

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALTIN ÇİLEK ÇEŞNİLİ ZEYTİNYAĞI ÜRETİM
OPTİMİZASYONU**

Latife DALGIÇ

**Danışman
Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN**

**II. Danışman
Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA- 2014**

© 2014 [Latife DALGIÇ]

TEZ ONAYI

Latife DALGIÇ tarafından hazırlanan “**Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağı Üretim Optimizasyonu**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

II. Danışman

Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Mustafa KIRALAN
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Latife DALGIÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Meyvede olgunluk indeksinin belirlenmesi.....	17
3.2.2. Meyvede fiziksel özelliklerin belirlenmesi.....	18
3.2.3. Nem miktarı ve kuru madde miktarının belirlenmesi.....	18
3.2.4. Yağ miktarının belirlenmesi	18
3.2.5. Deneysel tasarım.....	18
3.2.6. Meyveden Abencor sistem ile zeytinyağı ekstraksiyonu	20
3.2.7. Toplam karotenoit ve klorofil miktarının belirlenmesi	20
3.2.8. UV ışığında özgül absorbans değerlerinin belirlenmesi.....	21
3.2.9. Serbest asitlik değerinin belirlenmesi	21
3.2.10. Peroksit değerinin belirlenmesi	21
3.2.11. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	21
3.2.12. DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini	22
3.2.13. Aroma profilinin belirlenmesi	22
3.2.14. Duyusal kantitatif tanımlama (QDA) analizi.....	24
3.2.15. Zeytinyağı örneklerinin hedonik analizi	26
3.2.16. İstatistiksel analizler	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	28
4.1. Meyve Fizikokimyasal Özellikleri	28
4.2. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Kalite Parametreleri.....	30
4.3. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Antioksidan ve Renk Özellikleri ..	39
4.4. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Aroma Profili.....	48
4.5. Optimizasyon.....	56
4.6. Duyusal Kantitatif Tanımlama Analizi Sonuçları	56
4.7. Hedonik Analiz Sonuçları	56
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	65

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ALTIN ÇİLEK ÇEŞNİLİ ZEYTİNYAĞI ÜRETİM OPTİMİZASYONU

Latife DALGIÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN

II. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY

Bu çalışmada Muğla İli Yatağan İlçesi'nde yetiştirilen Memecik çeşidi zeytin meyveleri kullanılmıştır. Hasat edilen meyvelerin olgunluk indeksi 4.91 olarak belirlenmiştir. Hasat edilen meyve örneklerinde ilk olarak fiziksel ve fiziko-kimyasal özelliklerin tespitine yönelik analizler yapılmıştır. Daha sonra farklı sıcaklık, süre ve altın çilek miktarları kullanılarak merkezi karma tasarım ile elde edilen deneme desenine göre altın çilek çeşnili zeytinyağları üretilmiştir. Zeytinyağı üretim prosesinin yoğurma aşamasında lif içeriği yüksek ve kendine has aromaya sahip kurutulmuş altın çilek meyveleri zeytin hamuruna ilave edilerek zeytinyağı verimi, kalite parametreleri, antioksidan özellikleri ve aroma içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca yoğurma prosesinde farklı sıcaklık, süre ve altın çilek konsantrasyonları kullanılarak sonuçların optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen altın çilek çeşnili zeytinyağlarında toplam karotenoit, toplam klorofil ve feofitin analizleri, UV ışığında özgül absorpsiyon değerleri (K_{232} , K_{270}), aroma analizi, toplam fenolik madde miktarı, DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini, serbest asitlik ve peroksit değerleri saptanmıştır. Ayrıca duyu analizi (QDA) ve hedonik test ile aromalı zeytinyağlarının duyu olarak kabul edilebilirliği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde altın çilek çeşnili zeytinyağı üretimi sırasında yüksek verim ve kalite parametrelerine sahip çeşnilendirilmiş zeytinyağı elde edebilmek için altın çilek konsantrasyonunun daima düşük seviyede tutulması; yoğurma sıcaklık ve süresinin ise ortalama değerlerde olması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, Çeşnilendirme, Altın Çilek, Verim, Optimizasyon.

2014, 66 sayfa

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

PRODUCTION OPTIMIZATION OF GOLDEN BERRY FLAVORED OLIVE OIL

Latife DALGIÇ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Gülcan ÖZKAN

II Supervisor: Asst. Prof. Dr. Erkan KARACABEY

In this study, olive fruits belonging to Memecik cultivar which is cultivated in Yatağan district of Muğla was used. Maturity index of harvested olive fruits were determined as 4.9. In harvested fruits, firstly, analysis to determine physical and physico-chemical properties were carried out. Then olive oil flavoured with golden berry was produced according to an experimental design created with central composite design using a different temperature, time and amount of golden berry. By adding dried golden berry fruits having specific aroma with high fiber content in olive paste at the malaxation step of olive oil production its effects on olive oil yield, quality parameters, antioxidant properties and aroma content were investigated. Additionally results were optimized using different temperature, time and amount of golden berry in malaxation process.

Total carotenoid, total chlorophyll and pheophytin analysis, specific UV light absorption (K_{232} , K_{270}), aroma profile analysis, total phenolic content, determination of DPPH free radical scavenging activity, free acidity, peroxide value were determined in the produced virgin olive oils flavoured with golden berry. Additionally, the sensory acceptability of flavored olive oils was determined using sensorial definition quantitative analysis (QDA) and hedonic test.

Considering the results obtained, during the production of golden berry flavored olive oil, it was determined that always keeping amount of golden berry as low and moderate levels of temperature and time were required in order to obtain flavoured olive oil having quality parameters with high extraction yield.

Key Words: Olive oil, Flavoring, Golden berry, Yield, Optimization.

2014, 66pages

TEŞEKKÜR

Akademik hayata adım attığım ilk andan beri yanımda olan ve tez çalışmamda danışmanlığımı yaparak maddi manevi her konuda yardımlarını esirgemeyen saygı değer hocam Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN' a gönülden teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar çalışmamda ve tez yazım aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen sevgili hocam eş danışmanım Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY' e çok teşekkür ederim.

Tezimin başlangıcından bitimine kadar çalışmalarımda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Şerife Çevik, Sedef Aydın ve Saliha Onur Sermet'e teşekkür ederim.

Yağ örneklerinin aroma profilinin belirlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Süleyman Demirel Üniversitesi Deneysel ve Gözlemsel Öğrenci Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin değerli çalışanlarına ve 3279-YL2-12 No'lu proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi 'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu günlere gelmemi sağlayan beni yetiştiren ve her koşulda destekleyen anne ve babama, kardeşlerime sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım. Akademik yönden her zaman yanımda olup maddi ve manevi olarak beni destekleyen ve bana sonsuz sabır gösteren sevgili eşim Abdurrahman DALGIÇ' a çok teşekkür ederim.

Latife DALGIÇ
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin verim üzerine etkisi	33
Şekil 4.2. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin serbest asitlik değeri (% oleik asit) üzerine etkisi	34
Şekil 4.3. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ) üzerine etkisi.....	36
Şekil 4.4. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin K232 değeri üzerine etkisi	38
Şekil 4.5. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin K270 değeri üzerine etkisi.....	39
Şekil 4.6. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin klorofil miktarı (mg/ kg yağ) üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.7. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin karotenoit miktarı (mg/ kg yağ) üzerine etkisi	43
Şekil 4.8. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin feofitin a (mg/ kg yağ) miktarı üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.9. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) üzerine etkisi	46
Şekil 4.10. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin DPPH (% inhibisyon) değeri üzerine etkisi.....	47
Şekil 4.11. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin istenen aroma bileşenleri üzerine etkisi.....	53
Şekil 4.12. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin istenmeyen aroma bileşenleri üzerine etkisi.....	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Bağımsız değişkenlerin kodlanmış ve kodlanmamış değerleri.....	19
Çizelge 3.2. Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) deneme deseni	19
Çizelge 3.3. Aroma bileşenleri ve LRI (Doğrusal Alıkonma İndeks) değerleri .	23
Çizelge 3.4. Panelin belirlediği ve QDA testinde kullanılan duyuşal tanımlayıcı terimler	25
Çizelge 3.5. Zeytinyağının duyuşal değerdendirilmesinde uygulanan fiziksel koşullar	26
Çizelge 4.1. Memecik zeytin çeşidinin meyve fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin ortalama değerdler.....	28
Çizelge 4.2. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağılı verim (%), serbest asitlik (% oleik asit), peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ), K232 ve K270 değerdlerindeki değışimler.....	31
Çizelge 4.3. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağılı verim (%), serbest asitlik (% oleik asit), peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ), K232 ve K270 değerdlerine ilişkin model katsayıları ve model değerdendirme parametreleri.....	31
Çizelge 4.4. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağılı klorofil (mg/kg yağ), karotenoit (mg/kg yağ), feofitin a (mg/kg yağ), toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) ve DPPH (% inhibisyon) değerdlerindeki değışimler.....	40
Çizelge 4.5. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının klorofil (mg/kg yağ), karotenoit (mg/kg yağ), feofitin a (mg/kg yağ), toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) ve DPPH (% inhibisyon) değerdlerine ait model katsayıları ve değerdendirme parametreleri...	40
Çizelge 4.6. Altın çilek kuru meyvesinde bulunan aroma bileşenleri miktarları (%) ve kimyasal sınıfları	49
Çizelge 4.7. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen ve istenen aroma bileşenleri	50
Çizelge 4.8. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının belirlenen ve istenmeyen aroma bileşenleri	51
Çizelge 4.9. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının istenen ve istenmeyen aroma bileşenleri değerdlerine ait model katsayıları ve değerdendirme parametreleri	52
Çizelge 4.10. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen diğerd aroma bileşenleri	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

G	Gram
ml	Mililitre
μm	Mikrometre
cm^3	Santimetreküp
O ₂	Oksijen
T	Zaman
μg	Mikrogram
A	Alfa
B	Beta
γ	Delta
Δ	Gama
Cm	Santimetre
Mm	Milimetre
AOCS	Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği
IUPAC	Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
μl	Mikrolitre
GK	Gaz Kromatografisi
KS	Kütle Spektrometre
YPSK	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
UV	Ultraviyole
meq	Miliekivalen (Milieşdeğer)
mg	Miligram
kg	Kilogram
Nm	Nanometre
KM	Kuru Madde

1. GİRİŞ

Zeytinyağı, Akdeniz mutfağında kendine özgü aromasının yanı sıra dengeli yağ asiti bileşimi, önemli miktarda doğal antioksidan içermesi (Moldão-Martins vd., 2004) ve sağlık açısından olumlu etkileri (Jacotot, 1994; Morales vd., 2000; Visioli vd., 2004) nedeniyle çağlar boyunca yaygın olarak kullanılmış bir gıda maddesidir.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre "Naturel zeytinyağı" zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan doğal halinde gıda olarak tüketilebilen bir yağ olarak tanımlanırken; "Çeşnili zeytinyağı" natürel yemeklik zeytinyağlarına değişik baharatlar, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilen, tat ve koku dışındaki diğer özellikleri natürel zeytinyağı için verilen özellikleri taşıyan yağlar olarak tanımlanır (Anonim, 2010).

Çeşnili yağların üretiminde kullanılan aromalandırma Akdeniz bölgesinde yıllar önce doğmuş olan eski bir uygulamadır. İlk uygulamalarda yağı bozulma reaksiyonlarından korumak ve lezzetlendirmek amacıyla çeşni kaynağı bitkisel materyaller preslenmiş zeytinyağına daldırılarak maserasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Maserasyon sonrasında çeşnilendirilen yağlar, makarna ve salata sosu ile ekmek için dip sos olarak kullanılmıştır. İlerleyen dönemlerde ise Akdeniz bölgesinin uluslar arası ticarete daha fazla yer almasıyla çeşnili zeytinyağları bütün dünyada tanınmaya başlamış ve bu da dünya genelindeki natürel zeytinyağı tat ve aromasına aşina olmayan tüketiciler açısından farklı lezzetleri içermesi ve geniş kullanım alanına sahip olması bakımından alternatif bir ürün olarak tüketici talebinde artışa neden olmuştur (Antoun ve Tsimidou 1997; Baiano vd., 2010).

Zeytinyağlarının aromalandırılma işlemi için; çeşni maddesi ile maserasyon (Antoun ve Tsimidou, 1997; Damiechki vd., 2001; Gambacorta vd., 2007; Ayadi vd., 2009; Köylüoğlu ve Özkan, 2009; Dıraman ve Hışıl, 2010; Zouari vd., 2012; Caporaso vd., 2013), zeytin yoğurma işlemi esnasında çeşni ilavesi (Baiano vd., 2009) ve yağa uçucu yağ ilavesi (Özcan, 1999; Moldão-Martins vd., 2004; Gouveia vd., 2006;

Asensio vd., 2011; Issaoui vd., 2011) gibi yöntemler mevcuttur. Kullanılan yöntem yağın hem oksidasyon stabilitesini hem de duyusal açıdan kabul edilebilirliğini etkilemesinden dolayı yöntemin doğru seçimi çok önemlidir.

Yapılan literatür taramalarında kekik, biberiye, mercanköşk, kırmızı biber, fesleğen, lavanta, adaçayı, nane, acı biber, sarımsak ve pelin otu gibi çeşitli aromatik bitkiler (Antoun ve Tsimidou, 1997; Özcan, 1999; Damiechki vd., 2001; Moldão-Martins vd., 2004; Gouveia vd., 2006; Gambacorta vd., 2007; Baiano vd. 2009; Ayadi vd., 2009, Köylüoğlu ve Özkan, 2009; Dıraman ve Hışıl, 2010; Issaoui vd., 2011; Asensio vd., 2011; Zouari vd. 2012; Caporaso vd., 2013) ve limon meyvesi (Issaoui vd., 2011) ile çeşnilendirme amacıyla kullanılmış olup; altın çilek meyvesinin zeytinyağı çeşnilendirilmesinde kullanılmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Buna ilaveten çeşninin doğrudan zeytinyağına ilave edilmesi (maserasyon) ile gerçekleştirilen çeşnilendirme yönteminde maserasyon süresinin aroma geçişine etkisi hakkında sınırlı sayıda optimizasyon çalışması (Damiechki vd., 2001) mevcutken; çeşninin zeytin hamuruna ilave edilmesi şeklindeki üretim yöntemi için yoğurma sıcaklık ve süresinin optimizasyonuna yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bilindiği gibi çalışmamızda, zeytinyağı aromalandırmada çeşni olarak kullanılmış olan altın çilek meyvesi yüzyıllardır var olan ve İnka Uygarlığından bu yana halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılan bir meyvedir. Halk arasında “yer kirazı” veya “güveyfeneri” olarak da bilinen altın çilek (*Physalis Peruviana L.*), Solanaceae familyasına girmesine rağmen meyvesi itibariyle üzüksü meyveler grubunda ele alınmaktadır.

Bu çalışmada yukarıdaki bilgilerden yola çıkarak, Memecik çeşidi zeytin meyvelerinden yağ ekstraksiyonunun yoğurma aşamasında farklı konsantrasyonlarda kurutulmuş altın çilek meyveleri eklenerek farklı sıcaklık ve sürelerde yoğurma işlemi gerçekleştirilerek çeşnilendirilmiş natürel sızma zeytinyağı elde edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çeşnilendirmede, sıcaklık ve süre uygulamalarının zeytinyağının verim, kalite parametreleri, antioksidan özellikleri ve aroma bileşenleri üzerine etkisi belirlenerek sonuçların optimize edilmesi ve altın çilek çeşnili zeytinyağlarının duyusal kabul edilebilirliğinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Elde edilen sonuçlar temel nitelikte olup, sonuçların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Memecik, Türkiye’de (% 45.5) ve özellikle Ege Bölgesinde (% 50’den fazla) ağaç varlığı ile en çok üretilen zeytin çeşididir (Nergiz ve Engez, 2000; Kayahan ve Tekin, 2006). Yöresel olarak Taş Arası, Aşiyeli, Tekir, Gülümbe, Şehir ya da Yağlık isimleri ile de bilinen bu zeytin çeşidinin meyveleri yüksek yağ oranına ve zeytinyağları ise koyu yeşilimsi-sarı renge ve kuvvetli meyve kokusuna sahiptir (Canözer, 1991; Kayahan ve Tekin, 2006; Günç Ergönül, 2006; Dıraman, 2007). Geniş bir coğrafi dağılım gösteren Memecik çeşidi özellikle İzmir, Aydın, Muğla, Manisa, Denizli, Antalya, Sinop, Kahramanmaraş ve Kastamonu’da yetiştirilmektedir (Canözer, 1991). Peryodisiteye meyli yüksek olan çeşidin verimi de değişken olmakla birlikte yüksektir (Canözer, 1991; Kayahan ve Tekin, 2006). Yağ miktarı % 24-26 arasında değişen Memecik çeşidinin kilogramdaki ortalama dane adedi 220-240 olup, meyveler şekilsel olarak orta irilikte ve oval olup, uç kısmında küçük bir meme bulundurlar (Günç Ergönül, 2006).

