



Özgün Araştırma/Original Article

Gemlik ve Memecik Çeşitlerinden Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Farklı Malaksasyon Parametrelerinin Biofenol Miktarı ve Duyusal Profili Üzerine Etkisi
The Effects of Different Malaxation Parameters Used in the Production of Olive Oil from Gemlik and Memecik Varieties on the Amount of Biophenol and Sensory Profile

Müge NEBİOĞLU^{1*}

¹ Gıda Yük. Müh., Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bursa, TÜRKİYE-ORCID ID:0000-0002-9731-4043

*:Yazışmalardan sorumlu yazar /Corresponding Author, muge.nebioglu@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi : 12.05.2020

Kabul Tarihi : 15.08.2020

Öz

Amaç: : Sızma zeytinyağı diğer bitkisel yağlara kıyasla oldukça uzun raf ömrüne sahiptir. Zeytinyağının güçlü antioksidan özelliği yağ asidi profili ve özellikle biofenol miktarından kaynaklanmaktadır. Naturel sızma zeytinyağının beslenme ve duyusal karakteri bu yağı Akdeniz diyetinin başlıca ve en önemli besin maddesi haline getirmiştir. Bu önem, biofenollerin koroner kalp rahatsızlıkları, bazı kanser türleri ve bağışıklık sistemi üzerine olumlu etkisinden, antikarsinojenik özelliklerinden, antimikrobiyel ve antioksidatif özelliklerinden ve zeytinyağının kendine has buruk ve acı tadı vermesinden kaynaklanmaktadır. Yağın duyusal özellikleri ve biofenol miktarı depolama koşullarına ve süresine göre değişiklik göstermektedir.

Materyal ve Yöntem: Bu çalışmada farklı bölgelerden ülkemizde en çok üretilen yağlık zeytin çeşitlerinden Gemlik ve Memecik çeşidinin farklı sıcaklık koşullarında ve farklı sürelerde malaksasyona tabi tutularak elde edilen zeytinyağlarının biofenol miktarları ve duyusal özellikleri incelenmiştir.

Bulgular ve Sonuç: Bu çalışma sonucunda naturel sızma zeytinyağları için en yüksek biofenol miktarını ve en iyi duyusal özellikleri veren en uygun üretim koşulları ile ilgili veri elde edilirken bu koşulların çeşide bağlı olarak farklılık gösterip göstermediğine dair de bilgi edinilmiştir. Çeşitler ve uygulamalar arasında fark olduğu, acılık ve yakıcılığın biofenollerden geldiği bilinmektedir. Bu kapsamda Memecik çeşidi yakıcılık değerlerinin yüksek olduğu, Gemlik çeşidinin acılık ve yakıcılığının diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, Biofenol, Duyusal Özellikler, Gemlik, Memecik

Abstract

Objective: Extra virgin olive oil is the basic and unique nutrient of Mediterneandiet. Extra virgin olive oil has a long storage time more than other vegetable oils. Antioxidation structure of Extra virgin olive oil is because of its fatty asit composition profile and amount of biophenol. Biophenols have possitive effect on coroner heart disease, some kind of cancer's and immun system. Extra virgin olive oil's sensorial characteristics and amount of biophenol are about to its storage time and storage temperature.

Materiel and Methods: In this study; Extra virgin olive oil's from Gemlik and Memecik variety; its amount of biophenol, sensorial characteristics are examined which samples are produced by using different tempratures and different malaxation time.

Results and Conslusion: As a result of this study, information was obtained on the conditions of the production of olive oil containing the highest amount of biophenoland the best sensory properties for natural extra virgin olive oils, and whether these conditions differ depending on the type. It is known that there is a difference between varieties and applications, bitterness and causticity come from biophenols In this context, it has been determined that Memecik variety has high pungency values, Gemlik variety has lower bitterness and pungency if it is compared to other varieties.

KeyWords: Oliveoil, Biophenols, Sensorial Character, Gemlik Variety, Memecik Variety

1.Giriş

Bitkisel yağlar içinde zeytinyağı içerdiği bileşenler, beslenme değeri ve duyuşsal karakteristiği ile Akdeniz diyetinin temel öğesidir. “*Olea europea L.*” meyvesinden fiziksel yöntemler kullanılarak elde edilen sızma zeytinyağı Akdeniz ülkelerinde en yaygın olarak kullanılan yemeklik yağdır. Zeytinyağını diğer bitkisel yağ türlerinden ayıran kısmı hem fiziksel şekilde üretilmesi hem de duyuşsal özellikler ve besleyici özellikleridir. Yağ, yağ asidi bileşimi ve antioksidan bileşimi, özellikle güçlü doğal antioksidanlar olan polifenoller ve secoiridoidler gibi biyolojik kriterlerle karakterize edilir. Fenol türleri ve konsantrasyonları zeytinyağları arasında büyük farklılık gösterir. Genel olarak, zeytin yağı elde edilen çeşitler, olgunlaşma ölçeği, mevsimsel değişim ve hafif iklim gibi birçok faktör fenolik içeriği etkiler (Nakbi ve ark 2010).

