. (2023). The effects of processing aids and techniques on olive oil extractability and oil quality indices. *Grasas y Aceites*, 74 (1), e494.
- Müller, R.H., Harden, D.M. and Keck, C.M. (2012). Development of industrially feasible concentrated 30% and 40% nanoemulsions for intravenous drug delivery. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 38, 420-430.
- Ranalli, A. and De Mattia, G. (1997). Characterisation of olive oil produced with a new enzyme processing aid. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 74, 1105-1113.
- Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Iannucci, E. and Lucera, L. (2003). Effect of olive paste kneading process time on the overall quality of virgin olive oil. *Eurean Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 57-67.

- Reda, R., Saffaj, T., Bouzida, I., Saidi, O., Belgrir, M., Lakssir, B. and El Hadrami, E.M. (2023). Optimized variable selection and machine learning models for olive oil quality assessment using portable near infrared spectroscopy. *Spectrochimica Acta. Part A, Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 303, 123213 .
- Sadkaoui, A., Jimenez, A., Pacheco, R. and Beltran, G. (2017). Micronized natural talc affects the proteins and pectic cell wall polysaccharides during “Hojiblanca” virgin olive oil extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119, 1600039.
- Sanaeifar, A., Jafari, A. and Golmakani, M. (2018). Fusion of dielectric spectroscopy and computer vision for quality characterization of olive oil during storage. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 142-152.
- Sánchez, S., Olivares, I., Puentes, J. G., Órpez, R., La Rubia, M. D., Pacheco, R. and García Martín, J. F. (2022). Use of Natural Microtalc during the Virgin Olive Oil Production Process to Increase Its Content in Antioxidant Compounds. *Processes*, 10(5), 950.
- Squeo, G., Difonzo, G., Summo, C., Crecchio, C., and Caponio, F. (2020). Study of the influence of technological coadjuvants on enzyme activities and phenolic and volatile compounds in virgin olive oil by a response surface methodology approach. *LWT - Food Science and Technology*, 133, 109887.
- Tamborrino, A., Squeo, G., Leone, A., Paradiso, V. M., Romaniello, R., Summo, C., Pasqualone, A., Catalano, P., Bianchi, B. and Caponio, F. (2017). Industrial trials on coadjuvants in olive oil extraction process: Effect on rheological properties, energy consumption, oil yield and olive oil characteristics. *Journal of Food Engineering*, 205, 34-46.
- Vazquez, R.A., Maestro, D.R. and Graciani, C.E. (1971). Changes in olive polyphenols during ripeness. *Grasas y Aceites*, 22, 366-369.
- Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Sordini, B. and Servili, M. (2018). Characterization of phenolic and volatile composition of extra virgin olive oil extracted from six Italian cultivars using a cooling treatment of olive paste. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 523-528.