Çeşnili yağ üretim prosesinde asıl amaç yağın duyuşal ve besinsel özelliklerini geliştirmek ve raf ömrünü uzatmaktır (Gambacorta vd., 2007). Son zamanlarda aromatik bitki ve meyve parçaları ve uçucu yağlar ile çeşnilendirilmiş zeytinyağları farklı lezzet profili, son üründe kullanım kolaylığı, raf ömrü ve sağlık üzerine olumlu etkileri sebebiyle tüketicilerin ilgisini çekmeye başlamış ve yağların kekik, biberiye, mercanköşk, kırmızı biber, fesleğen, lavanta, adaçayı, nane, limon, acı biber, sarımsak ve pelin otu ile çeşnilendirilmesine yönelik bilimsel çalışmalarda da artış olmuştur (Tsimidou ve Boskou, 1994; Lagouri ve Boskou, 1996; Antoun ve Tsimidou, 1997; Nouhad ve Tsimidou, 1998; Özcan, 1999; Damiechki vd., 2001; Moldão-Martins vd., 2004; Gouveia vd., 2006; Gambacorta vd., 2007; Baiano vd. 2009; Ayadi vd., 2009, Köylüoğlu ve Özkan, 2009; Dıraman ve Hışıl, 2010; Issaoui vd., 2011; Asensio vd., 2011; Zouari vd., 2012; Caporaso vd., 2013).

Yapılan bu çalışmalarda çeşnilendirme işlemi farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı çeşni bitkisinin zeytinyağına doğrudan ilave edilmesi yani maserasyondur. Maserasyon, yağ aromatisasyonunda geleneksel bir yöntemdir. Antioksidanlar ve aroma bileşiklerini içeren parçalanmış veya tüm olarak aromatik bitki ve meyve gibi doğal malzemelerin ince yağ ile

karıştırılıp ve karışımın bir süre oda sıcaklığında bırakılması ve periyodik çalkalanması ile gerçekleştirilir (Riva vd., 1993).

Çeşnilendirme işleminde maserasyondan sonra en çok kullanılan yöntem ise aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların ya da ekstraktların zeytinyağına doğrudan ilave edilmesidir. Maserasyon yönteminde aroma bileşikleri, mum ve acılık maddeleri gibi raf ömrünü kısaltan ve duyuşal özellikleri değıştiren istenmeyen bileşikler ile birlikte ekstrakte edilebilir (Moldão-Martins vd., 2004). Zeytinyağlarının çeşnilendirilmesinde uçucu yağlar veya sebze ekstraktlarının kullanımı ise bu problemleri önlemek için olası bir yaklaşımdır.

Çeşnilendirilmiş bir yağ elde etmek için en güvenli yöntem olarak ifade edilen bir diğler yöntem ise çeşni maddesinin zeytin işleme prosesinde ilave edilmesidir. Bu yöntemde çeşni ya kırma aşamasından önce ya da kırıldıktan sonra zeytin ezmesine ilave edilir ve karışım daha sonra yoğurma işlemine tabi tutulur. Yoğurulan zeytin hamurundan basınç ya da santrifüjleme ile çeşnili zeytinyağı ayrılıp, toplanır. Ancak iki yöntem karşılaştırıldığında; kırma işlemi esnasında ilave edilen çeşni miktarını ayarlamak zor olduğı için son ürün standardizasyonu sağlanamaz ve çeşninin zeytin ezmesine ilave edilmesi yöntemi standart son ürün eldesi bakımından daha avantajlı olduğı için öne çıkar. Bu yöntemde, çeşni maddelerinin aromaları yağ içine çok iyi emilir, çeşni madde kalıntısı zeytin posası (pirina) ile birlikte yağdan ayrılır ve baharatların sulu kısmı karasu ile birlikte uzaklaştırılır. Proses sonunda çeşni rengine ve aromasına sahip bir zeytinyağı elde edilir.

Yukarıdaki bilgilerden yola çıkarak; son yıllarda tüketici ilgisinin arttığı zeytinyağı çeşnilendirme işlemi ile nihai ürün kalite parametreleri, antioksidan ve renk özellikleri, oksidasyon stabiliteleri ve duyuşal kabul edilebilirlikleri üzerine etkilerinin belirlendiğı çalışmalar aşağıda detaylı olarak özetlenmiştir:

Bu konuda ilk çeşnilendirme çalışması; Antoun ve Tsimidou (1997) tarafından kurutulmuş mercanköşk ve biberiye yapraklarının maserasyonu ile sarımsak ekstraktlarının % 2'lik konsantrasyonlarda sızma ve rafine zeytinyağı karışımına ilave edilmesiyle elde edilmiştir. Kontrol örneğı raf ömrü bakımından çeşnilendirilmiş yağlar ile kıyaslanmıştır. Kontrol örneğinin peroksit değeri 70 (meq O₂/kg yağ)' e

ulaştığında mercanköşk ve biberiye ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının peroksit değeri sırasıyla 4 ve 9 kat daha düşük belirlenmiştir. Sarımsak ile çeşnilendirmenin ise zeytinyağında oksidasyon stabilitesini etkilemediği tespit edilmiştir. Başlangıçta mercanköşk ve biberiye ile çeşnilendirilen zeytinyağlarının stabilitesi eşitken, ilerleyen süreçte biberiye çeşnili zeytinyağı daha etkin bulunmuştur. Çalışmada ayrıca % 1, % 2 ve % 5'lik konsantrasyonlarda mercanköşk ile çeşnilendirilmiş zeytinyağları ve kontrol örneği kullanılarak duyusal kabul edilebilirlik çalışması yapılmıştır. Buna göre % 5'lik konsantrasyondaki mercanköşk çeşnili örneğin tüketici tarafından % 1 ve 2'lik konsantrasyondaki mercanköşk çeşnili zeytinyağı örneklerine göre daha az tercih edildiği belirlenmiştir.

Özcan (1999) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada susam yağı ve natürel zeytinyağında biberiye'nin metanol ve kloroform ekstraktları ile sitrik asidin antioksidan aktiviteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ekstraktlar ve sitrik asit yağlara % 1 ve % 2'lik konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan yağların peroksit değeri natürel zeytinyağı ve susam yağı için sırasıyla 15 ve 18.1 (meq/kg) olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi için çeşnilendirilen yağlar 55 °C'de depolanarak peroksit değerleri takip edilmiştir. Depolama süresince tüm örneklerin peroksit değeri artış göstermiştir. Farklı polaritedeki çözügenlerle elde edilen biberiye ekstraktlarının susam yağı ve zeytinyağında antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir. Zeytinyağında kloroform ve metanol ekstraktları ile sitrik asit konsantrasyonlarının antioksidan etkileri arasında depolamanın 4. gününden itibaren önemli farklılıklar saptanmıştır. Zeytinyağlarında kloroform ekstraktı ile sitrik asitin % 2'lik konsantrasyonlarının ve metanol ekstraktının ise % 1'lik konsantrasyonun daha fazla antioksidan etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Biberiye ve mercanköşk ile yürütülen çalışmada ise kurutulmuş ve öğütülmüş bitki materyalleri % 5'lik (g/g) konsantrasyonlarda zeytinyağına ilave edilerek 40 °C'de 24, 48 ve 72 saat süreyle maserasyona tabi tutulmuş ve daha sonra filtre ile bitkiler uzaklaştırılmıştır (Damechki vd., 2001). Çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında peroksit, K₂₃₂ ve K₂₇₀ değeri, klorofil ve toplam fenolik madde ile tokoferol miktarları belirlenmiştir. Ayrıca duyusal kabul edilebilirlik testi ile stabilite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan duyusal kabul edilebilirlik çalışmalarında maserasyon süresinin mercanköşk ve biberiye ile çeşnilendirilen zeytinyağlarının duyusal

özellikleri üzerinde etkili olmadığı ve tüm örneklerin kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Başlangıç değerleri ile kıyaslandığında hem mercanköşk hem de biberiye çeşnili zeytinyağlarının maserasyon süresine göre peroksit, K_{232} ve K_{270} değerlerinde önemli bir artış görülmüş ancak maserasyondan kaynaklı prooksidan etki tespit edilmemiştir. Mercanköşk ve biberiye çeşnili zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı kontrol örneği ile kıyaslandığında sırasıyla 3.5 ve 1.7 kat artış gösterdiği belirlenmiştir. Tokoferol miktarında ise önemli bir değişiklik görülmemiştir. Spektrofotometrik olarak ölçülen ve ışık altında prooksidan etki gösteren toplam klorofil madde miktarı en yüksek mercanköşk çeşnili zeytinyağlarında belirlenmiştir. Feofitin a, β -karoten ve lutein miktarlarının mercanköşk ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında önemli derecede artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çeşnilendirme işleminin, kontrol örneğine göre oksidasyon stabilitesinin belirlenmesinde kullanılan indüksiyon süresini uzattığı saptanmıştır. Biberiye ile çeşnilendirilen zeytinyağı örneklerinde ise indüksiyon süresi kontrol ve mercanköşk çeşnili zeytinyağı örneklerine göre daha uzun tespit edilmiştir. 48 saat süre ile infüzyona tabi tutulan örneklerde fotooksidasyon denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu örnekler 6, 18 ve 24 saat ışığa maruz bırakılarak peroksit değerleri ile klorofil ve toplam fenolik madde miktarları takip edilmiştir. Peroksit değerlerinde en yüksek artış mercanköşk çeşnili zeytinyağlarında belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarının ışıktan etkilenmediği; ancak klorofil miktarının tüm örneklerde hızlıca bozunduğu belirlenmiştir.

Moldão-Martins vd. (2004), nane ve kekik bitkilerinden buhar destilasyonu ile uçucu yağ elde etmiş ve yapılan deneysel tasarıma göre belirli oranlardaki uçucu yağları doğrudan ilave ederek zeytinyağını çeşnilendirmişlerdir. Her bitki için uçucu yağ miktarının alt ve üst seviyelerinin belirlenmesinde bazı ön testler uygulanmıştır. Aromatik bitki aroma yoğunluğu, ferahlık, keskinlik, aromatik bitki tat yoğunluğu ve acılık panel tarafından sürekli kullanılan ve tanımlayıcı olarak değerlendirilen bağımlı değişkenler olarak belirlenmiştir. Algılama eşik değeri ve tercih edilen seviye sırasıyla nane için 0.006 ve 0.1 mg/kg, kekik için ise 0.0009 ve 0.005 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bitki aroma yoğunluğu, ferahlık ve keskinlik açısından örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Kekik uçucu yağı aromatik bitki aroması ve ferahlığı üzerine önemli karesel (kuadratik) bir etki gösterirken; nane uçucu yağı ile çeşnilendirme zeytinyağlarında keskinlik, aromatik bitki aroması ve

ferahlığı önemli derecede etkilemiştir. Ancak bitki aroması ve ferahlık bakımından kekik uçucu yağı daha etkili olmuştur. Yanıt Yüzey Yöntemi (Response Surface Method, RSM) sonuçlarına göre yüksek duyu sal sonuç veren bitki aroması, ferahlık ve keskinlik kriterleri seçilerek bu kriterler üzerinden duyu sal analiz gerçekleştirilmiştir. Yüksek seviyede kekik uçucu yağı (0.008 mg/kg) ve düşük seviyede (0.002 mg/kg) nane uçucu yağı karışımı ile çeşnilendirilen zeytinyağları daha fazla tercih edilmiştir. Kekik yağı içermeyen ve 0.200 mg/kg nane uçucu yağı içeren karışım ile çeşnilendirilmiş zeytinyağının kabul edilebilirliği en düşük çıkmıştır. Zeytinyağında kekik aroması varlığının her zaman arzu edildiği ancak nane aromasının sadece düşük seviyelerde kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

Gouveia vd. (2006), kırmızı biber süperkritik sıvı ekstraktları (SFE) ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının oksidasyon stabilitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında kırmızı biber ekstraktlarını sabit bir sıcaklık (40°C), farklı basınçlar (15-23 mPa) ve yüzeysel hızlara (0.04-0.08 cm/s) göre hazırladıkları merkezi karma döndürülebilir tasarıma göre elde etmişlerdir. Elde ettikleri ekstraktları, % 0.50 oranında doğrudan ilave ederek zeytinyağlarını çeşnilendirmişlerdir. Oksidasyon stabilitesi, hızlandırılmış testler (Ransimat ve Diferansiyel Tarama Kalorimetresi (DSC)) kullanılarak ve atmosfer koşulları altında depolama süresi ile çoklu doymamış yağ asitlerinde birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin seviyesinin değişimi ölçülerek belirlenmiştir. Düşük ekstraksiyon basıncı (16.20 MPa) ve yüzeysel hızda (0.046 cm/s) üretilen ve düşük seviyede kapsaisinoit içeren kırmızı biber ekstraktlarının yağın stabilitesinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Yüksek basınçta üretilen ekstraktlar çok az prooksidan aktivite göstermiştir. K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri Avrupa Komisyonu tarafından katkı maddesi içermeyen zeytinyağları kalite özellikleri için hazırlanan mevzuatta izin verilen sınırlar içinde ölçülmüştür. Çalışma sonucunda araştırmacılar, düşük ekstraksiyon basıncında üretilen kırmızı biber süperkritik sıvı ekstraktlarının stabil çeşnili zeytinyağı üretimi için kullanılabilineceğini bildirmişlerdir.

Gambacorta vd. (2007), acı biber, sarımsak, mercanköşk ve biberiye ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının depolama süresince kimyasal ve duyu sal profilindeki değişimleri araştırdıkları çalışmalarında bulanıklık ve dozaj sorununu önlemek için klasik maserasyon yöntemine alternatif bir yöntem geliştirmişlerdir. İlk

olarak sızma zeytinyağında çeşni maddelerinin maserasyonu ile elde edilen konsantre bir ekstrakt hazırlamışlar, daha sonra filtrelenmiş bu konsantre ekstraktlardan saf sızma zeytinyağına farklı hacimlerde ilave ederek çeşnilendirilmiş zeytinyağlarını elde etmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çeşnili zeytinyağlarında ise depolama süresi boyunca serbest asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değeri ile trans-2-hekzenal/hekzenal oranı ve duyusal özellikleri incelemişlerdir. 7 aylık depolama süresince serbest asitlik değerinin çeşnili zeytinyağlarında ve kontrol örneğinde artış gösterdiği ancak Avrupa Birliği Yönetmeliğince ekstra sızma zeytinyağı için izin verilen değerden (% 0.80) düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çeşnilendirilmiş zeytinyağları ve kontrol örneği serbest asitlik değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmış; aromatik bitki ilavesinin serbest asitlik değerini etkilemediği tespit edilmiştir. Başlangıç peroksit değeri kontrol örneğinde çeşnilendirilmiş zeytinyağlarına göre daha düşük belirlenirken; depolama süresi sonunda çeşnili zeytinyağlarının peroksit değeri kontrol örneği peroksit değerinden düşük ya da kontrol örneği peroksit değerine eşit belirlenmiştir. Araştırmacılar çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının başlangıç peroksit değerinin uzun maserasyon süresi sebebiyle yüksek belirlendiğini bildirmişlerdir. Baharat ve bitkilerin geçişi ile yağın antioksidan bileşenler açısından zenginleşerek depolama süresince kontrol örneğine göre çeşnilendirilmiş örneklerin peroksit değerinin daha az artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde K_{232} değeri de başlangıçta kontrol örneğinde daha düşük belirlenirken; depolama süresi sonunda çeşnili zeytinyağlarında kontrol örneğine göre daha düşük belirlenmiştir. Tüm örneklerde K_{232} değerlerinin Avrupa Birliği Yönetmeliğince ekstra sızma zeytinyağı için izin verilen değerden (2.50) düşük olduğu bildirilmiştir. İkincil oksidasyon ürünlerinin göstergesi olan K_{270} değeri de aynı şekilde başlangıçta kontrol örneğinde diğer örneklere göre daha düşük belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerin K_{270} değeri artış göstermiş olup izin verilen yasal sınırdan (0.22) daha düşük oldukları belirlenmiştir. Tüm örneklerde trans-2-hekzenal/hekzenal oranı depolama süresince azalış göstermiştir. Aylık olarak yapılan duyusal analizlerde, örneklerin tümünde trans-2-hekzenal/hekzenal oranının da teyit ettiği gibi duyusal kusur görülmemiştir. Kabul edilebilirlik çalışmalarına göre başlangıçta kontrol örneği çeşnilendirilmiş zeytinyağlarına göre daha fazla tercih edilirken; depolama sonrası en yüksek konsantrasyonda sarımsak ile çeşnilendirilmiş zeytinyağı dışında tüm çeşnilendirilmiş yağlar kontrol örneğine göre daha fazla tercih edilmiştir. Tercih

edilme sırası biberiye, acı biber, mercanköşk ve sarımsak şeklinde olurken, konsantrasyonlarına göre ise mercanköşk ve acı biber için en yüksek konsantrasyon (40 g/L); biberiye ve sarımsak için ise sırasıyla 20 ve 30 g/L'lık konsantrasyonlar en fazla tercih edilen yağlar olmuştur.