Zeytinyağının önemi çoklu doymamış yağ asit miktarı ile dengeli yüksek oleik asit içeriği ve insan sağlığı açısından koruyucu özellik taşıyan doğal antioksidan olan polifenol içeriğinin fazla olmasındandır. Kimyasal özellikler minor ve major bileşikler içermektedir. Major bileşikler toplam yağın %98’ini oluşturan gliserollerdir. Minor bileşikler, yağın %2’lik kısmını oluşturmaktadır. Minör bileşikler 230’dan fazla kimyasal bileşen içeren alifatik ve triterpenik alkoller, steroller, hidrokarbonlar, uçucu bileşenler, antioksidanlardır. Zeytinyağının kimyasal bileşimi polifenoller olarak incelendiğinde bu yağın duyuşsal özelliklerine ve insan sağlığı üzerine diğer tüm bitkisel yağlara oranla büyük etkisi olduğu görülmektedir. Bu polar fenolik bileşenler; fenolik asitler, fenil etil alkoller, hidroksizokromanlar, flavanoidler, lignan ve secoiridoidler gibi çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Secoiridoidler, fenolik fraksiyonların ana bileşenleri olup sadece *Oleaceae* familyasına aittir. Bazı tarımsal ve teknolojik faktörler zeytinyağındaki biofenol miktarı üzerine etki edebilmektedir. Zeytinyağının raf ömrü hidroksitirozol ve ikincil türevleri gibi fenolik moleküller nedeni ile diğer bitkisel yağlardan fazladır. Zeytinyağının duyuşsal özellikleri örneğin acılık, yakıcılık bu secoiridoidlerden oluşmaktadır (Bendini ve Cerretani 2007). Secoiridoidler, kardiyovasküler hastalıklar ve kansere karşı koruyucu özellik göstermektedirler (Servili ve ark 2004, Fito ve ark 2007). Acılık ve keskinlik, tat reseptörlerinin ve kimyasal uyaranlara duyarlı trigeminal sinir uçlarının aktivasyonu nedeniyle gıdalardaki yaygın hislerdir. Sızma zeytinyağında, hidrofilik fenollerin ortaya çıkardığı bu tür duyumlar, uyarının çıkarılmasından sonra oldukça uzun süre devam eder ve zamanla güçlü bir şekilde değişebilen net bir sonraki etki gösterir (Sinesio ve ark 2005).

Biofenol miktarı zeytin içinde büyük oranda suda çözülebilir halde bulunmaktadır. Bunlardan dikkate

değer olanı oleuropein, acı glikozittir. Enzimatik olaylarla glikozidler daha küçük moleküllere dönüşerek hem suda hem de yağda çözünür hale gelirler.

Biofenol miktarı zeytinin çeşidine, olgunluğuna ve hazırlanışına göre %0,1-%0,3 oranında bulunmaktadır. Bu bileşenler; zeytinyağına acılığı, yakıcılığı, burukluğu veren maddelerdir.

Zeytin ve zeytinyağı oleuropein, hidroksitirozol, tirozol, kafeik asit, vanilic asit, kumarik asit gibi biofenollerini içerir.

Zeytinyağının elde edilmesinde farklı zeytin işleme aşamaları kullanılmaktadır. Bu teknikler yağ kalitesini ve bileşimini etkilemektedir. Oksidasyon stabilitesine en fazla katkıda bulunan fenolik bileşenler de değişime uğramaktadır. Famiano ve ark. 2020 yılında yaptıkları çalışmada zeytinin toplanma yöntemlerinin ve zamanının toplam polifenoller ve secoiridoidlerin meyve hasarı derecesi ile değiştiğini göstermişlerdir. Uçucu bileşikler (aldehitler, alkoller, esterler ve ketonlar) hem hasat sisteminden hem de zeytin çeşidinden güçlü bir şekilde etkilenmiştir. Servili ve ark. 2004 yılında yaptıkları çalışmada biofenol miktarının sağlık ve zeytinyağlarının duyuşsal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, zeytinyağlarındaki hidrofilik fenollerin ekstraksiyon koşullarından özellikle de kırma ve malaksasyon aşamalarında değişiklik gösterdiğini bildirilmiştir. Araştırma da zeytinin kırılması, zeytin hamurunun malaksasyonu, azot gazı altında hamurun malaksasyonu sırasında fenoller incelenmiş ve istatistiki açıdan önemli farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Malaksasyon sırasında polifenol oksidaz ve peroksidazların inhibasyonu ve oksijenin kontrol altında tutulması sonucu biofenollerin optimizasyonu sağlanmıştır. Malaksasyon sırasında ikincil agliconların ve fenolik alkollerin konsantrasyonları prosesin zamanının ve sıcaklığın artışına göre azalma eğiliminde bulunmuştur. Yeni teknolojinin kullanılması; örneğin hamurun mekanik ekstraksiyonu gibi, fenolik bileşim konsantrasyonunun proses aşamalarının hepsinde oksidatif reaksiyon kontrol altına alındığında gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ekstraksiyon sistemi (basınç ve santrifüj) yağın fenolik bileşen kompozisyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Servili ve ark. 2004).

Kırma metotlarının fenol içeriklerine etkisi vardır. Bu durum zeytin etinin tamamen kırılması, zeytin etinin farklı hücrel dokularına bağlı fenolik bileşenlerinin yüksek oranlarda salınması ile açıklanmaktadır (Taticchi ve ark. 2013). Yoğurma, zeytin hamurunun sürekli ve yavaş bir şekilde işlendiği aşamadır ve böylece serbest yağların yüzdesinde artış meydana gelmesine ve hücrelerin büyük damlalara dönüşmesine neden olmaktadır. Yağ emülsiyonunun kırılması, azaltılması ve serbest yağların oluşumu

malaksasyon işleminde gerçekleştiğinden sıcaklık ve süre önemli rol oynamaktadır. Sızma zeytinyağlarının işleme aşamalarının oksidasyon stabilitesi ve fenoller üzerine etkisi incelendiğinde oksidasyon stabilitesinin oldukça iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu stabiliteyi minör bileşikler sağlamaktadır ve bu minör bileşikler işleme teknolojisine ve koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Sızma zeytinyağı işlenmesinde meyve kalitesi yüksek olmalıdır. Yoğurma işleminde sürenin mümkün olduğunca uzatılmaması gerekmektedir. Yoğurma işleminin süresi ve sıcaklığı çok iyi ayarlanmalıdır.