Ayadi vd. (2009), tarafından yapılan çalışmada seçilen Tunus aromatik bitkileri ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının ısı stabiliteleri ve fizikokimyasal değişimleri belirlenmiştir. Çeşnili zeytinyağları taze bitki materyallerinin (biberiye, lavanta, adaçayı, nane, fesleğen, limon ve kekik) % 5 seviyesinde 15 gün maserasyonu ile hazırlanmıştır. Tüketicilerin tercih ettiği çeşnili zeytinyağını saptamak için duyusal değerlendirme yapılmıştır. Seçilen çeşnili zeytinyağlarının stabilitelerini belirlemek için cam şişelerdeki örneklerin 60 °C'de 55 gün ve 130 °C'de 6 saat ısıtılması şeklinde oksidasyon stabilite yöntemi uygulanmıştır. Aynı örneklerin oksidasyon direnci peroksit değeri, K_{232} ve K_{270} değerleri ölçülerek ve klorofil, karotenoit ve fenolik madde miktarlarındaki değişim kontrol örneğiyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aromatik bitki ilavesinin, zeytinyağlarında serbest asitliği bir miktar artırdığını ancak serbest asitlik değerinin Avrupa Birliği Yönetmeliğince natürel zeytinyağı için izin verilen sınırlar içinde olduğunu göstermiştir. Genel kabul edilebilirliğe dayalı olarak tüketici tercihleri sırasıyla limon, kekik, biberiye, fesleğen, nane, adaçayı ve lavanta şeklinde olmuştur. Panelistler renge göre değerlendirmede biberiye ve fesleğen; aromaya göre değerlendirmede ise limon ve kekik çeşnili zeytinyağlarını tercih etmişlerdir. Bu sonuçlara göre termal stabilite testi için fesleğen, biberiye, limon ve kekik çeşnili zeytinyağları seçilmiştir. Peroksit değerleri ısıtma öncesi kontrol dahil tüm örneklerde 10 meq O_2 /kg'dan az bulunmuştur. Isıtma işlemi öncesi tüm çeşnili zeytinyağlarında K_{232} değeri 1.71-2.15; K_{270} değerleri ise 0.07-0.10 arasında değişmiş ve izin verilen limitler arasında bulunmuştur. Isıtma öncesi klorofil miktarı en düşük kontrol örneğinde (2.14 mg/kg) en yüksek ise biberiye ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında (3.89 mg/kg) belirlenmiştir. Isıtma öncesi karotenoit miktarı kontrol örneği, fesleğen, limon, kekik ve biberiye ile çeşnilendirilmiş örneklerde sırasıyla 2.85, 4.18, 4.63, 5.10 ve 6.81 mg/kg olarak saptanmıştır. Isıtma öncesi çeşnili zeytinyağlarında polifenol miktarı kontrol örneğine göre daha yüksek ve 200-225 mg/kg arasında değişirken; en yüksek polifenol miktarı 336.54 mg/kg ile fesleğen ile çeşnilendirilmiş zeytinyağında belirlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde miktarı fesleğen ile çeşnilendirilmiş

zeytinyağında belirlenirken; bu zeytinyağı termal oksidasyona karşı en az direnç göstermiştir. Buna karşı en düşük toplam fenolik madde ve en yüksek klorofil ve karotenoit miktarına sahip olan biberiye ile çeşnilendirilmiş zeytinyağı ise termal oksidasyona karşı etkili bir direnç göstermiştir.

Köylüoğlu ve Özkan (2009) sızma zeytinyağlarına % 0.5 ve % 1 (g/g) konsantrasyonlarında mercanköşk yaprağı ilave etmiş; oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 ay depolayarak maserasyon ile çeşnili zeytinyağlarını elde etmişlerdir. Yaptıkları analizler sonucu mercanköşk ile çeşnilendirme sonucu sızma zeytinyağlarının toplam klorofil, toplam karotenoit, feofitin a ve toplam fenolik madde miktarının arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca mercanköşk konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan 90 günlük depolama çalışması sonucu mercanköşk ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının peroksit, K_{232} ve K_{270} değerleri kontrolden daha düşük yani oksidasyon stabiliteleri daha yüksek belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre mercanköşk ile çeşnilendirme ile zeytinyağlarında sarı renk, meyvemsi koku, ransit tat, meyvemsi tat ve aroma puanlarının azalışı; zeytinyağının yeşil renk, bulanıklık, kekiksi tat ve aroma, kekiksi koku ile genel kabul edilebilirlik puanlarının ise artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sarımsak, limon, kekik, acı biber ve biberiye ile çeşnili zeytinyağlarının 9 aylık depolama süresince antioksidan aktivitesi, fenolik madde içeriği ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada; çeşnilendirilmiş zeytinyağları zeytinyağı üretim prosesinin yoğurma aşamasında çeşni maddelerinin ilave edilmesi ile üretilmiştir (Baiano vd., 2009). Elde edilen çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının kalite kriterlerinin değerlendirilmesinde asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değerleri belirlenmiştir. Depolamanın 6. ve 9. ayında yapılan analizlerde, asitlik, peroksit ve K_{232} değerleri natürel sızma zeytinyağı için belirlenen limitler arasında; K_{270} değeri ise sadece biberiye çeşnili zeytinyağlarında yasal üst sınır olan 0.22'den yüksek belirlenmiştir. En yüksek serbest asitlik değeri kontrol örneğinde belirlenmiştir. Depolama süresince kimyasal parametreler açısından en iyi sonuç veren zeytinyağı sarımsak ile çeşnilendirilen olmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre ise örneklerin hiç biri kusur göstermemiştir. Çeşnilendirilen zeytinyağı örneklerinde çeşni maddelerinin aroması zeytin meyvelerinin aroma ve kokusundan daha baskın

belirlenmiştir. Örneklerin fenolik madde içeriği incelendiğinde en yüksek değer başlangıçta kontrol örneğinde onu takiben sırasıyla limon, acı biber, mercanköşk, biberiye ve sarımsak ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında belirlenmiştir. 9 aylık depolama süresince tüm örneklerin fenolik madde içeriğinde azalış tespit edilmiştir. β -karoten yöntemine göre örneklerin antioksidan aktiviteleri başlangıçta sırasıyla biberiye, kontrol, acı biber, limon, mercanköşk ve sarımsak çeşnili zeytinyağları şeklinde belirlenmiştir. Depolama süresince antioksidan aktivitelerde belirgin bir azalış görülürken; 9 ay sonundaki en yüksek ve en düşük antioksidan aktiviteyi sırasıyla biberiye ve sarımsak çeşnili zeytinyağları göstermiştir.

Dıraman ve Hışıl (2010) tarafından yürütülen çalışmada ise natürel zeytinyağı, rafine fındık yağı ve rafine bitkisel karışım yağı ağırlıkça % 2.5 oranında kekik, biberiye ve nane ile 75 °C'de 7 gün boyunca maserasyon ile çeşnilendirilmiştir. Maserasyon sırasında örneklerin ağzı açık ve kapalı olacak şekilde 2 farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunun ağzı açık örnekleri değerlendirildiğinde oksidasyon stabilitesi sırasıyla natürel zeytinyağı, rafine fındık yağı ve rafine bitkisel karışım yağı olarak belirlenmiştir. Çeşnilendirilen natürel zeytinyağlarının oksidasyon stabiliteleri incelendiğinde ise ısıtma işlemi ve havaya rağmen biberiye ve nane bitkilerinin oksidasyon stabilitesini artırdığı tespit edilmiştir. Diğer yağlar ile kıyaslandığında natürel zeytinyağı en dayanıklı yağ olarak belirlenmiştir. Ayrıca baharatların yağ çeşidine göre stabiliteyi farklı etkilediği tespit edilmiştir. Natürel zeytinyağı için biberiye ve nane; rafine fındık yağı için kekik ve biberiye; bitkisel karışım yağında ise kekik daha etkili bulunmuştur. Örneklerin serbest asitlik değerleri incelendiğinde ise genel olarak natürel zeytinyağı örneklerinin serbest asitlik değerleri daha yüksek olarak saptanmıştır. Çeşnilendirme işleminin ise tüm örneklerin serbest asitlik değerini artırdığı tespit edilmiştir.

Issaoui vd. (2011), zeytinyağına maserasyon yöntemiyle farklı konsantrasyonlarda ilave edilen limon ve kekik ekstraktlarında bulunan bazı biyoaktif bileşenlerin yağın stabilitesi üzerine etkinliğini araştırmışlardır. Çeşnilendirme işlemi natürel zeytinyağının serbest asitlik değerini bir miktar artırmış, natürel zeytinyağına göre çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının 100 ve 200 °C'de ısıtma sonrası serbest asitlik değerleri daha düşük belirlenmiştir. Ancak limon ve kekik ekstraktları yağın aromatik

ve besinsel deęerini limonen ve karvakrol gibi biyoaktif bileşenlerin transferi ile artırırken; yağın oksidasyon stabilitesini deęiřtirmedięi tespit edilmiřtir.

Asensio vd. (2011) tarafından yřrřtřlen alıřmada ise mercankřřk uucu yaęının ekstra sızma zeytinyaęının fiziksel ve kimyasal ۆzellikleri ۆzerine depolama sřresince koruyucu etkisi deęerlendirilmiřtir. Mercankřřk uucu yaęı % 0.05 oranında ekstra sızma zeytinyaęına ilave edilmiř, ۆrnekler oda sıcaklıęında karanlıkta, oda sıcaklıęında ıřık altında ve 60 ۆC sıcaklıkta olmak ۆzere 3 farklı kořulda depolanmıřtır. Lipit oksidasyonunun kimyasal indikatřrlerinden olan peroksit deęeri, konjuge dienler, serbest yaę asitlięi, karotenoit ve klorofil miktarları hesaplanmıřtır. 60 ۆC sıcaklıkta ve oda sıcaklıęında ıřık altında depolanan mercankřřk uucu yaęı iermeyen zeytinyaęı ۆrnekleri depolama sřresince en yřksek peroksit deęerine sahip olmuřtur. Yřksek K_{232} deęeri karanlık, ıřık ve sıcaklık uygulamalarında depolamadan 7 gřn sonra ۆlřlmřřtřr. Depolama sonunda en yřksek klorofil miktarı (3.87 mg/kg) mercankřřk uucu yaęı ieren zeytinyaęlarında belirlenmiřtir. Genel olarak mercankřřk uucu yaęı ieren zeytinyaęları depolama sřresince dřřřk peroksit ve konjuge dien deęeri; yřksek klorofil ve karotenoit miktarına sahip olmuřtur. Mercankřřk uucu yaęı ilavesinin, zeytinyaęının raf ۆmrřnř ۆzatan lipit oksidasyonu sřrecini geciktirdięi belirlenmiřtir. Hem en dřřřk peroksit deęeri mercankřřk ile eřnilendirilmiř zeytinyaęı ۆrneklerinin karanlık uygulamasında belirlenmiř, hem de genel olarak třm uygulamalarda mercankřřk ile eřnilendirilmiř zeytinyaęı ۆrneklerinde peroksit deęeri natřrel zeytinyaęı uygulamalarına gřre daha dřřřk hesaplanmıřtır. Ayrıca alıřmada depolama sonrası en yřksek serbest asitlik deęeri natřrel zeytinyaęına sıcaklık uygulanan ۆrneklerde gřrřlřrken, mercankřřk eřnili zeytinyaęlarının třm uygulamalarında serbest asitlik deęeri hep en dřřřk deęer olarak belirlenmiřtir. eřnilendirilmiř ve natřrel yaęlarda ıřık ve karanlık uygulanan ۆrneklerde depolama sonrası K_{232} deęerleri, AB yřnetmelięince natřrel zeytinyaęları iin belirlenen sınırlar ierisinde yer almıřtır. Klorofil ve karotenoit miktarı třm uygulamalarda depolama sřresince azalma gřstermiř ve en dřřřk deęerler eřnilendirilmiř ve natřrel zeytinyaęı ۆrneklerinin ıřık uygulamasında belirlenmiřtir. Mercankřřk uucu yaęlı zeytinyaęı ۆrneklerinin třm uygulamalarında ise klorofil miktarı natřrel zeytinyaęına gřre daha yřksek miktarda belirlenmiř ve bu durum arařtırıcılara

mercanköşk uçucu yağının zeytinyağına klorofil degradasyonuna karşı koruyucu özellik kazandırdığını düşündürmüştür.

Yine Zouari vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmada pelin otu ve kekik ile çeşnilendirilmiş sızma zeytinyağlarının oksidasyon stabiliteleri ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Çeşnilendirme sızma zeytinyağlarına bitkilerin % 2.5, % 5 ve % 7.5 (g/g) oranlarında ilave edilmesi ve 10 gün bu yağların masereasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının toplam fenolik madde, karotenoit ve klorofil miktarlarında artış tespit etmişlerdir. Yapılan duyusal değerlendirme sonuçlarına göre kekik çeşnili zeytinyağları pelin otu çeşnili zeytinyağlarına kıyasla daha çok tercih edilmiştir. Ayrıca 80 °C'de 30 günlük depolama sonucunda zeytinyağında aromatik bitki konsantrasyonunun artışına bağlı olarak peroksit değerinin düştüğü; oksidasyon stabilitesinin arttığı belirlenmiştir.

Kurutulmuş kırmızıbiber ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının aroma bileşenleri, antioksidan aktiviteleri ve kapsaisinoidlerinin incelendiği bir başka çalışmada ise çeşnilendirme, sızma ve rafine zeytinyağı karışımına ağırlıkça % 10 ve % 20'lik konsantrasyonlarda biber ilave edilip masere edilmesiyle yapılmıştır (Caporaso vd., 2013). Masereasyon işlemi 7, 15 ve 30 gün boyunca oda sıcaklığında ve karanlıkta gerçekleştirilmiştir. Serbest asitlik değerinin hem masereasyon süresi hem de kırmızıbiber konsantrasyonu ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Peroksit değeri 7. ve 15. günlerde artış; 30. günde ise azalış göstermiştir. En düşük peroksit değeri % 20'lik konsantrasyonda hazırlanan kırmızıbiber çeşnili zeytinyağlarında tespit edilmiştir. Çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının K_{232} ve K_{270} değerlerinin ise konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. ABTS⁺ testi ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarına göre % 20 konsantrasyon ile hazırlanan zeytinyağlarının antioksidan aktivitelerinin en yüksek olduğu ve masereasyon süresi ile antioksidan aktivitenin değişmediği belirlenmiştir. Limonen, okaliptol, alfa-pinen, beta-pinen, beta-fellandren gibi terpenler hem kurutulmuş kırmızıbiberde hem de kurutulmuş kırmızıbiber çeşnili zeytinyağlarında tespit edilmiştir. Kurutulmuş kırmızıbiber ilavesi zeytinyağı uçucu profilinde güçlü değişikliklere neden olurken; kırmızıbiberde tespit edilen bazı terpenler ve diğer uçucu bileşenlerde önemli farklılıklar görülmüştür. Örneklerin yüksek konsantrasyonda asetik asit içermesi çalışmada kullanılan kurutulmuş kırmızıbiber örneklerinin dehidrasyon prosesi

süresince meydana gelen fermentasyondan ileri geldiği düşünülmüştür. Pentanal, heptanal, oktanal ve özellikle trans-2-heptenal gibi linoleik asit oto-oksidasyon kökenli bazı doymuş aldehytlerin miktarında artış tespit edilmiştir. Oksidasyon süresince 1-penten-3-ol ve 1-okten-3-ol gibi bazı alkollerin miktarları da artış göstermiştir. Kurutulmuş kırmızıbiber konsantrasyonu ve maserasyon süresiyle ilişkili olarak çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının terpen bileşenlerinde artış belirlenmiştir. % 20'lik oranla hazırlanan zeytinyağlarında trans-2-hekzanol, nonanal, metil asetat, asetik asit ve 2,6-dimetil-siklo-hekzanol gibi bazı bileşenler ve bazı terpenlerin miktarının maserasyon süresine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. % 10'luk örneklerde görülmeyen bu davranış yüksek miktardaki kurutulmuş kırmızıbiber konsantrasyonu ile prooksidan bileşenlerin miktarının artmasına atfedilmiştir.

Çalışmamızda zeytinyağlarının çeşnilendirilmesinde kullanılmak üzere “yer kirazı” veya “güveyfeneri” olarak bilinen altın çilek meyvesi tercih edilmiştir. Yüzyıllardır var olmasına ve İnka Uygarlığından bu yana halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen modern tarım teknikleri altında yetiştiriciliği ile tarımsal sanayide kullanımı henüz yeni başlamıştır. Botanik ismi *P. peruviana* Linnaeus olan altın çilek bitkisi patlıcangiller familyası ve *Physalis* cinsine aittir ve yabancı olarak 80'den fazla çeşidi bulunmaktadır (Cedeño ve Montenegro, 2004). Ancak meyvesi itibariyle üzüksü meyveler yani “berry”ler grubunda ele alınmaktadır. Dolayısıyla altın çilek sebze değil meyve olarak tüketilmektedir (Çelik, 2011). Meyvenin genel olarak besin içeriği incelendiğinde nem % 78.9, protein % 0.05-0.3, lipit % 0.15-0.2, karbonhidrat % 19.6, lif % 4.9 ve kül % 1.0 olarak bildirilmiştir. Ayrıca meyve kalsiyum, fosfor, demir, karoten, tiamin, riboflavin, niasin ve askorbik asit (sırasıyla 8, 55.3, 1.2, 1.6, 0.1, 0.03, 1.70, 43 (mg/100g)) de içermektedir (Ramadan ve Mörsel, 2004). Altın çilek meyvelerinden elde edilen yağlarda en fazla kampesterol olmak üzere β -sitosterol, Δ -5-avenasterol, lanosterol, stigmasterol, Δ -7-avenasterol ve ergosterol gibi birçok fitosterol belirlenmiştir (Ramadan ve Mörsel, 2003). Çok hoş lezzetli, aromatik ve domates-ananas tadını andıran altın çilek meyvesinin sağlık açısından bir çok yararı vardır (Çelik, 2011). *Physalis peruviana* üzerine yapılan çalışmalar altın çileğin özellikle kabuk kısmında yüksek oranda kanseri önlemedeki rolü epidemiyolojik araştırmalarla kanıtlanmış olan beta karoten (% 0.32 PO) içerdiğini ortaya koymuştur (Ramadan ve Mörsel, 2003; Yen vd., 2010). Mayorga

vd. (2001) tarafından yürütülen çalışmada ise altın çilek meyvelerinde sinamik asit, benzoik asit, benzil alkol, asetik asit, hekzanol, 2-metilbütanol ve bütanol gibi aroma bileşenleri 1300 µg/ kg meyve' den fazla belirlenmiştir.

Antimikrobakteriyel, antikanserojen, antipiretik, immünomodülatör özellikler taşıyan *Physalis peruviana* sıtma, astım, hepatit, dermatit, idrar söktürücü ve romatizma gibi hastalıkların tedavisinde (Perry, 1980; Wu vd., 2004 ve 2005; Ramadan, 2011); ayrıca antispazmadik, diüretik, antiseptik, sedatif, analjezik, optik sinirleri güçlendirmeye yardımcı, boğaz sorunlarını rahatlatıcı, bağırsak amip ve parazitlerini yok etmeye yardımcı (Rodríguez ve Rodríguez, 2007) olduğu için alternatif tıpta yaygın olarak kullanılmıştır. Antidiyabetik özelliği sebebiyle günde 5 adet meyve tüketimi önerilirken; yapılan literatür çalışmalarında olumsuz özelliklerini gösteren hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır (Rodríguez ve Rodríguez, 2007). *P. peruviana* L.' nın çanak yapraklarının halk hekimliğinde antikanser, antimikrobiyal, ateş düşürücü, diüretik ve anti-enflamatuar gibi etkileri sebebiyle yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Franco vd., 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Muğla ili Yatağan ilçesi'nde yetiştirilen Memecik zeytin çeşidi araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Zeytin meyveleri 12 adet zeytin ağacının her yönünden toplamı temsil edecek şekilde olgunlaşma indeksinin 5 (kabuk rengi siyah, meyve eti yarısına kadar menekşe) olduğu dönemde hasat edilmiştir. Hasat edilen zeytin meyveleri en kısa sürede fiziksel ve kimyasal meyve özelliklerinin belirlenmesi ve yağ elde edilmesi için Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Bitkisel Yağ Analiz Laboratuvarına getirilmiştir. Çeşnilendirme için tam olgunluk dönemindeki kurutulmuş, öğütülmüş ve 1 mm çapındaki elekten geçirilmiş altın çilek (*Physalis peruviana* L.) meyvesi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyvede olgunluk indeksinin belirlenmesi

Toplanan zeytin meyvelerinin homojen olması için iyice karıştırıldıktan sonra rastgele 150 adet meyve seçilmiş ve aşağıda verilen formül (3.1) kullanılarak olgunluk indeksi belirlenmiştir. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

$$\text{OLGUNLUK İNDEKSİ} = (0Xn_1) + (1Xn_2) + (2Xn_3) + \dots + (7Xn_7) / 100 \quad (3.1)$$

0=kabuk rengi koyu yeşil

1= kabuk rengi sarı-sarımsı yeşil

2= kabuk rengi kırmızımsı lekeli

3= kabuk rengi açık menekşe

4= kabuk rengi siyah meyve eti yeşil

5= kabuk rengi siyah, meyve eti yarısına kadar menekşe

6=kabuk rengi siyah, meyve eti hemen hemen çekirdeğe kadar menekşe

7=kabuk rengi siyah, meyve eti tamamıyla koyu renk olan zeytinler

3.2.2. Meyvede fiziksel özelliklerin belirlenmesi

Rastgele seçilen 150 adet meyvede aşağıdaki fiziksel özellikler saptanmıştır (Özkaya vd., 2006). Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

Meyve eni (mm): Kumpasla mm olarak ölçülmüştür.

Meyve boyu (mm): Kumpasla mm olarak ölçülmüştür.

Meyve şekil indeksi: Uzunluk/genişlik formülü ile hesaplanmıştır.

Meyve ağırlığı (g): 0.01 g hassasiyette terazi ile g olarak belirlenmiştir.

Çekirdek eni (mm): Kumpasla mm olarak ölçülmüştür.

Çekirdek boyu (mm): Kumpasla mm olarak ölçülmüştür.

Çekirdek ağırlığı (g): 0.01 g hassasiyette terazi ile g olarak belirlenmiştir.

Çekirdek/et oranı: Meyve eti ağırlığı/çekirdek ağırlığına bölünmesiyle bulunmuştur.

3.2.3. Nem miktarı ve kuru madde miktarının belirlenmesi

Zeytin meyve örnekleri vakumlu bir etüvde 105 °C’da sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Tartım sonrası nem miktarı g nem/100 g ve kuru madde miktarı g kuru madde/100 g örnek olarak hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

3.2.4. Yağ miktarının belirlenmesi

Etüvde 105 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulan zeytin meyve örnekleri öğütülmüştür. Kuru örneklerden 10 g meyve örneği 200 mL hekzan ile soxhlet cihazında 4 saat ekstrakte edilmiştir (Frank, 1986; Guinda vd. 2003). Evaporasyon sonrası ham yağ miktarı g yağ/100 g kuru örnek olarak hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

3.2.5. Deneysel Tasarım

Çeşnilendirilmiş zeytinyağı üretiminin optimizasyonu için bir Merkezi Karma Tasarım (Central Composite Design) ile yoğurma işlem şartları sıcaklık (X1), süre (X2) ve ilave edilen altın çilek miktarı (X3) 5 farklı seviyede test edilmiştir. Çizelge

3.1’de bağımsız değişkenlere ait seviyeler kodlanmış ve kodlanmamış değerler olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bağımsız değişkenlerin kodlanmış ve kodlanmamış değerleri

Bağımsız Değişkenler	Faktör seviyeleri				
	-1.68	-1	0	+1	+1.68
X1: Sıcaklık (°C)	18.18	25	35	45	51.82
X2: Süre (dak)	19.77	30	45	60	70.23
X3: Konsantrasyon (%)	0	0.40	0.99	1.58	1.98

Elde edilen ve 6 adet merkezi nokta içeren 20 farklı uygulamaya ait deneme deseni ise Çizelge 3.2’de verilmiştir. Deneme deseninde belirlenen şartlar, yoğurma işleminde uygulanarak altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) deneme deseni

Uygulama No	X1	X2	X3	Sıcaklık(X1)	Süre(X2)	Konsantrasyon(X3)
1	-1.68	0	0	18.18	45	0.99
2	-1	-1	1	25	30	1.58
3	0	0	0	35	45	0.99
4	0	-1.68	0	35	19.77	0.99
5	-1	1	1	25	60	1.58
6	0	0	0	35	45	0.99
7	0	0	0	35	45	0.99
8	1	-1	1	45	30	1.58
9	0	0	0	35	45	0.99
10	1	-1	-1	45	30	0.40
11	-1	-1	-1	25	30	0.40
12	-1	1	-1	25	60	0.40
13	0	0	1.68	35	45	1.98
14	1.68	0	0	51.82	45	0.99
15	0	0	-1.68	35	45	0.00
16	1	1	-1	45	60	0.40
17	0	1.68	0	35	70.23	0.99
18	0	0	0	35	45	0.99
19	1	1	1	45	60	1.58
20	0	0	0	35	45	0.99

3.2.6. Meyveden Abencor sistemle zeytinyağı ekstraksiyonu

Zeytin meyveleri mini kırıcı (100 kg/saat) ile hamur haline getirilmiştir. Elde edilen zeytin hamuruna Minitab 16 Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılarak elde edilen deneme deseninde belirlenen oranlarda kurutulmuş ve öğütülmüş altın çilek meyvesi ilave edilmiş; önceden belirlenen sıcaklık ve süre değerleri her deneme için ayarlanarak yoğurma işlemi (malaksör, 250 dakika/devir) gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hamur karışımı mini dikey santrifüj dekantör (max: 5800 devir/dakika) devir sayısı kademeli olarak artırılarak 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Elde edilen çeşnili zeytinyağları analizleri yapılana kadar koyu renk cam şişelerde +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

Laboratuvar ölçekli Abencor sistemde gerçekleştirilen denemelerde yağ verimi, zeytin hamurundaki toplam yağ miktarı oranı (g yağ/kg hamur) olarak hesaplanmıştır.

3.2.7. Toplam karotenoit ve klorofil miktarının belirlenmesi

Minguez-Mosquera vd. (1991) tarafından tanımlanan yöntem kullanılarak altın çilek çeşnili zeytinyağlarındaki klorofil ve karotenoit pigmentleri belirlenmiştir. Bu amaçla 7.5 g zeytinyağı 25 mL sikloheksan içinde çözölmüş ve hazırlanan örneklerin 470 nm dalga boyunda absorbansları okunarak toplam karotenoit, 670 nm dalga boyundaki absorbansları okunarak da toplam klorofil miktarları aşğıdaki formüller (3.2 ve 3.3) kullanılarak hesaplanmıştır. Sikloheksan içinde hazırlanan yağ örneklerinin 630 nm, 670 nm ve 710 nm dalga boylarındaki absorbansları ölçölerek Pokorny vd. (1995) tarafından tanımlanan formöl (3.4) yardımı ile klorofil miktarının feofitin a eşdeğeri (mg feofitin a/kg yağ) hesaplanmıştır.

$$\text{Karotenoit miktarı (mg karotenoit/kg yağ)} = (A_{470} \times 10^6) / (2000 \times 100 \times L) \quad (3.2)$$

$$\text{Klorofil miktarı için (mg klorofil/kg yağ)} = (A_{670} \times 10^6) / (613 \times 100 \times L) \quad (3.3)$$

$$\text{Klorofil miktarı (mg feofitin a eşdeğeri/ kg yağ)} = 345.3 \times [A_{670} - (A_{630} + A_{710})] / L \quad (3.4)$$

Eşitlikte A, absorbansı; L ise ışın yolunu (hücre kalınlığını, mm) ifade etmektedir. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

3.2.8. UV ışığında özgül absorbans değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi

UV ışığında özgül absorbans değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi için Codex Alimentarius (2001) tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır. Bunun için 100 mg çeşnili zeytinyağı örneği 10 mL sikloheksan içerisinde çözülerek % 1'lik solüsyon hazırlanmıştır. K_{232} ve K_{270} değerleri hazırlanan solüsyonun spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, England) sırasıyla 232 ve 270 nm dalga boylarında absorbanları ölçülerek hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

3.2.9. Serbest asitlik değerinin belirlenmesi

Serbest yağ asitliği değeri yağların kalite açısından değerlendirilmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Serbest yağ asitliği değerini belirlemek için AOCS Official Method (1989) standart yöntemi kullanılmıştır (Anonymous, 1989). Analizler üç paralel halinde yapılmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.10. Peroksit değerinin belirlenmesi

Yağların birincil oksidasyon ürünlerinin tespitinde kullanılan peroksit değeri AOCS Official Method (1994) standart yöntemine göre belirlenmiştir (Anonymous, 1994). Analizler üç paralel halinde yapılmış, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeni milieşdeğer oksijen cinsinden hesaplanarak sonuçlar verilmiştir.

3.2.11. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Yağdan üç defa su:methanol (20:80 v/v) karışımı ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu methodu kullanılarak Singleton ve Rossi'ye (1965) göre yapılmıştır. Fenolik ekstraktından 40 µL alınarak bir tüp içerisine pipetlenmiş, üzerine 2.40 mL saf su ilave edilerek seyreltilmiştir. Daha sonra 200 µL Folin-Ciocalteu ayırıcı ilave edilerek karıştırılmıştır. Karışıma en erken 30 saniye en geç 7.5 dakika içinde 600 µL doymuş sodyum karbonat çözeltisi

(% 38, ağırlık/hacim) ilave edilmiştir. Son olarak 760 µL saf su ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti karanlıkta iki saat bekletildikten sonra şahit çözeltiye karşı absorbansı spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, England) 765 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asitten hazırlanmış çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisi ($r^2 = 0.999$) kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg yağ şeklinde hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

3.2.12. DPPH (2,2-Difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarındaki fenolik maddelerin hidrojen bağlama yeteneği Dorman vd. (2003) tarafından yayınlanmış olan 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi tayini kullanılarak hesaplanmıştır. Çeşnilendirilmiş zeytinyağından metanol su (80:20 v/v) karışımı ile elde edilen fenolik ekstraktlardan 50 µL alınarak tüplere pipetlenmiş ve üzerine 450 µL Tris-HCl tamponu (50mM, pH:7.4) ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışıma 1.00 mL DPPH (0.10mM, metanol içerisinde) çözeltisinden ilave edilerek oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Reaksiyon süresinin bitiminde çözeltinin 517 nm'de absorbansı spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, England) okunmuştur. Kontrol olarak fenolik ekstraktı yerine saf su kullanılmıştır.

DPPH (2,2-Difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi aşağıdaki formül (3.5) kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar % inhibisyon olarak verilmiştir. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon (DPPH)} = [(Abs_{Kontrol} - Abs_{Örnek}) / Abs_{Kontrol}] * 100 \quad (3.5)$$

3.2.13. Aroma profilinin belirlenmesi

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının aroma ekstraksiyonunda Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği, aroma profilinin belirlenmesinde ise Gaz Kromatografisi–Kütle Spektroskopisi (GC-MS) cihazı

kullanılmıştır. Bu amaçla çeşnilendirilmiş zeytinyağı örnekleri 2'şer g SPME örnek şişesine tartılmış, şişe silikon septa ile kapatılmıştır. Isıtıcıya yerleştirilen şişeler 45 °C'de 15 dakika süre ile ısıtılarak uçucu aroma bileşenlerinin dengeye gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra fiber şişeye daldırılarak 45 dakika bekletilmiş tepe boşluğunda bulunan uçucu bileşenlerin fiber tarafından adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Şişeden ayrılan fiber gaz kromatografi cihazının enjeksiyon bloğuna yerleştirilmiş burada 5 dakika bekletilerek yakalanan uçucu aroma bileşenleri desorbe edilerek GC-MS sistemi kolonuna gönderilmiştir. Cihaz şartları aşağıda verilmiştir:

Kullanılan Cihaz: Shimadzu (Japan) GC PLUS 2010 GC/MS

Kullanılan Dedektör: GCMS-QP2010 SE

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250 °C

Dedektör sıcaklığı: 250 °C

Akış Hızı (mL/dakika): 1.61

Dedektör: 70 eV

İyonlaştırma Türü: EI

Taşıyıcı Gaz: Helyum

Kullanılan Kolon: Restek Rx-5 SilMS 30 m, 0.25 mm, 0.25 µm

Fırın Sıcaklık Programı: 40 °C de 2 dakika bekledikten sonra 250 °C'ye dakikada 4°C'lik artışla ulaşıyor. 250 °C'de 5 dakika bekliyor.

SPME Şartları: CAR/PDMS fused silica SPME fiber kullanılmıştır.