İtalya'da yapılan bir çalışmada zeytinyağının duyuşal özellikleri; 8 kişilik bir panel oluşturularak incelenmiştir. Zeytinyağı örnekleri panelistlere 15 g olarak renkli duyuşal analiz bardaklarında verilmiştir. Panelistler zeytinyağını; meyvemsi, taze çimen, enginar, yeşil elma, çiçeğimsi, domates, badem ve yağsı olarak incelemiştir. Her panelist profil kağıtlarını doldurmuştur. Çalışmada fenolik bileşenler ve uçucu bileşenlerinin duyuşal özellikleri ile ilişkisi ve biofenol miktarı ile uçucu bileşenlerinin optimizasyonu incelenmiştir (Servili ve ark. 2004). Zeytinyağının biofenol miktarı duyuşal özelliklerini arttırmaktadır. Antioksidan özelliklerini bu bileşenler oluşturmaktadır. Fenol bileşikler bu antioksidan aktiviteleri nedeni ile insan sağlığı açısından büyük öneme sahiptir (Bendini ve Cerretani 2007). Biofenol miktarı biyoaktiviteleri; supramolekül formundan gelmektedir. Hayvan ve insanlar üzerinde yapılan bazı çalışmalarda zeytinyağının bazı kanser türleri üzerine az da olsa etkisi olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşenlerden biri olan hidroksitirosolün, koroner kalp rahatsızlıklarına ve atheroscelosize karşı tek başına etkisi olduğu belirtilmiştir. Oleuropein ise insan karaciğeri üzerine olumlu etkilerde bulunmaktadır. Hidroksitirosol ve oleuropeinin ikisi de bakterilere karşı antimikrobiyel etkide bulunmaktadır (Tuck ve Hayball 2002).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılmak üzere Gemlik ve Memecik zeytinleri belirlenmiştir. Gemlik çeşidi Manisa/Akhisar'dan, Memecik çeşidi Söke/Aydın'dan toplanmıştır. Zeytinler 20'şer kiloluk plastik kasalarda toplanarak işletmeye getirilmiştir. Zeytinler olgunluk indeksi yaklaşık 3 ile 4 arasında olacak şekilde toplanmıştır. Toplanan zeytinler kasa ile işletmeye getirilmiş ve hiç bekletilmeden sıkım işlemine başlanmıştır. Balıkesir Üniversitesi Edremit Zeytincilik Meslek Yüksekokulu pilot tesisinde bulunan özel yapım kontinü sistem (HAUS) kullanılarak yağ elde edilmiştir.

Yağ elde edim aşamaları

Zeytinler 20 kg'lık plastik kasalara elle toplanmıştır. Seleye karışmış olan yaprak ve dal parçaları gibi

doğal ortamından kaynaklanan yabancı maddeler hem zeytinyağı kalitesine olumsuz etkileyeceği için hem de kullanılan ekipmana zarar verebileceği için temizlenmiş ve zeytinler temiz su ile yıkanmıştır. Zeytinler temizlenip yıkandıktan sonra çelik kırıcılar kullanılarak yağ içeren bitkisel hücreler parçalanmıştır. Çelik kırıcılardan çıkan zeytin hamuru malaksöre geçerek yoğurma işlemine başlanmıştır. Yoğurma işleminde üç farklı sıcaklık (30°C/45°C/50°C) ve üç farklı süre (30dk/40dk/60dk) uygulanmıştır. Sıcaklık ceket sıcaklığı olarak ölçülmüştür. Hamur iki fazlı sistemde dekantöre alınmış ve çıkan yağ 5000 rpm dönüş hızı ile santrifüjlenerek uygun saklama kaplarına doldurulmuştur. Yağlar filtre edilmemiştir. Tüm numuneler analize alınıncaya kadar +4°C de karanlık ortamda muhafaza edilmiştir.

Analiz Prosedürü

Biofenol miktarı: Ekstraksiyon ve HPLC analizi Agilent 1260 Infinity cihazında DAD detektör 280nm dalga boyunda, C18 ters fazlı 4.6 mm x 25 cm kolon kullanılarak COI/T.20/Doc. No 29 metoduna göre yapılmıştır.

Referans materyaller: Syringic acid (ChromaDex), Tyrosol (ChromaDex), Hydroxytyrosol (ChromaDex), vanilic acid (ChromaDex), 2-cumic acid (ChromaDex), apigenin (ChromaDex), luteolin (ChromaDex), oleuropein (ChromaDex), ferrulic acid (ChromaDex).

Kullanılan kimyasallar: Ortofosforik asit (%85), kromotografik saflıkta metanol, kromotografik saflıkta asetonitril, kromotografik saflıkta su, Tyrosol>%98, Syringic acid>%97.

Mobil fazlar: A: %0,2'lik ortofosforik asitli su, B: Metanol, C: Asetonitril.

Ekstarksiyon solusyonu: Metanol:su (80:20).

Eksternal standart solusyonu: 0,03 g tyrosol ve 0,015 Syringic acid tartılarak 10 ml'lik balon jöjeye alınır ve metanol:su (80:20) ile çizgisine tamamlanarak stok çözelti hazırlanır. Stok çözeltiden 100 µl, 10 ml'lik balon jöjeye alınır ve metanol:su (80:20) ile çizgisine tamamlanarak eksternal standart hazırlanmıştır.

Numune hazırlama: 2 g yağ 10 ml'lik santrifüj tüpüne tartılmış ve üzerine 1 ml eksternal standart eklenmiş ve 30 saniye boyunca iyice çalkalanmıştır. 5ml metanol:su (80:20) çözeltisi eklenmiş, 1dk çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Ultrasonic su banyosunda oda sıcaklığında 15 dk tutulmuş ve su banyosundan çıkan deney tüpleri 5000 rpm de 25 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Üstteki sıvı fazdan 5 ml plastik şırıngaya alınmış ve 0,45 µl PVDF filtreden süzülerek viallere alınmıştır.

HPLC Analizi: DAD detektör analizden yaklaşık bir saat önce açılmış. Kromotografi kolonu 15 dk %0,2

fosforik asitli su mobil fazı ile şartlandırılmıştır. İlk olarak HPLC ye 20µl metanol:su (80:20) çözeltisi enjeksiyonu yapılarak kromatogramın doğruluğu kontrol edilmiştir.

İlk olarak eksternal standart solüsyonu enjekte edilmiş ve 280 nm de cevap faktörü hesaplanmıştır. Daha sonra hazırlanan numuneler 20µl olarak enjekte edilmiştir.

Hesaplama:

Cevaplama faktörü eksternal standart için:

$RF1_{\mu g}(\text{syringicasit}) = \text{syringicasit alanı} / \mu g \text{ enjekte edilen syringicasit}$

$RF1_{\mu g}(\text{tyrosol}) = \text{tyrosolalanı} / \mu g \text{ enjekte edilen tyrosol}$

Cevaplama faktörlerinin oranının hesaplanması:

$RRF_{\text{syr/tyr}} = RF1_{\mu g}(\text{syringicasit}) / RF1_{\mu g}(\text{tyrosol})$

Sonucun iç standart olarak syringicasit kullanıldığında tyrosol cinsinden verilmesi için $RRF_{\text{syr/tyr}}$ oranı $5,1 \pm 0,4$ olmalıdır.