Sonuçlar % kalitatif değer olarak Wiley, Nist, FFNSC kütüphanelerinden taranarak hesaplanmıştır. LRI (Doğrusal Alıkonma İndeks) değerleri: ise C7-C30 alkan standartları (Supelco-49451-USA) kullanılarak hesaplanmıştır. Aroma bileşenlerine karşılık gelen LRI (Doğrusal Alıkonma İndeks) değerleri Çizelge 3.3'te verilmiştir:

Çizelge 3.3. Aroma bileşenleri ve LRI (Doğrusal Alıkonma İndeks) değerleri

LRI	Aroma Bileşeni	LRI	Aroma Bileşeni
<700	Aseton	900	Nonan
<700	Metil asetat	913	Asetilfuran
<700	2-metil propanal	933	α-pinen
<700	Etil asetat	934	2-metil-heptan-3-one
<700	Asetik asit	953	Kamfen

<700	Pentanal	960	5-Metil-2-furfural
<700	2-metil bütanal	978	Okten-3-ol
<700	3-Metil bütanal	986	6-metil-5-hepten-2-one
<700	1-Penten-3-one	999	Bütil bütirat
718	Metil bütirat	1000	Dekan
731	Pent-3-en-2-one	1088	Nonan-3-one
733	2-Metil-1-bütanol	1025	p-simen
768	Isobutil asetat	1030	Limonen
774	Isobutirik asit	1032	1,8-sineol
782	Hekzan-3-one	1046	Beta osimen
801	Hekzenal	1066	1-Metil-2-oksopropil butirat
803	Etil bütirat	1093	α -p dimetilsitren
813	Bütil asetat	1101	Undekan
845	Furfural	1149	Kamfor
850	Trans -2-hekzenal	1200	Dodekan
854	Etil- benzen	1202	Etil kaprilat
863	o-ksilen	1375	α -kopaen
881	Hepten-3-ol	1399	Etil kaprat
887	p-ksilen		

3.2.14. Duyusal Kantitatif Tanımlama (QDA) Analizi

Natürel çeşnili zeytinyağı örneklerinin duyusal kantitatif tanımlama analizi (QDA) için, Meilgaard vd. (1991) tarafından belirlenen standart QDA (Kantitatif Tanımlama Analizi) testi uygulanmıştır. Ayrıca, Uluslararası Zeytinyağı Konseyinin (IOOC, 1992) önerdiği teknik (COI/T.20/Doc. No.3/Rev.2, 1992) ve yayınlanmış literatür bilgilerinden de çeşitli aşamalarda faydalanılmıştır (Lyon ve Watson, 1994). Zeytinyağını düzenli olarak tüketen ve seven gönüllü kişilerden QDA testi için panelist olarak seçim yapılmıştır. Panelistlere en az 15 saat eğitim verilmiştir. Bir yuvarlak masa etrafında önce panelistlere testin uygulanışı, dikkat edilecek hususlar anlatılmış, daha sonra çok farklı özelliklere sahip taze ve depolanmış çeşnili zeytinyağı örnekleri kullanılarak terminolojileri geliştirilmiştir. Panel liderinin sadece moderatör olduğu oturumlarda, panel natürel çeşnili zeytinyağlarını tanımlayacak ortak terminolojiyi ve bunların tanımlarını oluşturmuştur. Daha sonraki oturumlarda 15 cm'lik skala üzerinde tayin edilen duyusal tanımlayıcı terimlerin şiddetlerini ölçmeye yarayacak standart referans materyalleri (gıda maddeleri, kimyasal çözeltiler ve diğer materyaller) kullanılarak panel eğitimi minimum standart hata seviyesine kadar devam ettirilmiştir. Bu araştırmada kullanılan zeytinyağı QDA terimleri, tanımları ve referans maddeleri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Panelin belirlediği ve QDA testinde kullanılan duyuşal tanımlayıcı terimler

Duyuşal Tanımlayıcı	Tanım	Referans
Görünüş özellikleri		
<i>Sarılık</i>	Sarı rengin miktarı ve gücü	Sıvı gıda boyası, zeytin yaprağı,
<i>Yeşillik</i>	Yeşil rengin miktarı ve gücü	Diğer sıvı yağlar, deterjanla
<i>Berraklık</i>	Parlaklığın derecesi, donuk değil	bulandırılmış yağ
Koku özellikleri		
<i>Zeytin kokusu</i>	Zeytin meyvesinin koku şiddeti	Zeytin çiçeği kolonyası / Zeytin ezmesi.
<i>Meyve kokusu</i>	Domates/ananas	Altın çilek meyve ezmesi
<i>Çimen kokusu</i>	Taze kesilmiş çimen kokusu	Cis-3-hekzenol / Kesilmiş çimen
<i>Küf/Toprak</i>	Islak toprak ve küf kokusu	2-Etil-1-hekzanol / Geosmin / Islak toprak
<i>Ransit</i>	Acılaşmış yağ aroması	Yıllanmış ve ısıtılmış ayçiçek yağı
Lezzet özellikleri		
<i>Asit</i>	Tipik ekşi tat algısı	%0.05'lik Sitrik asit çözeltisi
<i>Acı</i>	Acı biber tadı	%0.05'lik Kafein çözeltisi
<i>Buruk</i>	Damak ve ağzı büran sert algı	%0.5'lik Şap çözeltisi / Şekersiz çay
<i>Meyvemsi</i>	Domates/ananas	Altın çilek meyve ezmesi
<i>Sabun</i>	Kokusuz sabun lezzeti	Dodekonoik asit, sade (aromasız) elsabunu
<i>Metal</i>	Kağıt karton veya demir metalin lezzeti	Demir sülfat / Karton
Ağız hissi özellikleri		
<i>Gırtlakta Yakıcılık</i>	Gırtlakta kalıcı bir yanma hissi	Yutmadan 30 saniye sonraki
<i>Ağızda dolgunluk</i>	Doluluk ve kıvam hissi, susuz gibi	algı yoğunluğu.

Her bir oturumda panelistlere 3-rakamla kodlanmış oda sıcaklığındaki 4 adet çeşnili zeytinyağı örneği ince belli ve üstü kapatılmış cam bardaklarda sunulmuştur. Örneklerle beraber panelistlerin duyularını dinlendirmek ve tazelemeleri için, tükürme kabı, su, tuzsuz kraker ve bir dilim elma verilmiştir. Örnekler rastgele düzeninde iki defa olmak üzere tüm panelistlerce test edilmiştir. Testin uygulandığı koşullar Çizelge 3.5'te özetlenmiştir.

Çizelge 3.5. Zeytinyağının duyuşal değerdendirilmesinde uygulanan fiziksel koşullar (IOOC, 1992).

Örnek miktarı	15 ml
Bir defada sunulan örnek sayısı	4-5
Örnek sunum sıcaklığı	28° C ± 2 °C
Eğitim zamanı	10-12 saat
Kullanılan skala	15 cm düz skala
Panel odası sıcaklığı	20-22°C
Panel odası nemi	% 60-70
Örnek sunum araçları	Renk ve şekli ayarlanmış
Akustik klima	Evet
Panel odası ışık özellikleri	Uniform günışığı

3.2.15. Zeytinyağı Örneklerinin Hedonik Analizi

Bu araştırmada kullanılan altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağı örneklerinin tüketiciler tarafından beğenilme durumunu belirlemek için 9-noktalı Hedonik cetvel kullanılarak (1-Hiç beğenmedim, 9-Çok beğendim) tüm örneklerin her biri 50 tüketici tarafından değerdendirilmiştir (Yılmaz, 2007).

3.2.16. İstatistiksel analizler

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının üretim optimizasyonunu gerçekleştirmek için ilk olarak Minitab (Minitab 16.1.0.0) paket istatistik programı kullanılarak merkezi karma tasarım (Central composite design) ile deneme deseni elde edilmiştir. Elde edilen deneme desenine göre altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının üretimi gerçekleştirilmiştir. Altın çilek çeşnili zeytinyağları için gerçekleştirilen analizler sonucu elde edilen verilerin istatistiksel değerdendirilmesinde ve üretim koşullarının optimizasyonunun gerçekleştirilmesinde Yanıt Yüzey Yöntemi (Response Surface Method) kullanılmıştır. Modeller üç değışkenli ikinci dereceden eşitliğe göre belirlenmiştir (3.6).

$$Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j \quad (3.6)$$

Eşitlikte Z bağımlı değişken, X bağımsız değişken, β_0 sabit katsayı, β_i Birinci dereceden (doğrusal) denklem katsayısı, β_{ii} ikinci dereceden denklem katsayısı ve β_{ij} iki faktörlü çapraz etkileşim katsayısıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Meyve Fizikokimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan Memecik çeşidi zeytin meyvelerine ait fiziko-kimyasal özelliklere ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde zeytin meyvelerinin olgunluk indeksinin 4.91 olarak belirlendiği görülmektedir.

Çizelge 4.1. Memecik zeytin çeşidinin meyve fiziko-kimyasal özelliklerine ilişkin ortalama değerler (n=3)

Fizikokimyasal Özellikler	
Olgunluk indeksi	4.91±0.02
Meyve ağırlığı (g)	3.56±0.15
Meyve eni (mm)	15.93±0.28
Meyve boyu (mm)	22.53±0.24
Meyve şekil indeksi (uzunluk/genişlik)	1.41±0.02
Çekirdek ağırlık (g)	0.73±0.05
Çekirdek en (mm)	7.40±0.40
Çekirdek boy (mm)	16.53±0.61
Et / çekirdek oranı (Meyve eti ağırlığı/çekirdek ağırlığı)	3.82±0.52
Kuru Madde Miktarı (%)	49.98±0.74
Nem Miktarı (%)	50.02±0.74
Yağ Miktarı (%)	46.56±1.22

4.91 olgunluk indeksine sahip Memecik meyvelerinin meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm) ve meyve şekil indeksi değerleri sırasıyla 3.56, 15.93, 22.53 ve 1.41 olarak belirlenmiştir. Canözer (1991), Memecik çeşidinin meyve özelliklerini belirlediği çalışmasında meyve enini 19.40 mm, boyunu 25.61 mm, meyve boy/en oranını ise 1.32 olarak bildirmiştir. Dolgun vd. (2010), organik ve konvensiyonel yetiştirme koşullarını karşılaştırdıkları çalışmalarında Memecik çeşidinin olgunlaşma derecesini aynı sırayla 6.15-6.21; bu olgunlaşma derecelerinde meyve ağırlığını 4.38 -4.81 g, meyve enini 1.78-1.79 cm, meyve boyunu ise 2.21-2.56 cm olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde Aşık ve Özkan (2010) tarafından yürütülen çalışmada 6.91 olgunlaşma derecesinde Memecik çeşidinin meyve ağırlığı 5.98 g, meyve eni, meyve boyu ve meyve şekil indeksi ise sırasıyla 1.88 cm, 2.55 cm, 1.36 olarak tespit edilmiştir. Dalgıç vd. (2013), tarafından erken hasat

zeytinyağlarında olgunluk indeksinin raf ömrü ve bazı kalite kriterlerine etkilerinin incelendiği çalışmada ise Memecik çeşidi zeytin meyvelerinin olgunluk indeksinin 4.50 olduğu dönemde meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı sırasıyla 1.76 (cm), 2.65 (cm) ve 5.22 (g) olarak belirlenmiştir. Nergiz ve Engez (2000) ve Aşık (2011) ise olgunlukla birlikte meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve meyve şekil indeksi değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarımız bu bulgular ile kıyaslandığında meyve eni, meyve boyu ve meyve şekil indeksi değerlerinin literatürlerle uyumlu olduğu ancak meyve ağırlığı değerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Gözlemlenen farklılıkların ise yetiştirme koşulları, hasat zamanı, iklim verileri vb faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Zeytin meyvelerinde genel olarak çekirdeklerin küçük ve pürüzsüz olması aynı zamanda etten kolay ayrılması istenir. Ayrıca et/çekirdek oranının yüksek olması da çeşitler arasında aranan bir özelliktir (Tutar, 2010). Araştırmamızda, çekirdek ağırlığı (g), çekirdek eni (mm), çekirdek boyu (mm) ve et/çekirdek oranı değerleri sırasıyla 0.73, 7.40, 16.53 ve 3.82 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Nergiz ve Engez (2000), Memecik çeşidi meyvelerinin et/ çekirdek oranının olgunlaşmaya bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Aşık (2011) tarafından 3 farklı olgunluk indeksinin çalışıldığı çalışmada 4.44 olgunluk indeksinde çekirdek ağırlığı (g), çekirdek eni (cm), çekirdek boyu (cm) ve et/çekirdek oranı sırasıyla 0.86, 0.81, 1.67 ve 5.40 olarak belirlenmiştir. Dalgıç vd. (2013) 2.00, 4.20 ve 4.50 olgunluk indeksindeki Memecik çeşidi zeytin meyvelerinin çekirdek ağırlığı, çekirdek eni ve çekirdek boyu değerlerinin olgunlaşmaya bağlı olarak dalgalanma göstererek artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki olgunluk indeksinden daha yüksek olgunluk indeksinde çalışılan literatürler (Aşık ve Özkan, 2010; Dolgun vd., 2010) incelendiğinde çekirdek ağırlığı ve et/çekirdek oranının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgularımızın belirlenen bu değerler bakımından incelenen literatür bulgularıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Gözlemlenen farklılıkların ise olgunluk derecesi, yetiştirme koşulları, hasat zamanı, iklim verileri vb. faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Çizelge 4.1’ de görüldüğü üzere 4.91 olgunluk indeksine sahip Memecik çeşidi zeytin meyvelerine ait nem, kuru madde ve kuru maddede yağ miktarı sırasıyla % 50.02, % 49.98 ve % 46.56 olarak belirlenmiştir. Çolakoğlu ve Oktar (1975), Nergiz

ve Engez (2000), Günç Ergönül (2006), Aşık (2011) ve Dalgıç vd. (2013) olgunlaşmaya bağlı olarak nem miktarının dalgalanma göstererek azaldığını belirtmişlerdir. Aşık (2011) 4.44 ve Dalgıç vd. (2013) 4.50 olgunluk indeksinde Memecik çeşidi zeytin meyvelerinin nem miktarını sırasıyla 59.96 ve 56.11 olarak belirlemişlerdir. Olgunlaşma ile azaldığı belirtilen nem miktarı sonuçlarımızın bu bağlamda literatürler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çolakoğlu ve Oktar (1975), olgunluk derecesinin yağın kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada olgunlaşmayla birlikte zeytin danesindeki yağ oranının arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Aşık (2011) tarafından yürütülen çalışmada da olgunluğa bağlı olarak kuru maddedeki yağ miktarının artış gösterdiği bildirilmiştir. Nergiz ve Engez (2000) ve Günç Ergönül (2006), Memecik çeşidi zeytinlerin yağ miktarının Kasım ayına kadar arttığını ve Aralık ayında azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Dolgun vd. (2010), Memecik çeşidinin kuru maddedeki yağ miktarını 6.15 olgunlaşma derecesinde 29.55, 6.21 olgunlaşma derecesinde 31.47 olarak tespit etmişlerdir. Aşık ve Özkan (2010) ise olgunlaşma derecesi 6.91 olan Memecik çeşidinin kuru maddedeki % yağ miktarını 44.74 olarak tespit etmişlerdir. Dalgıç vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada ise kuru maddedeki yağ miktarının ben düşme (2.00) döneminden mor döneme (4.20) artış; mor dönemden siyah döneme (4.50) ise azalış gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma bulgularımızın incelenen literatürler ile uyumlu olduğu; miktarlarda görülen farklılıkların ise hasat zamanı, yetiştirme koşulları, iklim vb koşullara bağlı olarak değişiklik göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Kalite Parametreleri

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının verim, serbest asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2’de ve tahmin edilen regresyon katsayıları Çizelge 4.3’ te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağlı verim (%), serbest asitlik (% oleik asit), peroksit (meq O₂/kg yağ), K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerindeki değişimler

Deney no ^a	Bağımlı Değişkenler				
	Verim	Serbest Asitlik	Peroksit Değeri	K ₂₃₂	K ₂₇₀
1	14.82	0.60	6.23	1.77	0.18
2	14.18	0.54	6.65	1.81	0.23
3	15.65	0.49	6.41	1.92	0.29
4	12.81	0.54	6.73	1.90	0.25
5	15.19	0.60	6.30	1.76	0.19
6	15.74	0.49	6.27	1.93	0.33
7	15.65	0.50	6.53	1.95	0.33
8	12.81	0.58	7.25	1.90	0.23
9	15.65	0.50	6.36	1.91	0.33
10	13.45	0.68	6.84	1.89	0.19
11	14.46	0.52	5.80	1.81	0.20
12	16.20	0.52	6.54	1.78	0.22
13	12.81	0.49	6.12	1.84	0.26
14	12.17	0.63	6.67	1.96	0.33
15	16.93	0.55	6.45	1.86	0.28
16	13.18	0.55	7.07	1.93	0.42
17	14.82	0.58	7.62	1.93	0.55
18	15.65	0.50	6.36	1.90	0.30
19	12.81	0.56	6.82	1.98	0.52
20	15.65	0.50	6.51	1.93	0.28

a, rastgele seçilmiş

Çizelge 4.3. Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağlı verim (%), serbest asitlik (% oleik asit), peroksit değeri (meq O₂/kg yağ), K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerine ilişkin model katsayıları ve değerlendirme parametreleri