$(\Sigma A) \times 1000 \times RRF_{\text{syr/tyr}} \times (W \text{ syr. asit})$

$(A \text{ syr. asit}) \times (W)$

$\Sigma A = 280 \text{ nm}'de \text{ tanımlanmış biofenollerin toplam alanı}$

$A_{\text{syr.asit}} = \text{internal standart olarak kullanılan syringic asitin } 280 \text{ nm deki alanı}$

1000= sonuçların mg/kg olarak verilmesi için kullanılacak faktör

$W = \text{kullanılan numune miktarının g olarak değeri}$

$RRF_{\text{syr/tyr}} = \text{sonucun tyrosol olarak verilmesi için olan oran}$

$W \text{ syr. Asit} = 1 \text{ ml kullanılan iç standardın içerdiği syringic asitin ağırlığı}$

Zeytinyağında Biofenollerin Hesaplanması: Sonuçlar toplam biofenol olarak mg/kg (ppm) tyrosol cinsinden verilmiştir.

Duyusal Analiz: Duyusal analiz; Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No: 2014/53) metoduna göre yapılmıştır. Duyusal analiz için eğitilmiş sekiz tadımcıdan oluşan bir panel tarafından (Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Paneli) nicel olarak yapılmıştır. Yağ numuneleri (15 g) olarak tadımcılara iki kez sunulmuş ve numuneler oda sıcaklığında renkli tadım bardakları ile dengeli bir sıra ile verilmiştir.

Tadımcılar numuneleri meyvensiliğine (meyveli, kesilmiş ot, enginar, yeşil elma, çiçek, domates benzeri, badem), acılığına ve yakıcılığına göre profil kağıdı kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlar profil kağıdındaki verilere göre sayısal pozisyona dönüştürülmüş, median değer olarak hesaplanmıştır.

Örnekleme metodu: Çalışmalar sonucunda çıkan sonuçlarla, elde edilecek zeytinyağında fenol miktarları değerlendirilerek en yüksek değerlere sahip ürünün elde edileceği sıcaklık süre değerleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Çizelge 1'de örnekleme modeli bulunmaktadır. Numuneler bu modele göre belirlenerek paketlenmiş ve belirtilen sıraya göre analizlerine başlanmıştır. Numuneler Merkezi Kompozit Dizayn modeli kullanılarak 2 paralel 3 tekrerrür olarak çalışılmıştır.

Çizelge 1. Numunelerin örnekleme modeli

Numune numarası	Run	Block	Malaksasyon süresi/dk	Malaksasyon sıcaklığı/°C
13	1	Block 1	45	30
6	2	Block 1	60	30
3	3	Block 1	30	40
2	4	Block 1	60	50
9	5	Block 1	45	30
5	6	Block 1	30	30
8	7	Block 1	45	40
11	8	Block 1	45	30
12	9	Block 1	45	30
1	10	Block 1	30	50
4	11	Block 1	60	40
7	12	Block 1	45	50
10	13	Block 1	45	30

3. Bulgular

3.1. Varyans Analizi Bulguları

Yapılan varyans analizine göre çeşitler ve uygulamalar arasında fark çıkmıştır. Biofenoller meyvemsilik üzerine etkili değildir. Meyvemsilik üzerine aromalar etkilidir. Biofenoller, acılık ve yakıcılık üzerine etkilidir. Memecik çeşidinin yakıcılık değerlerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Gemlik çeşidinin acılık ve yakıcılığı diğer çeşitlere göre daha düşüktür. Yapılan çalışmada da bu sonuç ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin Gemlik çeşidi zeytinyağı örneklerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde;

- Fenol miktarı değeri üzerine malaksasyon sıcaklık derecesi önemsiz iken 30 dakikalık malaksasyon süresinin önemli olduğu,

- Duyusal analiz: meyvemsilik değeri üzerindeki etkisine ait malaksasyon sıcaklık derecesinin önemli olmadığı ancak süresinin 60 dakika prosesin önemli olduğu,

- Duyusal analiz: acılık değeri üzerine malaksasyonun hem sıcaklık derecesi hem de süresinin önemli olmadığı,

- Duyusal analiz yakıcılık değeri üzerine malaksasyonun hem sıcaklık derecesi hem de süresinin önemli olmadığı,

Farklı seviyelerde uygulanan sıcaklık ve sürenin Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde;

- Fenol miktarı değeri üzerine malaksasyon sıcaklık derecesi ve süresinin önemli olduğu, en iyi sonucun 50°C 60dk prosesinde elde edildiği,

- Duyusal analiz: meyvemsilik değeri üzerindeki etkisine ait malaksasyon sıcaklık derecesinin önemli olmadığı ancak malaksasyon süresinin 60 dakikalık prosesin önemli olduğu,

- Duyusal analiz: acılık değeri üzerine etkisine ait malaksasyonun hem sıcaklık derecesi hem de süresinin önemsiz olduğu,

- Duyusal analiz: yakıcılık değeri üzerine malaksasyonun hem sıcaklık derecesi hem de süresinin önemsiz olduğu, tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Memecik ve Gemlik çeşitlerinin biofenol, meyvemsilik, yakıcılık, acılık varyans analiz tablosu

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Memecik biofenol	Between Groups	47,679	1	47,679	0,072	0,789
	Within Groups	34419,787	52	661,919		
	Total	34467,465	53			
Memecik meyvemsilik	Between Groups	0,022	1	0,022	0,056	0,814
	Within Groups	20,799	52	0,400		
	Total	20,821	53			
Memecik acılık	Between Groups	0,022	1	0,022	0,050	0,823
	Within Groups	23,099	52	0,444		
	Total	23,121	53			
Memecik yakıcılık	Between Groups	0,482	1	0,482	0,898	0,348
	Within Groups	27,886	52	0,536		
	Total	28,368	53			
Gemlik biofenol	Between Groups	21,092	1	21,092	0,036	0,850
	Within Groups	30159,099	52	579,983		
	Total	30180,191	53			
Gemlik meyvemsilik	Between Groups	0,007	1	0,007	0,008	0,929
	Within Groups	43,213	52	0,831		
	Total	43,220	53			
Gemlik acılık	Between Groups	0,005	1	0,005	0,008	0,930
	Within Groups	30,463	52	0,586		
	Total	30,468	53			
Gemlik yakıcılık	Between Groups	0,022	1	0,022	0,042	0,839
	Within Groups	28,032	52	0,539		
	Total	28,054	53			

3.2.Zeytinyağı Biofenol Bulguları

Çizelge 3’de Gemlik çeşidi, zeytinyağının toplam biofenol miktarları 141 mg/kg ile 227 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Gemlik çeşidinde en yüksek biofenol

miktarı 30°C’de 30 dakikalık (G1) malaksasyon sonucu çıkan üründe tespit edilmiştir (227 mg/kg).