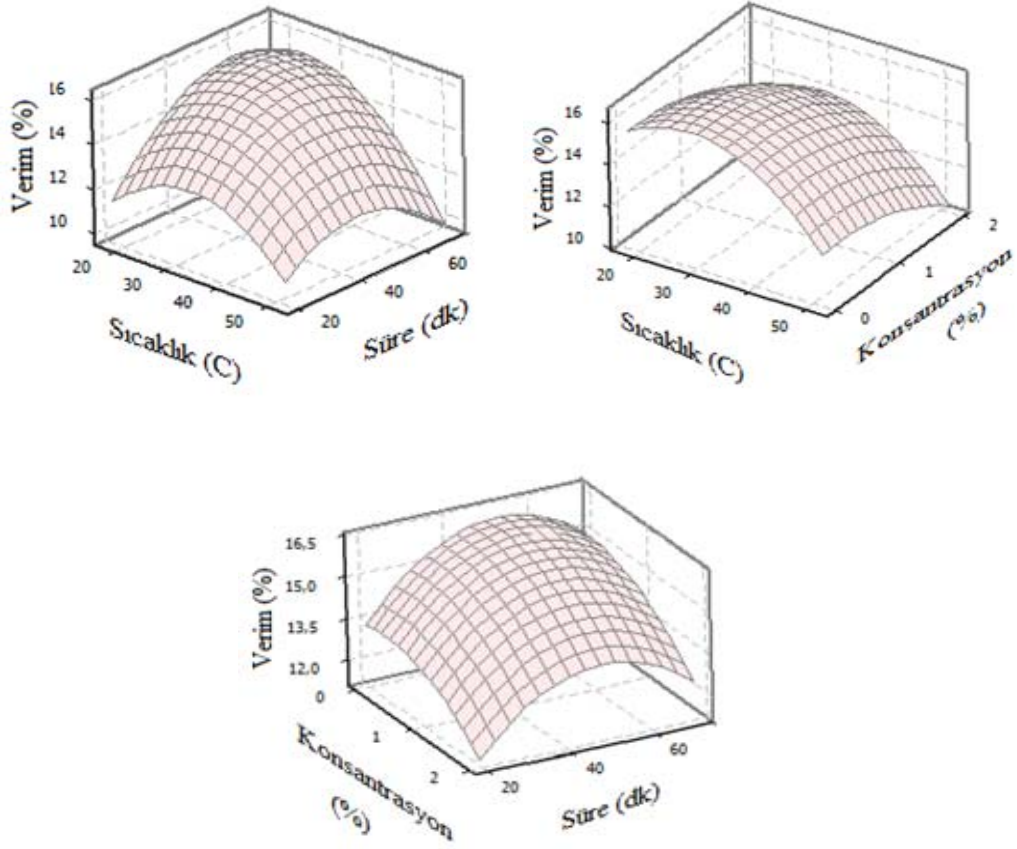
Model katsayıları ^a	Katsayılar				
	Verim	Serbest Asitlik	Peroksit Değeri	K ₂₃₂	K ₂₇₀
β_0	-1.09182 ^{ns}	0.90455 ^{***}	5.46189 ^{**}	1.57010 ^{***}	0.51579 [*]
β_1	0.54339 ^{**}	-0.01658 ^{**}	0.04456 ^{ns}	0.01403 ^{**}	0.00161 ^{ns}
β_2	0.37809 ^{***}	-0.00521 ^{ns}	-0.05887 ^{ns}	-0.00288 ^{ns}	-0.02067 ^{**}
β_3	0.46136 ^{ns}	-0.04481 ^{ns}	1.71951 [*]	0.10165 ^{ns}	0.03051 ^{ns}
β_{11}	-0.00751 ^{***}	0.00043 ^{***}	0.00018 ^{ns}	-0.00024 ^{***}	-0.00027 [*]
β_{22}	-0.00283 ^{**}	0.00010 ^{**}	0.00121 ^{***}	-0.00003 ^{ns}	0.00011 [*]
β_{33}	-0.77091 ^{ns}	0.02407 ^{ns}	-0.11882 ^{ns}	-0.08480 ^{***}	-0.05757 ^{ns}
β_{12}	-0.00252 ^{ns}	-0.00017 ^{**}	-0.00050 ^{ns}	0.00016 ^{**}	0.00045 ^{***}
β_{13}	0.00585 ^{ns}	-0.00382 ^{**}	-0.00964 ^{ns}	0.00180 ^{ns}	0.00288 ^{ns}
β_{23}	-0.00648 ^{ns}	0.00261 ^{**}	-0.02487 [*]	0.00008 ^{ns}	-0.00007 ^{ns}
Model	***	***	**	***	***
R ²	90.76	92.85	83.41	96.16	93.07

^a β_0 sabit katsayı, β_i Birinci dereceden (Doğrusal) denklem katsayısı, β_{ii} ikinci dereceden denklem katsayısı ve β_{ij} iki faktörlü çapraz etkileşim katsayısıdır. ^{ns}, İstatistiksel olarak önemsiz ($p \geq 0.05$); ^{*}, İstatistiksel olarak % 95 seviyesinde önemli ($p \leq 0.05$); ^{**}, İstatistiksel olarak % 99 seviyesinde önemli ($p \leq 0.01$); ^{***}, İstatistiksel olarak % 99.9 seviyesinde önemli ($p \leq 0.001$).

Sonuçlar incelendiğinde çeşnilendirilmiş zeytinyağı üretim veriminin % 12.17 ile % 16.93 arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.2). Verim için yanıt yüzey yöntemine göre elde edilen modelde bağımsız değişkenlerden ilave edilen altın çilek miktarına ait terimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ($p>0.05$), incelenen diğer parametrelere ait tüm terimlerin önemli etkileri tespit edilmiştir ($p\leq 0.01$). Ancak yoğurma süresi ve sıcaklığının etkileşimi de önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.3). Verime yönelik modelin tahmin performansı incelendiğinde başarılı olduğu tespit edilmiştir ($R^2>0.90$).

Altın çilek çeşnili zeytinyağı üretiminde ekstraksiyon verimi üzerine sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesinin etkisi ise Şekil 4.1’ de verilmiştir. Sıcaklık ve süre artışı belli bir noktaya kadar verimi artırırken; bu noktadan sonra verimde azalma görülmektedir. Yoğurma aşamasında hamura altın çilek meyvesi yüksek miktarda ilave edildiği zaman zeytinyağı üretim verimi olumsuz etkilenmiştir. Verim üzerine sıcaklık ve altın çilek ilavesinin incelenir ise sıcaklığın 20-30 °C ve altın çilek ilavesinin (%) 0-1 arasında olduğu durumda verimin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağı üretiminde en düşük verim 51.82 °C sıcaklık, 45 dak süre ve % 0.99 altın çilek ilavesiyle; en yüksek verim ise 35 °C sıcaklık, 45 dak süre ve % 0 altın çilek ilavesiyle yoğurmanın yapıldığı uygulamalarda elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan literatür araştırmalarında ise tartışma için herhangi bir kaynağa rastlanmamış olup, sadece Baiano vd. (2009) tarafından yürütülen çalışmada çeşnilendirme işleminin yoğurma prosesi sırasında gerçekleştirildiği ancak çeşnilendirmenin zeytinyağı üretim verimi üzerine etkilerinin çalışılmadığı tespit edilmiştir. Ancak zeytinyağı üretimi yoğurma aşaması sıcaklık ve süre optimizasyonunun belirlendiği çalışmalarda (Uceda vd., 2006; Kalua vd., 2006; Ranalli vd., 2003; Di Giovacchino vd., 2002a; Espínola vd., 2011) benzer şekilde ortalama bir sıcaklık değerinde verimin arttığı ancak yoğurma süresinin uzun tutulması gerektiği bildirilmiştir. Yoğurma sıcaklığı açısından sonuçlarımız literatürler ile uyumlu bulunurken, yoğurma süresi açısından farklılıklar görülmektedir. Görülen bu farklılığın ise başta çeşnilendirme işlemi olmak üzere çeşit, olgunluk indeksi, yetiştirme koşulları ve iklim gibi birçok faktörden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



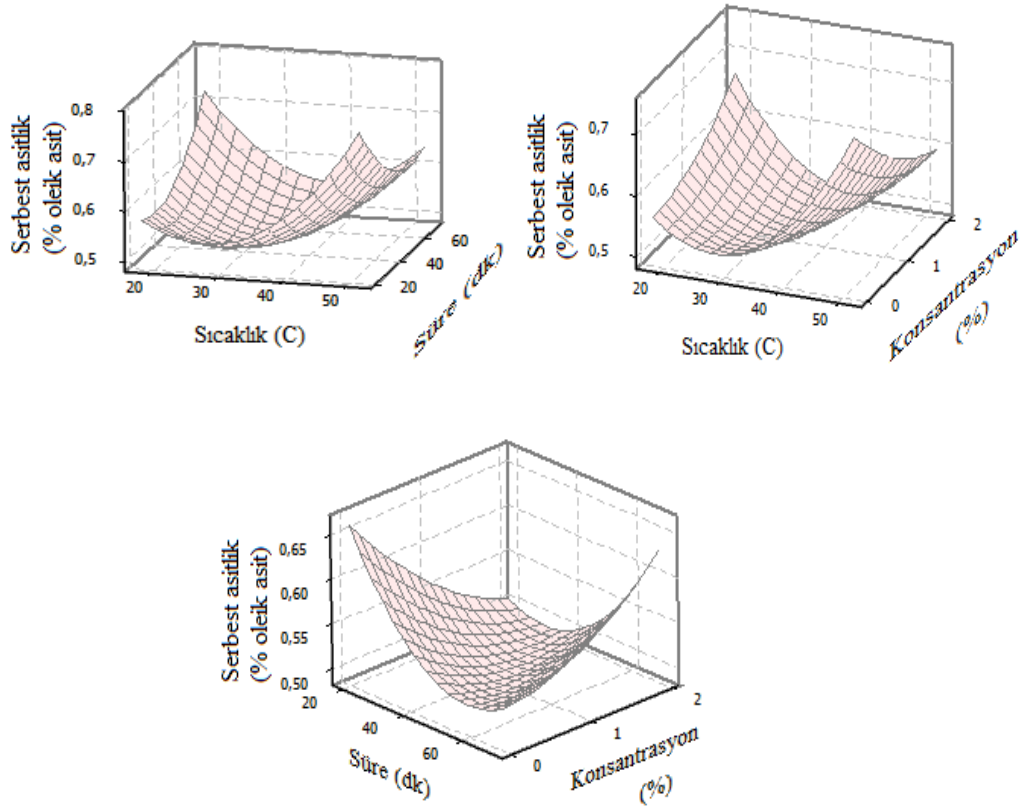
Şekil 4.1. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin verim üzerine etkisi

Serbest yağ asitliği değeri yağlarda bağlı olmayan serbest toplam yağ asitlerinin yüzde miktarının ifadesidir ve oleik asit yüzdesi olarak belirtilmektedir (Nas vd. 2001). Yağların sınıflandırılmasında ve kalite açısından değerlendirilmesinde önemli bir parametre olan serbest asitlik değerinin farklı yoğurma işlemi şartlarından çok fazla etkilenmediği, elde edilen tüm sonuçların Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Tebliği (2010) tarafından natürel sızma zeytinyağları için izin verilen en yüksek değer olan 0.80' in (% oleik asit) altında kaldığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının serbest asitlik değerleri % 0.49 - % 0.68 arasında değişmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde serbest asitlik değeri için geliştirilmiş olan model değişkenlerinden sıcaklıkla ilgili terimler istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.01$), süre ve altın çilek ilavesine ait birinci dereceden terimler önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Sıcaklığa ilaveten, süre değişkeninin ikinci dereceden etkisi ve tüm değişkenlerin birbirleriyle etkileşimleri yağın serbest asitliğini önemli

derecede deęiřtirmiřtir ($p \leq 0.05$). Serbest asitlik deęerine ynelik modelin tahmin performansı incelendięinde bařarılı olduęu tespit edilmiřtir ($R^2 > 0.92$).

Serbest asitlik deęeri zerine yoęurma sıcaklık, sre ve hamura altın ilek ilavesinin etkisinin incelendięi grafikler řekil 4.2’de verilmiřtir. Buna gre serbest asitlik deęeri 30°C’ de 40 dakika sonrası artıř gstermiřtir. En yksek serbest asitlik deęeri ise 45 °C sıcaklık, 30 dak sre ve % 0.40 altın ilek kullanıldıęı 10 numaralı uygulamada belirlenmiřtir (izelge 4.2).



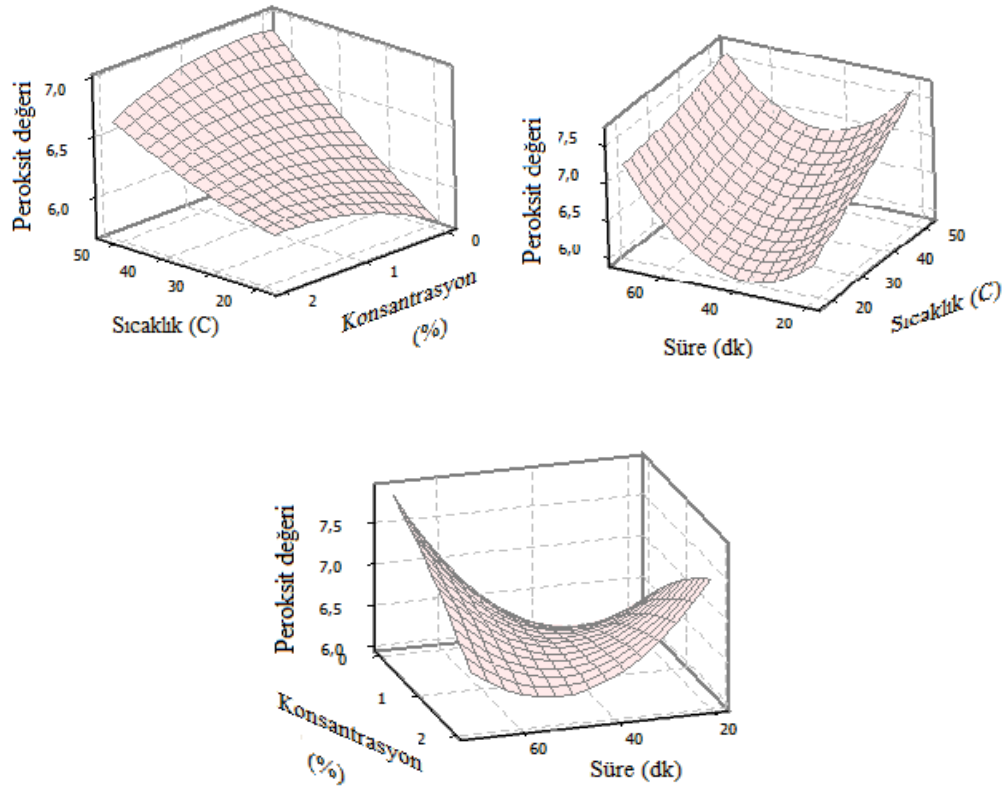
řekil 4.2. Sıcaklık (°C), sre (dak) ve altın ilek miktarı (%) deęiřkenlerinin serbest asitlik deęeri (% oleik asit) zerine etkisi

Yoęurma sresi ve altın ilek ilavesinde artıř serbest asitlik deęerinde de bir noktadan sonra artıřa neden olmaktadır. Yapılan kaynaka taramalarında sonularımız ile uyumlu olarak, yoęurma ařamasında eřnilendirme iřlemini gerekleřtiren Baiano vd. (2009) kontrol rneęinin serbest asitlik deęerinin eřnili zeytinyaęlarından yksek olduęunu bildirmiřlerdir. Asensio vd. (2011) ise eřnili zeytinyaęlarının depolama sonucu serbest asitlik deęerlerinin daha dřk olduęunu bildirmiřlerdir. Artan kırmızı biber konsantrasyonu ve maserasyon sresi ile serbest

asitlik deęerinin artıř gsterdięi belirtilmiřtir (Caporaso vd., 2013). alıřmamızdaki eřnilendirme ynteminden farklı bir teknik olan, maserasyon ya da uucu yaę ilavesi ile eřnilendirme yntemi kullanılarak yapılan dięer alıřmalarda ise zeytinyaęlarının serbest asitlik deęerleri kontrol rneklerinden daha yksek belirlenmiřtir (Gambacorta vd., 2007; Ayadi vd., 2009; Dıraman ve Hıřıl, 2010; Issaoui vd., 2011).

Yaęların birincil oksidasyon rnlerinin tespitinde kullanılan peroksit deęerleri, natrel sızma zeytinyaęları iin Trk Gıda Kodeksi Zeytinyaęı Teblięi (2010)' nde belirlenen deęer 20 (meq O₂/kg yaę)'den dřk hesaplanmıřtır. Tm uygulamaların peroksit deęerleri incelendięinde sonuların 5.80 ile 7.62 arasında deęiřtięi grlmektedir (izelge 4.2). Peroksit deęeri iin ilave edilen altın ilek miktarı istatistiksel olarak nemli bulunurken ($p \leq 0.05$); sıcaklık ve sre deęiřkenlerine ait birinci dereceden deęiřkenlerin nemsiz olduęu belirlenmiřtir ($p > 0.05$) (izelge 4.3). İkinici derece deęiřkenlerden srenin ($p \leq 0.01$); sre ve altın ilek ilavesine ait deęiřkenlerin etkileřiminin ($p \leq 0.05$) istatistiksel olarak nemli olduęu grlmřtr. Peroksit deęeri iin modelin tahmin performansı incelendięinde bařarılı olduęu belirlenmiřtir ($R^2 > 0.83$).

Peroksit deęeri zerine yoęurma sıcaklık, sre ve hamura altın ilek ilavesinin etkisinin incelendięi grafikler řekil 4.3' te verilmiřtir. Peroksit deęeri yoęurma sıcaklıęındaki artıřla ykselmiřtir. Altın ilek ilavesinin ise dřk sıcaklıklarda peroksit deęeri zerinde nemli bir deęiřiklięe neden olmadıęı, ancak yksek sıcaklık deęerlerinde ise ilave edilen meyve miktarıyla birlikte peroksit deęerinin belli bir oranda arttıęı tespit edilmiřtir. Sıcaklıktan baęımsız olarak en kısa yoęurma sresinden en uzun iřleme kadar peroksit deęerinde ncelikle dřř ve devamında artıř grlmřtr. Sonu olarak alıřılan aralıkta ortalama bir yoęurma sresi peroksit deęerini minimize etmektedir (řekil 4.3). Altın ilek ilavesinin peroksit deęeri zerindeki etkisi ise sre ile deęiřiklik gstermiřtir. Kısa sreli iřlemlerde meyve deęeri ve peroksit deęeri paralel bir davranıř gstermiř, uzun sreli yoęurmalarda ise aralarında ters orantılı bir iliřki olduęu tespit edilmiřtir (řekil 4.3). En dřk peroksit deęeri 25 C' de 30 dak ve % 0.40 altın ilek ile retilen 11 numaralı uygulamada; en yksek peroksit deęeri ise 35 C' de 70.23 dak ve % 0.99 altın ilek ile retilen 17 numaralı uygulamada tespit edilmiřtir (izelge 4.2).