Çizelge 3. Gemlik çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının Sıcaklık/süre korelasyonuna göre biofenol miktarları

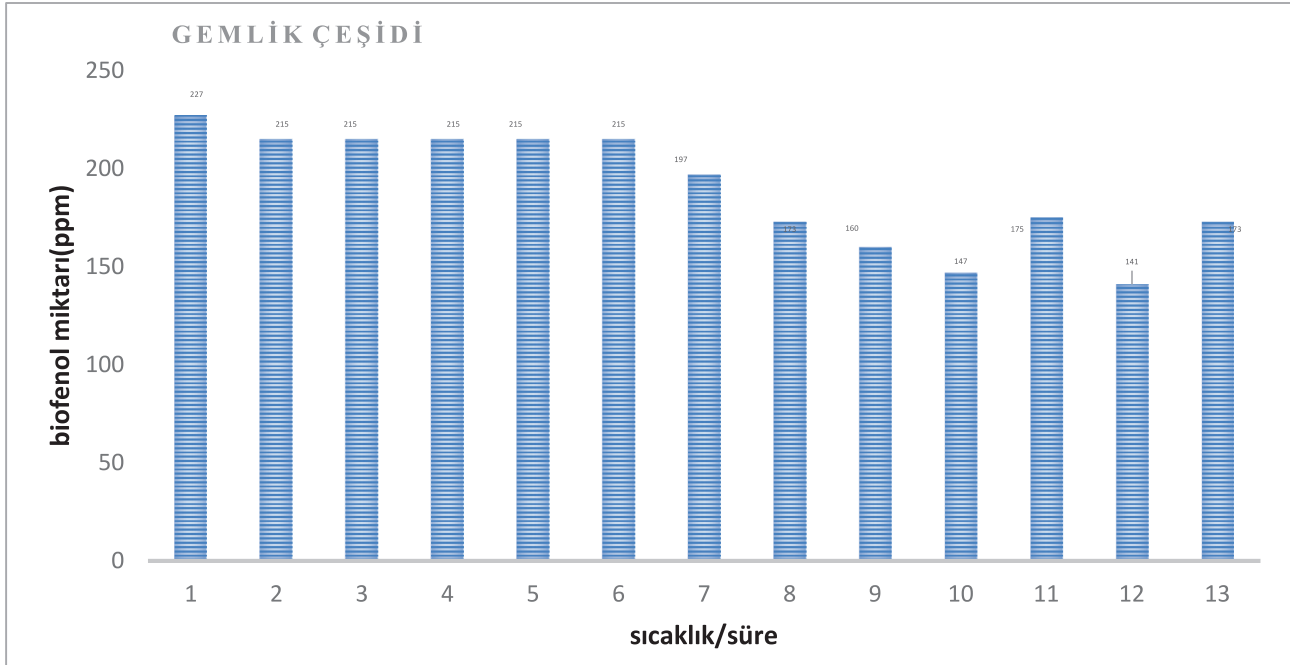
GEMLİK	Sıcaklık/Süre	Numune numarası	Toplam biofenol mg/kg
G1	30/30	6	227
G2	30/45	1	215
G2	30/45	5	215
G2	30/45	8	215
G2	30/45	9	215
G2	30/45	13	215
G3	30/60	2	197
G4	40/30	3	173
G5	40/45	7	160
G6	40/60	11	147
G7	50/30	10	175
G8	50/45	12	141
G9	50/60	4	173

Çizelge 4. Memecik çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının sıkım sıcaklık ve sürelerine göre biofenol toplamı

Memecik	Sıcaklık/Süre		Toplam Biofenol mg/kg
M1	30/30	6	309
M2	30/45	1	346
M2	30/45	5	346
M2	30/45	8	346
M2	30/45	9	346
M2	30/45	13	346
M3	30/60	2	346
M4	40/30	3	271
M5	40/45	7	284
M6	40/60	11	307
M7	50/30	10	347
M8	50/45	12	312
M9	50/60	4	387

Çizelge 4’de görüldüğü şekilde Memecik çeşidinde en yüksek biofenol miktarı 50°C 60 dakikalık (M9) malaksasyon sonucu elde edilen üründe tespit edilmiştir (387 mg/kg). Biofenol miktarları zeytin

çeşidine göre değişiklik göstermekle birlikte sıkım sıcaklık ve sürelerinin de biofenol miktarı üzerine etkili olduğu görülmektedir.

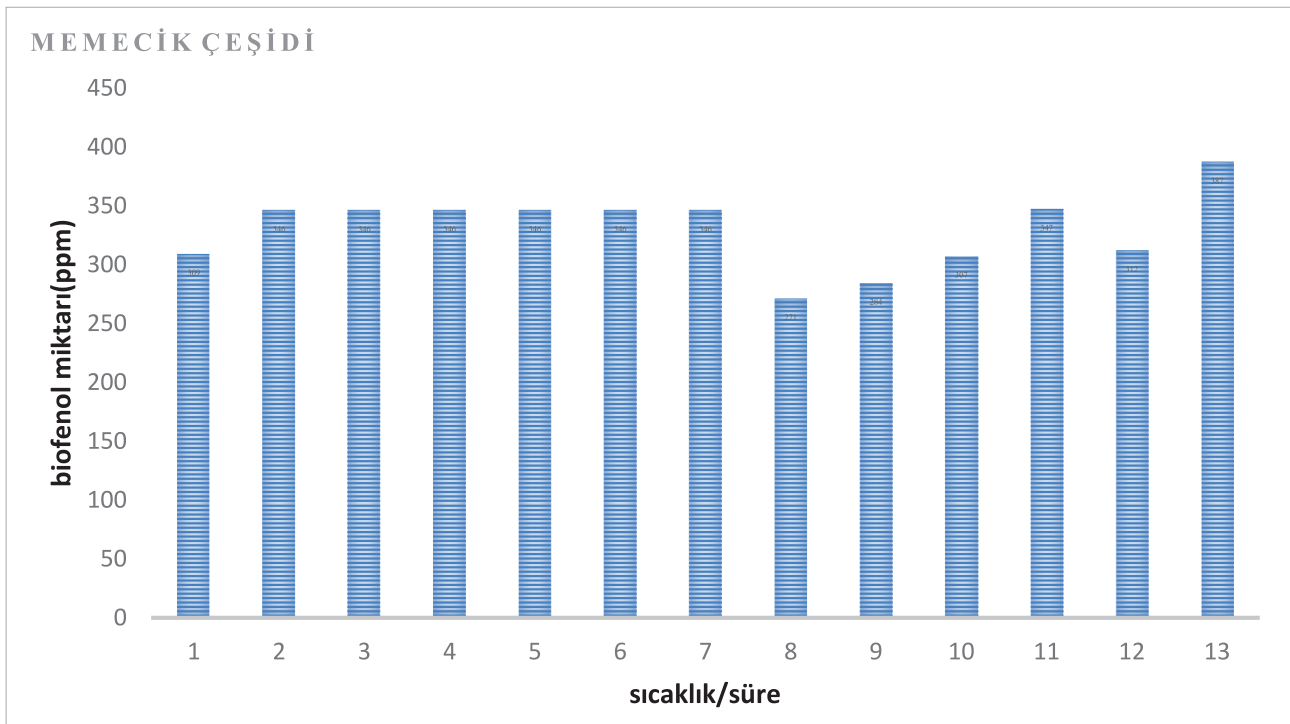


Şekil 1. Gemlik çeşidinin toplam biofenollerin sıkım sıcaklık ve süreleri

Şekil 1’te gösterildiği üzere Gemlik çeşidinde biofenol miktarlarında değişen malaksasyon sıcaklık ve sürelerinde genel olarak düşüş gözlenmekle birlikte sıcaklığın 50°C’ye çıkması ile bir miktar yükseldiği gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek biofenol miktarı 30°C ve 30 dakikalık (G1) malaksasyon sonucu elde edilen üründe tespit edilmiştir (227 kg/mg).

Şekil 2 incelendiğinde ise Memecik çeşidinin biofenol miktarının 30°C ve 30dk malaksasyon

prosesinde (M1) düşük miktarlarda olduğu (309 mg/kg) ancak sürenin artmasının olumlu etkisi olduğu gözlemlenmiş, sıcaklığın 40°C’ye yükselmesi ile küçük bir azalmanın olduğu tespit edilmiş (40/30:271 mg/kg, 40/45:284 mg/kg, 40/60:307 mg/kg) ancak yine malaksasyon sıcaklığı 50°C ve sürelerinin artışı ile biofenol miktarlarında önemli bir artış gözlemlenmiştir (M7:50/30:347 mg/kg, M8:50/45:312 mg/kg, M9:50/60:387 mg/kg).

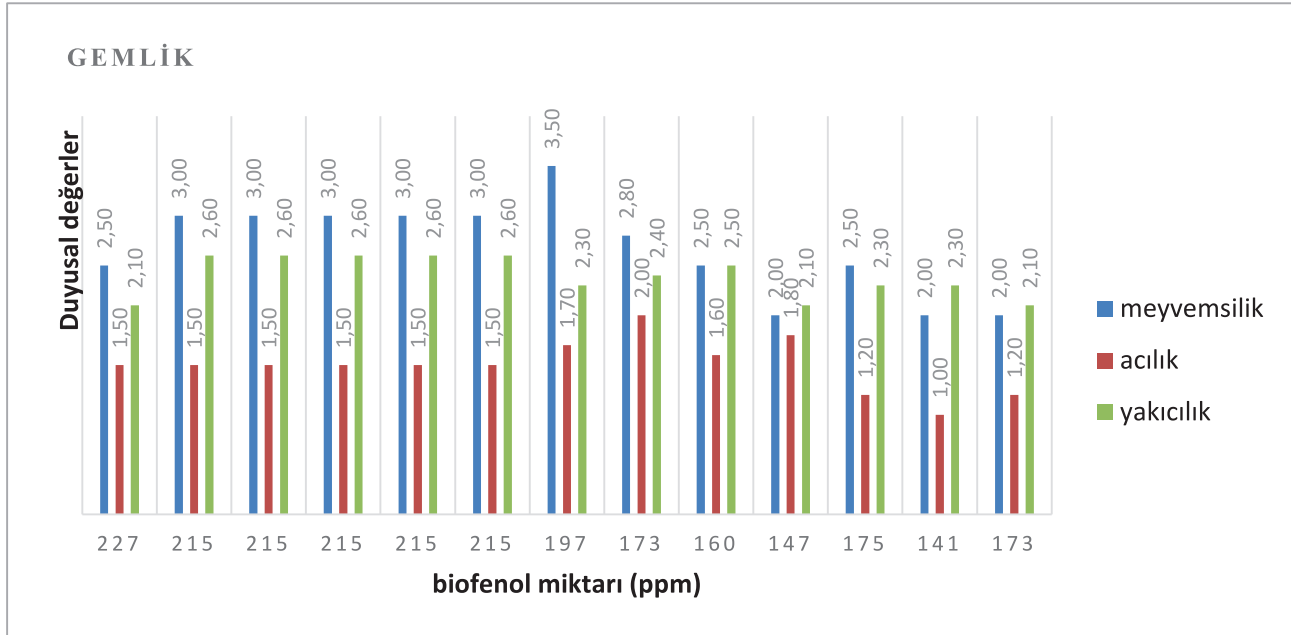


Şekil 2: Memecik çeşidinin toplam biofenol miktarları süreleri ile korelasyonu

3.3. Duyusal Analiz Bulguları

Farklı parametreler kullanılarak elde edilen zeytinyağlarının duyusal özellikleri meyvemsi, acılık ve yakıcılık olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 5'te belirtildiği üzere çeşitlerdeki duyusal özellikler

malaksasyon sıcaklığı ile doğrudan ilişki halinde olup sıcaklık grupları içinde malaksasyon sürelerinde önemli bir fark görülmemiştir.