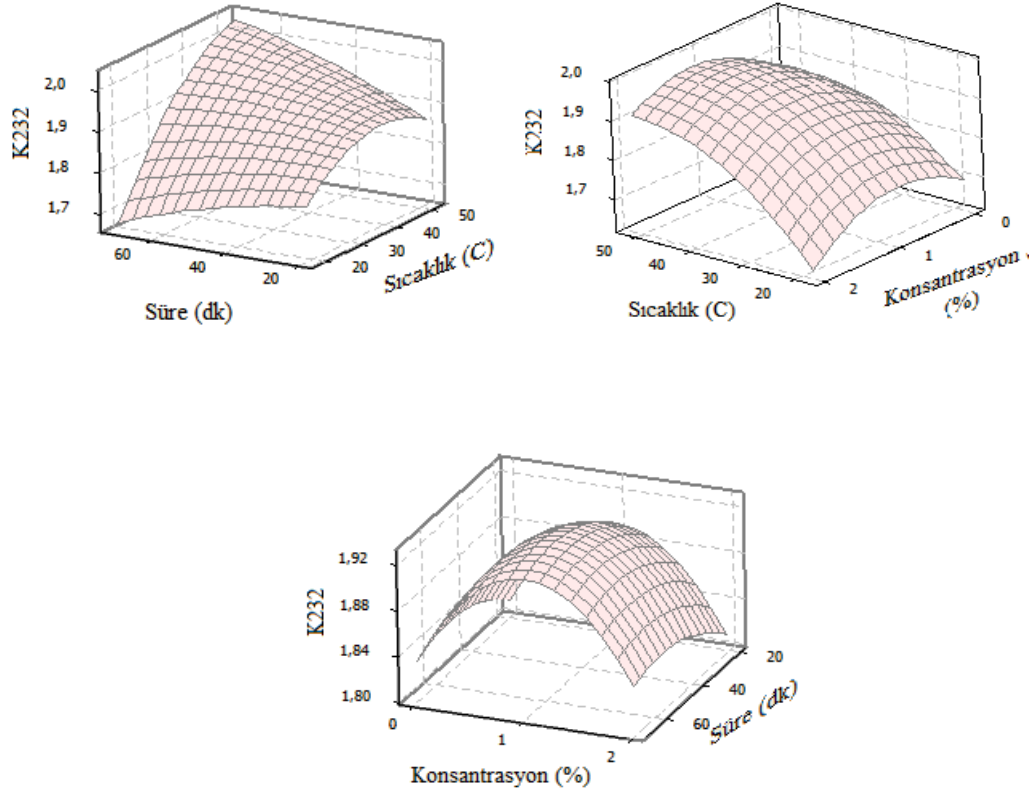
Şekil 4.3. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin peroksit değeri (meq O₂/kg yağ) üzerine etkisi

Baiano vd. (2009) tarafından yürütülen çalışmada çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerinin çeşnilendirmede kullanılan aromatik bitkilere göre değişiklik gösterdiği ancak genel olarak çeşnilendirme işlemi ile bir miktar artış gösterdiği bildirilmiştir. Damechki vd. (2001) ise artan maserasyon süresi ile peroksit değerinde de artış olduğunu bildirmişlerdir. Antoun ve Tsimidou (1997), Özcan (1999), Gouveia vd. (2006), Gambacorta vd. (2007), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009), Baiano vd. (2009), Dıraman ve Hışıl (2010), Asensio vd. (2011), Zouari vd. (2012) ve Caporaso vd. (2013) ise yaptıkları çalışmalarda çeşnilendirme işlemi ile zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Issaoui vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmada ise çeşnilendirme ile zeytinyağlarının oksidatif stabilitesinin değişmediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda incelenen literatürler ile çalışma sonuçlarımızın uyumlu olduğu; gözlemlenen farklılıkların ise çeşnilendirme yöntemi ve kullanılan bitki çeşitliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının UV ışınında özgül absorbands değerlerinden K_{232} değerlerinin natürel sızma zeytinyağları için belirlenen 2.50 değerinden düşük; K_{270} sonuçlarının bazılarının ise üst sınır olan 0.22 değerinden yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). K_{232} ve K_{270} değerleri sırasıyla 1.76-1.98 ve 0.18-0.55 arasında belirlenmiştir.

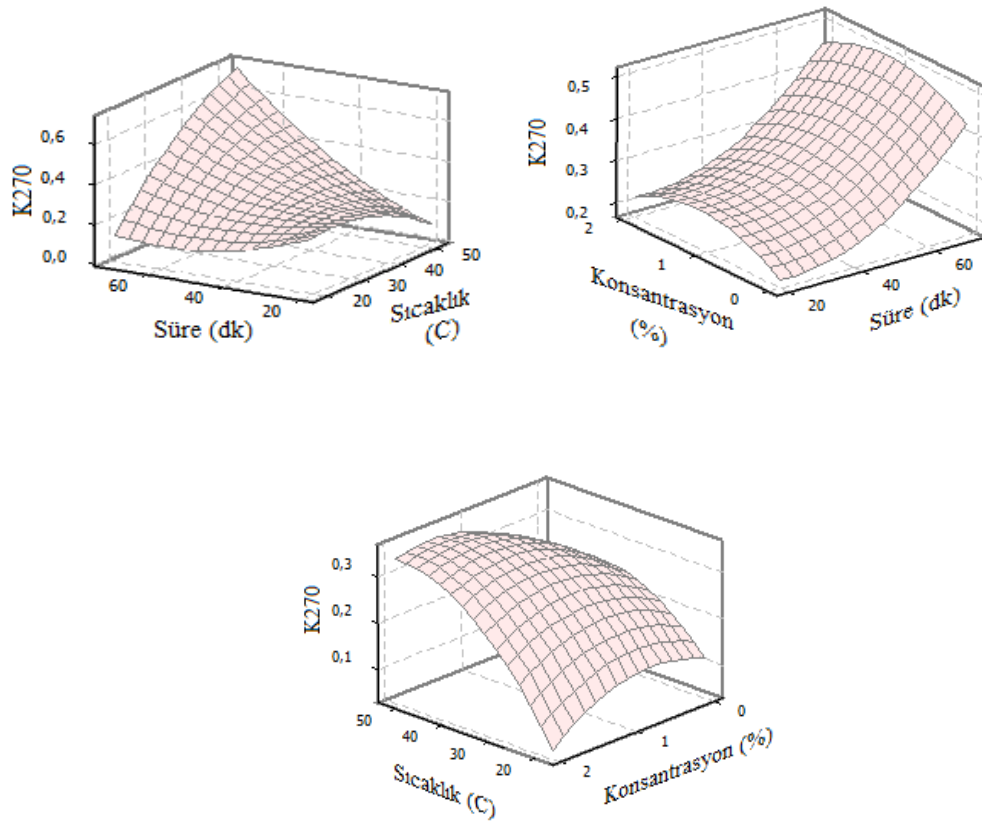
Çizelge 4.3 incelendiğinde ise UV özgül absorbands değerlerinden K_{232} değeri için yanıt yüzey yöntemine göre elde edilen modelde birinci dereceden terimlerden sadece sıcaklık değişkeninin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.01$). İkinci derece değişkenlerden sıcaklık ve ilave edilen altın çilek miktarı ($p \leq 0.001$) ile sıcaklık ve süre değişkenlerinin etkileşimi ($p \leq 0.01$) de K_{232} değeri için önemli bulunmuştur. K_{270} değeri üzerinde bağımsız değişkenlerden sürenin birinci derece terimi ($p \leq 0.01$), sıcaklık ve süre değişkeninin ikinci dereceden etkisi ($p \leq 0.05$) ayrıca sıcaklık ve süre değişkenlerinin etkileşimi ($p \leq 0.001$) istatistiksel olarak etkili bulunmuştur. Meyve ilavesinin önemli etkisi olmadığı tespit edilmiştir. K_{232} ve K_{270} değerleri için model tahmin performansı oldukça yüksek tespit edilmiş olup R^2 değeri sırasıyla 0.96 ve 0.93 olarak belirlenmiştir.

Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin K_{232} değeri üzerine etkisi Şekil 4.4' te verilmiştir. Şekiller incelendiğinde K_{232} değerinin artan sıcaklık ve süre uygulaması ile artış gösterdiği görülmektedir. K_{232} değeri üzerinde sıcaklık ve ilave edilen meyve miktarının etkisi incelendiğinde ise sıcaklık artışı ile K_{232} değerinin artış gösterdiği ancak altın çilek ilavesindeki artış ile K_{232} değerinin önce artıp daha sonra azaldığı belirlenmiştir. Yoğurma süresi de ilave edilen altın çilek meyvesi miktarı ile K_{232} değeri üzerinde benzer bir etki göstermiştir. Ancak bu etkinin meyve miktarı kadar yoğun olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4). K_{232} için en düşük değer 5 numaralı (25 $^{\circ}\text{C}$, 60 dak ve % 1.58 altın çilek) uygulamada, en yüksek değer ise 19 numaralı (45 $^{\circ}\text{C}$, 60 dak ve % 1.58 altın çilek) uygulamada tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4.4. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin K_{232} değeri üzerine etkisi

Sıcaklık (°C), süre (dak) ve konsantrasyon (%) değişkenlerinin K_{270} değeri üzerine etkisi Şekil 4.5’ te verilmiştir. Grafikler incelendiğinde artan yoğurma süresi ve sıcaklığı ile K_{270} değerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. İlave edilen altın çilek miktarı K_{270} değeri üzerinde çok etkili olmaz iken süre artışı ile K_{270} değerinin çok fazla artış gösterdiği görülmektedir. İlave edilen meyve miktarı K_{270} değerini ilk olarak artırırken daha sonra azaltmış, sıcaklık artışı ise K_{270} değerini olumsuz etkileyerek artırmıştır (Şekil 4.5). K_{270} değeri ise en düşük 1 numaralı (18.18 °C, 45 dak ve % 0.99 altın çilek); en yüksek 17 numaralı (35 °C, 70.23 dak ve % 0.99 altın çilek) uygulamada belirlenmiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4.5. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin K₂₇₀ değeri üzerine etkisi

Yapılan kaynakça taramalarında Gouveia vd. (2006), Gambacorta vd. (2007), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009), Baiano vd. (2009) ve Asensio vd. (2011) çeşnilendirme işleminin; Damechki vd. (2001) artan maserasyon süresinin, Caporaso vd. (2013) ise artan çeşni maddesi oranının K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen literatürler ile sonuçlarımızın uyumlu olduğu; gözlemlenen farklılıkların ise çeşnilendirmede kullanılan meyveden ve çeşnilendirme yönteminin farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir.

4.3. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Antioksidan ve Renk Özellikleri

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının renk özelliklerinden klorofil, karotenoid ve feofitin a miktarı ile fonksiyonel potansiyelinin göstergesi olarak toplam fenolik madde miktarı ve DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesine ait sonuçlar Çizelge 4.4'te, bu sonuçlara ait tahmin edilen model katsayıları ve model değerlendirme parametreleri ise Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağlı klorofil (mg/kg yağ), karotenoit (mg/kg yağ), feofitin a (mg/kg yağ), toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) ve DPPH (% inhibisyon) değerlerindeki değişimler

Deney no ^a	Bağımlı Değişkenler				
	Klorofil Miktarı	Karotenoit Miktarı	Feofitin a Miktarı	Toplam Fenolik Madde	DPPH
1	0.21	0.22	0.24	329	74.23
2	0.22	0.25	0.25	388	87.19
3	0.23	0.26	0.58	338	87.35
4	0.23	0.22	0.25	473	87.59
5	0.25	0.27	0.36	352	74.51
6	0.21	0.25	0.58	339	87.50
7	0.22	0.25	0.58	338	87.47
8	0.27	0.27	0.70	275	87.93
9	0.21	0.25	0.59	338	87.16
10	0.26	0.21	0.72	426	79.07
11	0.22	0.19	0.12	393	79.54
12	0.24	0.21	0.32	380	65.09
13	0.25	0.27	0.50	305	87.35
14	0.37	0.27	1.23	343	87.65
15	0.21	0.18	0.47	360	87.38
16	0.35	0.25	1.04	356	87.35
17	0.27	0.24	0.61	651	87.38
18	0.28	0.27	0.58	337	87.19
19	0.38	0.30	0.86	466	87.53
20	0.28	0.27	0.58	338	87.13

a, rastgele seçilmiş

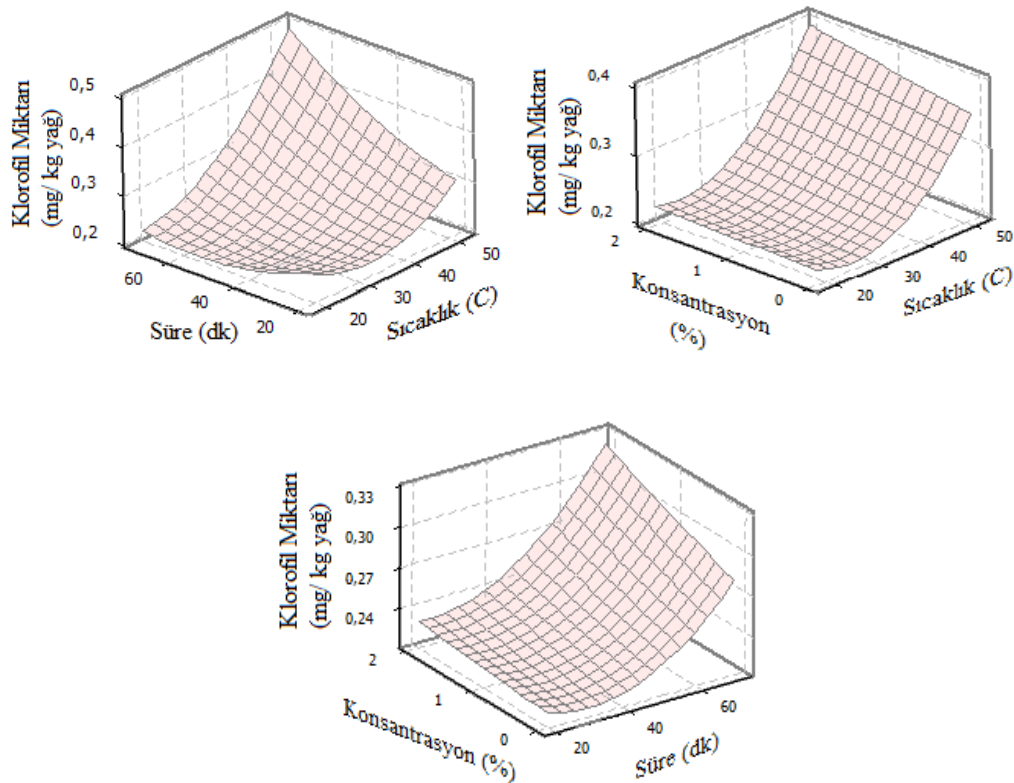
Çizelge 4.5. Altın çilek çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının yoğurma koşulları ve ilave edilen meyve miktarına bağlı klorofil (mg/kg yağ), karotenoit (mg/kg yağ), feofitin a (mg/kg yağ), toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) ve DPPH (% inhibisyon) değerlerine ilişkin model katsayıları ve değerlendirme parametreleri

Model katsayıları ^a	Katsayılar				
	Klorofil	Karotenoit	Feofitin a	Toplam fenolik madde miktarı	DPPH
β_0	0.583083 ^{**}	0.043317 ^{ns}	-0.843792 ^{***}	1155.02 ^{**}	61.5480 [*]
β_1	-0.016683 [*]	0.002072 ^{ns}	-0.008570 [*]	-0.22 ^{ns}	1.4621 ^{ns}
β_2	-0.007128 ^{ns}	0.002732 ^{ns}	0.026809 ^{***}	-35.19 ^{***}	-0.6991 ^{ns}
β_3	-0.024369 ^{ns}	0.108278 [*]	0.637156 ^{***}	-111.56 ^{ns}	18.4846 ^{ns}
β_{11}	0.000210 [*]	-0.00003 ^{ns}	0.000542 ^{***}	-0.08 ^{ns}	-0.0311 ^{**}
β_{22}	0.000041 ^{ns}	-0.000035 [*]	-0.000242 ^{***}	0.32 ^{***}	-0.0036 ^{ns}
β_{33}	0.001039 ^{ns}	-0.02865 ^{**}	-0.098128 ^{***}	-27.40 ^{ns}	-2.4550 ^{ns}
β_{12}	0.000131 ^{ns}	0.000034 ^{ns}	0.000157 ^{***}	0.14 ^{ns}	0.0292 ^{**}
β_{13}	0.000579 ^{ns}	0.000007 ^{ns}	-0.007831 ^{***}	-0.19 ^{ns}	-0.1708 ^{ns}
β_{23}	0.000339 ^{ns}	-0.00011 ^{ns}	-0.003700 ^{***}	3.36 ^{ns}	-0.0979 ^{ns}
Model	^{**}	^{***}	^{***}	^{**}	^{**}
R^2	85.49	93.58	99.86	83.52	83.97

^a β_0 sabit katsayı, β_i Birinci dereceden (Doğrusal) denklem katsayısı, β_{ii} ikinci dereceden denklem katsayısı ve β_{ij} iki faktörlü çapraz etkileşim katsayısıdır. ^{ns}, İstatistiksel olarak önemsiz ($p \geq 0.05$); ^{*}, İstatistiksel olarak % 95 seviyesinde önemli ($p \leq 0.05$); ^{**}, İstatistiksel olarak % 99 seviyesinde önemli ($p \leq 0.01$); ^{***}, İstatistiksel olarak % 99.9 seviyesinde önemli ($p \leq 0.001$).