Şekil 3. Gemlik çeşidi duyusal özelliklerinin biofenol miktarı ile korelasyonu

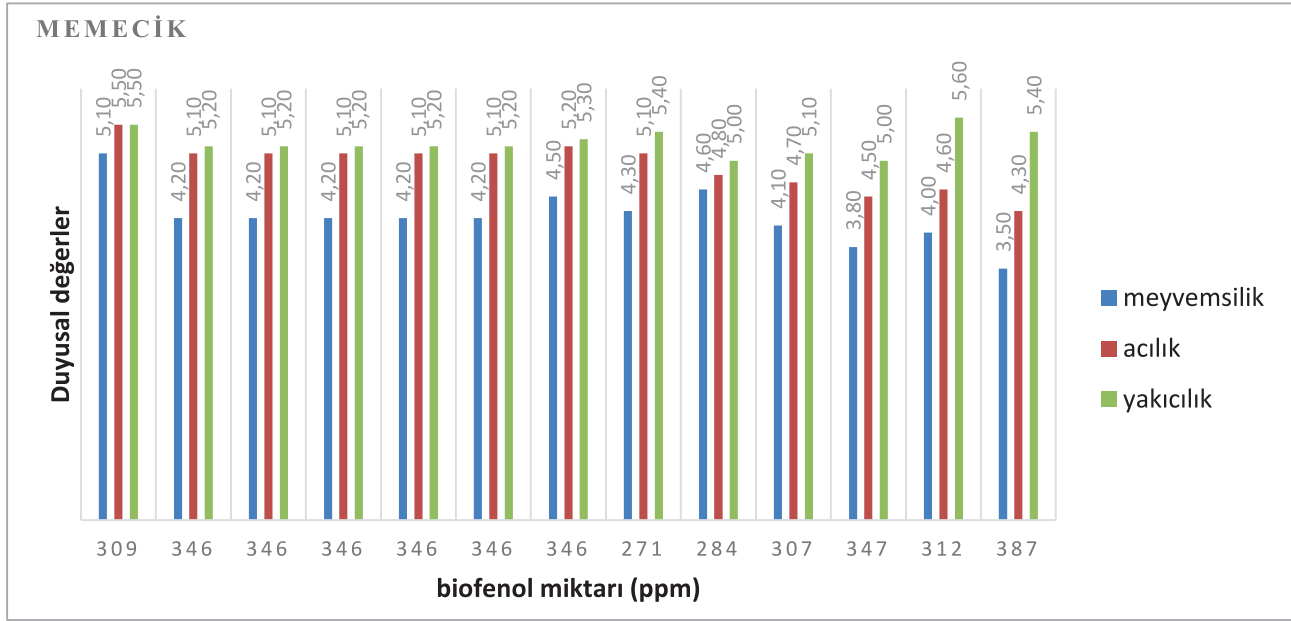
Çizelge 5: Zeytinyağları malaksasyon süre ve sıcaklıklarına göre duyusal özellikleri ve toplam fenol değerleri

Numune kodları	NUMUNELER	TOPLAM FENOL mg/kg	MEYVEMSİLİK	ACILIK	YAKICILIK
M1	3030	309,00	5,10	5,50	5,50
M2	3045	346,00	4,20	5,10	5,20
M3	3060	346,00	4,50	5,20	5,30
M4	4030	271,00	4,30	5,10	5,40
M5	4045	284,00	4,60	4,80	5,00
M6	4060	307,00	4,10	4,70	5,10
M7	5030	347,00	3,80	4,50	5,00
M8	5045	312,00	4,00	4,60	5,60
M9	5060	387,00	3,50	4,30	5,40
G1	3030	227,00	2,50	1,50	2,10
G2	3045	215,00	3,00	1,50	2,60
G3	3060	197,00	3,50	1,70	2,30
G4	4030	173,00	2,80	2,00	2,40
G5	4045	160,00	2,50	1,60	2,50
G6	4060	147,00	2,00	1,80	2,10
G7	5030	175,00	2,50	1,20	2,30
G8	5045	141,00	2,00	1,00	2,30
G9	5060	173,00	2,00	1,20	2,10

Şekil 3’de Gemlik çeşidi zeytinyağında 30°C ve 60 dk’lık proseste (G3:197 mg/kg) meyvemsilik özelliği en yüksek seviyede (3,5) bulunurken acılık ve yakıcılık unsurlarının proses değişikliklerinde önemli bir sapmaya rastlanmamıştır.

Şekil 4’de Memecik çeşidindeki değişimler gözlemlendiğinde biofenol miktarı en yüksek değer 50°C

60 dk prosesinde (M9:50/60:387 mg/kg) olsa da 30°C ve 30 dk’lık malaksasyon prosesi (M1:30/30:309 mg/kg) sonrası elde edilmiş olan numunenin genel olarak daha yoğun pozitif özelliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir (meyvemsilik:5,10; acılık:5,50 ve yakıcılık:5,50).



Şekil 4. Memecik çeşidi duyusal özelliklerinin biofenol miktarı ile korelasyonu

4.Tartışma ve Sonuç

Esti ve ark. (2009) İtalya’da Gentile di Larino, Gentile di Colletorto, Peranz-ana, Coratina, Nociara ve Ascolana çeşitlerinden elde ettikleri mono kültür zeytinyağlarında yapılmış olan çalışmalarında acılık ve yakıcılık değerleri ve bunların zamanla değişimlerini incelemişlerdir. Biofenol miktarlarının acılık ve yakıcılık üzerine etkisini vurgulamışlar ve bu değerlerin korelasyon içinde olduğunu belirtmişlerdir.

Avusturalya’da zeytinyağı yarışmalarına katılan yağlar ile yapılan bir çalışmada zeytinyağları duyusal olarak yumuşak, orta ve yoğun olarak sınıflandırılmış ve bu yağların toplam fenol konsantrasyonu incelenmiştir. Panel tarafından yumuşak, orta veya yoğun olarak sınıflandırılan zeytinyağları için toplam fenol konsantrasyonlarının dağılımı incelendiğinde toplam fenol seviyesi (ortalama=299, se=7,3), orta olarak sınıflandırılanlardan (ortalama=235, se = 4,0) önemli ölçüde daha yüksek ($p < 0,001$) ve bu da önemli ölçüde yoğun olarak sınıflandırılanlardan (ortalama=182, se=7,2) daha yüksek ($p < 0,001$) bulunmuştur. Bu, zeytinyağlarındaki toplam fenol konsantrasyonunun üreticiler tarafından algılanan tadı etkilediği güçlü bir şekilde görülmektedir.

Algılanan acılık ve yakıcılığın toplam fenol konsantrasyonu ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu

görülmüştür. Zeytinyağındaki fenol konsantrasyonu, genel acılığa ve keskinliğe katkıda bulunarak tadını da temelden etkilemektedir (Gawel ve Roger 2009).

Servili ve ark. (2000)’nin yaptıkları çalışma raporlarında yüksek sıcaklıkların natürel sızma zeytinyağının bazı duyusal özelliklerinin ve sağlık kaynağı olarak tanımlanan biofenol miktarının kaybına yol açtığı vurgulanmıştır (Servili ve ark. 2000, Angerosa 2001). Salas ve Sánchez (1999) yaptıkları çalışmada sıkım prosesi 25°C’nin üstünde yapıldığında polyfenoloksidaz ve lipoksigenaz enzimlerinin çalışmaya başladığını ve C₆’yı doymuş ve doymamış aldehitlere, alkol ve esterlerine parçalayarak meyvemsiliği oluşturduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda zeytinyağının kusurlarının oluşmasında da bu enzimlerin sıcaklıkla beraber farklı yan ürünler oluşturmasında etkili olduğuna vurgu yapmışlardır.

Bundan dolayı Gemlik ve Memecik için optimum malaksasyon sıcaklık ve sürelerinin farklı olması çeşitlerin bu konu için önemini vurgulamaktadır. Aynı zamanda zeytinyağının biofenol miktarı yoğunluğu ve duyusal karakteri de çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Ancak zeytinyağı çeşitleri farklılık gösterse de biofenoller oleuropein, hidroksitirozol, tirosol gibi benzer kompozisyon oluşturmaktadır.

5.Kaynaklar

- Angerosa, F.; Mostallino, R.; Basti, C. and Vito, R., 2001. Influence of Malaxation Temperature and Time on the Quality of Virgin Olive Oils. *Food Chemistry*, 72 (1), 19-28.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, Ma and Gutierrez, F, 1999. Effect of Various Compounds In Olive Oil Stability Measured By Ransimat J Agric Food Chem 47:4150-4155.
- Bayrak, A., 2010. Ege Bölgesi Zeytinyağlarının Aroma Profilleri ve Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, 2010
- Bendini, A. and Cerretani, L., 2007. Phenolic Molecules In Virgin Olive Oils: A Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. an Overview of The last decade, *Molecules*, 12, 1679-1719
- Esti, M. ,Contini, M., Moneta, E. and Sinesio, F., 2009. Phenolics Compounds and Temporal Perception Of Bitterness and Pungency In Extra Virgin Olive Oils: Changes Occurring Throughout Storage *Food Chemistry* 113, 1095–1100
- Famiano, F., Farinelli, D., Urbani, S., Al Hariri, R., Paoletti, A., Rosati, A., Esposto, S., Selvaggini, R., Taticchi, A. and Servili, M., 2020. Harvesting System and Fruit Storage Affect Basic Quality Parameters and Phenolic and Volatile Compounds of Oils from Intensive and Super-intensive Olive Orchards *Scientia Horticulturae* Volume 263, 15 March 2020, 109045
- Fito, M; De La Torre, R. and Covas, M.I., 2007. Olive Oil and Oxidative Stress. *Molecular nutrition & Food Research*, 51(10), 1215-1224.
- Garcia-Mesa, J. and Mateos, R., 2007. Direct Automatic Determination of Bitterness and Total Phenolic Compounds In Virgin Olive Oil Using A Ph-Based Flow-Injection Analysis System, *J. Agric. Food Chem.*, 55, 3863-3868
- Gawel R. and Roger D., 2009. The Relationship Between Total Phenol Concentration and The Perceived Style Of Extra Virgin Olive Oil, *Grasas Y Aceites*, 60 (2), Abril-Junio, 134-138, 2009,
- Nakbi, A., Issaoui, M., Dabbou, S., Koubaa, N., Ehbili, A., Hammami, M. and Attia, N., 2010. Evaluation of Antioxidant Activities of Phenolic Compounds from two Extra Virgin Olive Oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(7), 711-715.
- Salas, J.J., and Sánchez, J., 1999. The Decrease of Virgin Olive Oil Flavor Produced by High Malaxation Temperature is due to Inactivation of Hydroperoxide Lyase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 809-812.
- Servili, M., Selviaggini, R., Esposto, S., Taticchi, A., Montedoro, G. and Morozzi, G., 2004. Health and Sensory Properties of Virgin Olive Oil Hydrophilic Phenols: Agronomic and Technological Aspects of Production that Affect their Occurrence in the Oil. *Journal of Chromatography A* 1054(2004) 113-127
- Servili, M.; Baldioli, M.; Begliomini, A.L.; Selvaggini, R. and Montedoro, G.F., 2000. The Phenolic and Volatile Compounds of Virgin Olive Oil: Relationships 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*
- Sinesio, F. Moneta, E.M. and Esti, M., 2005. The Dynamic Sensory Evaluation of Bitterness and Pungency In Virgin Olive Oil *Food Quality and Preference* 16 557–564
- Taticchi, A., Esposto, S., Veneziani, G., Urbani, S., Selvaggini, R. and Servili, M., 2013. The Influence of Malaxation Temperature of Polyphenoloxidase and Peroxidase and on the Phenolic Composition of Virgin Olive Oil. *Food Chemistry* 136 975-983
- Tuck, KL. and Hayball, P.J., 2002. Major Phenolic Compounds in Olive Oil: Metabolism and Health Effects. *Journal of Nutritional Biochemistry*. Vol. 13 Issue 11, p636-644. 9p