Zeytinyağında yeşil renkten sorumlu olan klorofiller, karanlıkta antioksidan etkiye sahip oldukları için yağın stabilitesinde etkili pigmentlerdir (Ayadi vd., 2009). Çizelge 4.4 incelendiğinde altın çilek çeşnili zeytinyağlarında klorofil miktarının 0.21 ile 0.37 (mg/kg yağ) arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.5 incelendiğinde ise altın çilek çeşnili zeytinyağlarının klorofil değeri için sıcaklık ve sıcaklığın ikinci derece etkisi istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.05$), diğer tüm parametreler ise önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Model tahmin güvenirliği ise yüksek olup, R^2 değeri 0.85 olarak saptanmıştır. En düşük klorofil miktarları düşük oranlarda altın çilek ilave edilmiş örneklerin düşük sıcaklıkta uzun süre yoğrulması sonucunda elde edilmiştir (1, 15, 6 ve 9 numaralı uygulamalar). En yüksek klorofil miktarı ise 45°C, 60 dak ve % 1.58 altın çilek ilavesinin uygulandığı yoğurma işlemi ile üretilen 19 numaralı çeşnili zeytinyağı örneğinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Klorofil miktarı üzerine yoğurma sıcaklık ve süresi ile hamura altın çilek ilavesinin etkisi Şekil 4.6' da gösterilmiştir.

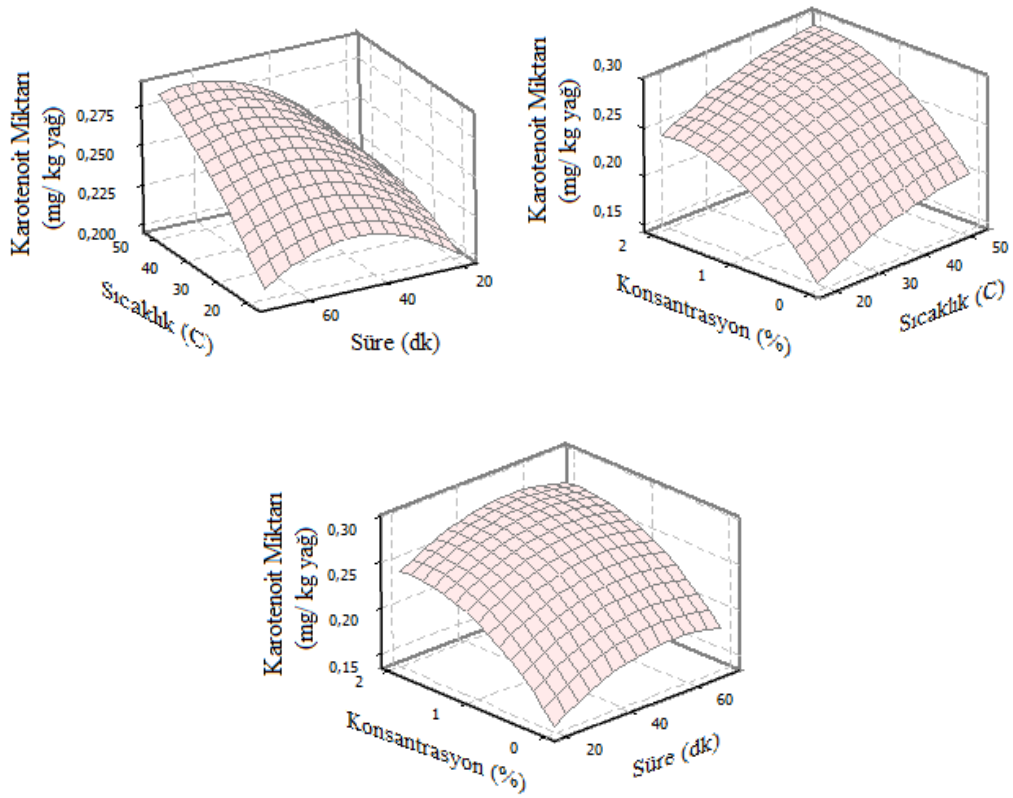


Şekil 4.6. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin klorofil miktarı (mg/ kg yağ) üzerine etkisi

Modelle uyumlu olarak Şekil 4.6' da da etkin sıcaklık etkisi görülmektedir. Sıcaklık artışıyla klorofil miktarı artmıştır. Diğer bağımsız değişkenler süre ve ilave edilen altın çilek miktarının çok fazla bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen yoğurma işlemlerinde işlem süresinin uzamasıyla daha fazla klorofil geçişi görülmüştür (Şekil 4.6). Zeytinyağı üretim prosesi yoğurma aşamasının etkilerinin belirlendiği bazı çalışmalarda klorofil miktarının sıcaklık ve süre ile arttığı (Amirante vd., 2001; Uceda vd., 2006; Espí'nola vd., 2011) rapor edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise klorofil miktarının sadece süre ile arttığı (Ranalli vd., 2003) tespit edilmiştir. Di Giovacchino vd. (2002b) yaptıkları çalışmada yağlarda klorofil miktarında zamana bağlı olarak değişken davranışlar izlemişler artış ve azalışın her ikisini de rapor etmişlerdir. Damechki vd. (2001), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009) ve Asensio vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmalarda ise çeşnilendirme işlemi ile zeytinyağlarının klorofil miktarında artış olduğu belirlenmiştir. İncelenen literatürler ile bulgularımızın genel olarak uyumlu olduğu, farklılıkların ise çeşit, olgunluk indeksi, yetiştirme koşulları, iklim koşulları, çeşnilendirme yönteminin ve çeşni maddesinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Karotenoitler zeytinyağında sarı renkten sorumlu renk pigmentleridir. Sonuçlar incelendiğinde karotenoit miktarının 0.18 ile 0.30 (mg/ kg yağ) arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.4). Çizelge 4.5 incelendiğinde ise karotenoit miktarı üzerine birinci derece değişkenlerden sadece altın çilek ilavesi istatistiksel olarak önemli belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). İkinci derece değişkenlerden ise süre ($p \leq 0.05$) ve altın çilek ilave miktarı ($p \leq 0.01$) da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Model tahmin performansı ise oldukça yüksek hesaplanmıştır ($R^2 > 0.93$).

Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek ilavesinin (%) karotenoit miktarı (mg/ kg yağ) üzerine etkisinin incelendiği grafikler Şekil 4.7' de verilmiştir.



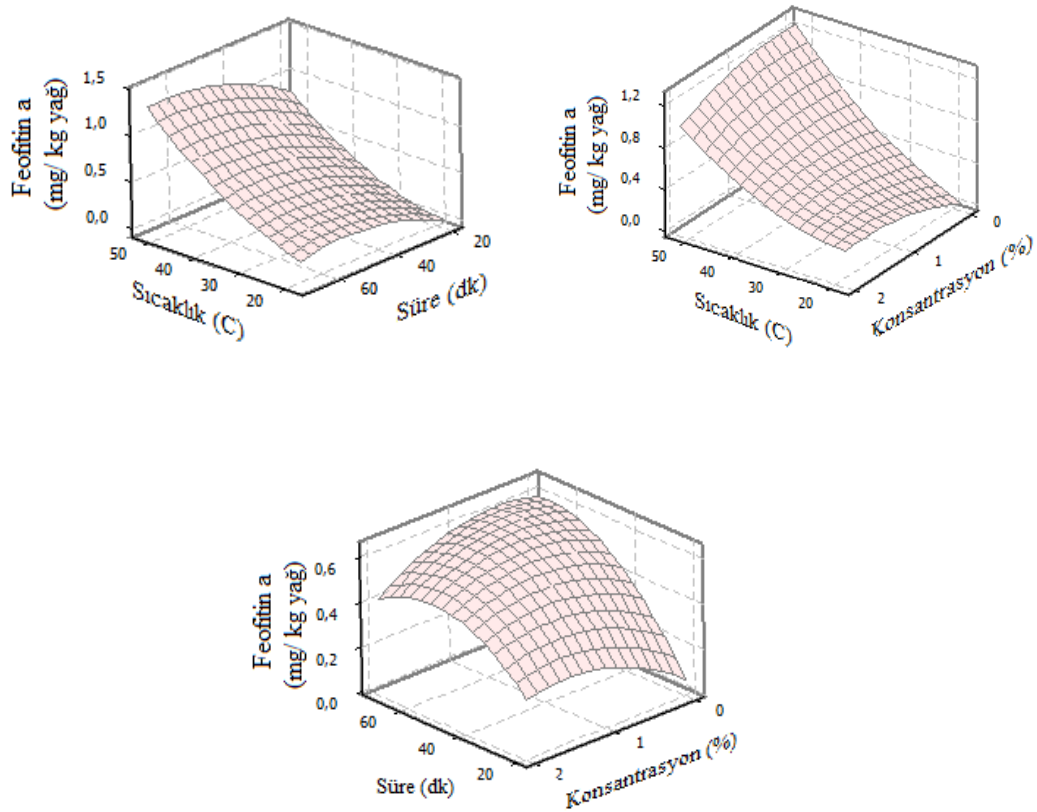
Şekil 4.7. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin karotenoid miktarı (mg/ kg yağ) üzerine etkisi

Grafikler incelendiğinde karotenoid miktarının sıcaklık ile sürekli artış gösterdiği ancak süre artışı ile ilk olarak artış daha sonra azalış gösterdiği görülmektedir. Altın çilek ilave miktarındaki artışın ise çeşnili zeytinyağlarının karotenoid miktarında artışa sebep olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.7). En düşük karotenoid miktarı 15 numaralı (35°C, 45 dak ve % 0 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada; en yüksek karotenoid miktarı ise 19 numaralı (45°C, 60 dak ve % 1.58 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Damechki vd. (2001), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009) ve Zouari vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmada, maserasyon ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının karotenoid miktarlarında artış tespit edilmiştir. Benzer şekilde Asensio vd. (2011) uçucu yağ ilavesi ile çeşnilendirilen zeytinyağlarının karotenit miktarlarında artış belirlemişlerdir. Ayrıca Espí'nola vd. (2011) tarafından yürütülen ve yoğurma prosesi şartlarının optimizasyonunun gerçekleştirildiği çalışmada, süre ve sıcaklık

artışı ile karotenoit miktarının da artış gösterdiği bildirilmiştir. Bu bağlamda incelenen literatürler ile çalışma sonuçlarımızın uyumlu olduğu görülmektedir.

Klorofillerin parçalanma ürünü olan feofitin a miktarı ise çeşnili zeytinyağlarında 0.12 ile 1.23 (mg/kg yağ) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.4). En düşük ve en yüksek feofitin a miktarı sırasıyla 11 (25 °C, 30 dak ve % 0.40 altın çilek konsantrasyonu) ve 14 (51.82 °C, 45 dak ve % 0.99 altın çilek konsantrasyonu) numaralı uygulamalarda tespit edilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde ise feofitin a miktarının bağımsız değişkenlerle değişimini gösterir model içerisindeki tüm terimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Yoğurma koşulları ve altın çilek meyve ilavesi ile feofitin a değişiminin tahminine yönelik geliştirilmiş olan modelin yüksek performans gösterdiği tespit edilmiştir ($R^2 > 0.99$).

Şekil 4.8’ de feofitin a miktarı üzerine sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesinin etkileri verilmiştir.

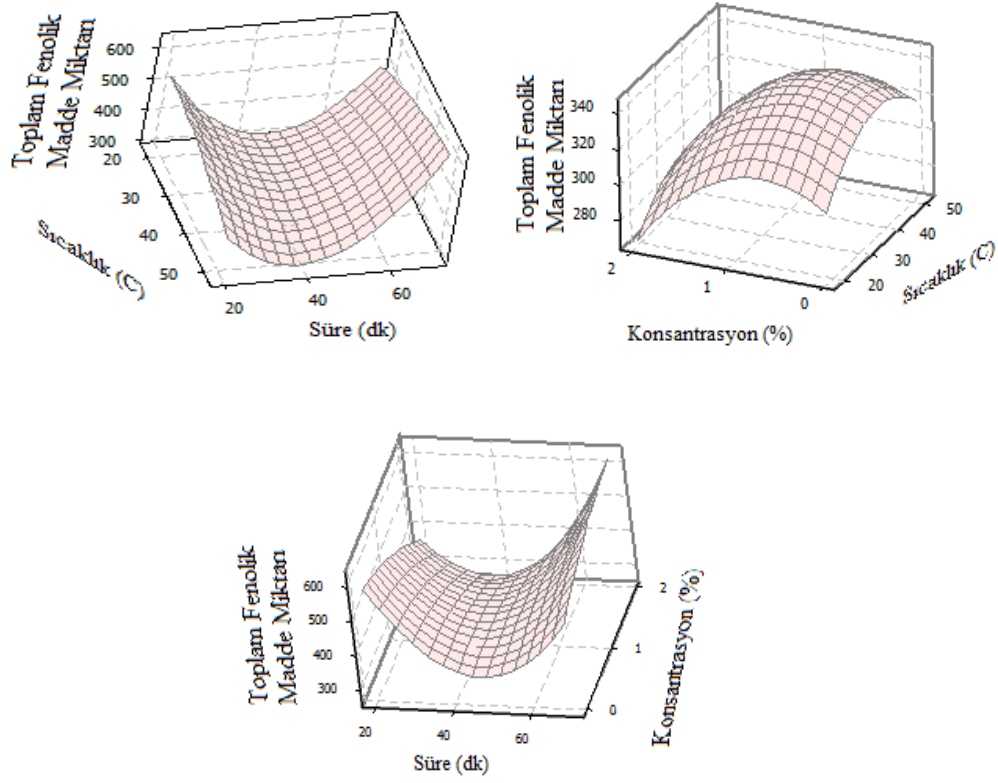


Şekil 4.8. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin feofitin a (mg/ kg yağ) miktarı üzerine etkisi

Yukarıda verilen grafiklere göre feofitin a miktarı üzerinde süre ve ilave edilen altın çilek meyve miktarı artışı etkisiz olurken sıcaklık artışı miktarı artırmıştır. Süre ve altın çilek meyvesi ilavesi incelendiğinde ise düşük miktarda meyve ilavesi ve uzun süre uygulamaları feofitin a miktarını artırmıştır (Şekil 4.8). Çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının feofitin a miktarlarının belirlendiği sınırlı sayıdaki çalışmalarda, Damechki vd. (2001) ile Köylüoğlu ve Özkan (2009) mercanköşk çeşnili zeytinyağlarının kontrole göre feofitin a miktarının artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu bağlamda incelenen literatürler ile sonuçlarımız arasında benzerlik olduğu, ancak farklılıkların temelde uygulanan yöntem ve çeşni maddesinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Polifenol bileşikler zeytinyağlarında doğal olarak bulunan; yağın ısıtma ve depolama süresince stabilitesinden sorumlu olan major bileşiklerdir. Çeşit, olgunlaşma dönemi, yağ ekstraksiyon sistemi, proses koşulları ve depolama şartları polifenol miktarını etkileyen kritik faktörlerdir (Grati-Kammoun vd., 1999; Grati-Kamoun, 2007). Çizelge 4.4 incelendiğinde altın çilek çeşnili zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/kg yağ) en düşük 275 ile 8 numaralı uygulamada (45 °C, 30 dak, % 1.58 altın çilek konsantrasyonu) en yüksek ise 651 ile 17 numaralı (35 °C, 70.23 dak ve % 0.99 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı için yanıt yüzey yöntemine göre elde edilen modelde bağımsız değişkenlerden süre ile ilgili terimler istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p \leq 0.001$), incelenen diğer tüm parametrelerin etkileri ve değişkenlerin çapraz etkileşimi önemsiz olarak belirlenmiştir ($p > 0.05$). Toplam fenolik madde miktarına yönelik modelin tahmin performansı incelendiğinde modelin başarılı olduğu tespit edilmiştir ($R^2 > 0.83$) (Çizelge 4.5).

Yoğurma sıcaklık ve süresi ile altın çilek ilave oranının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin belirlendiği grafikler Şekil 4.9’ da verilmiştir.

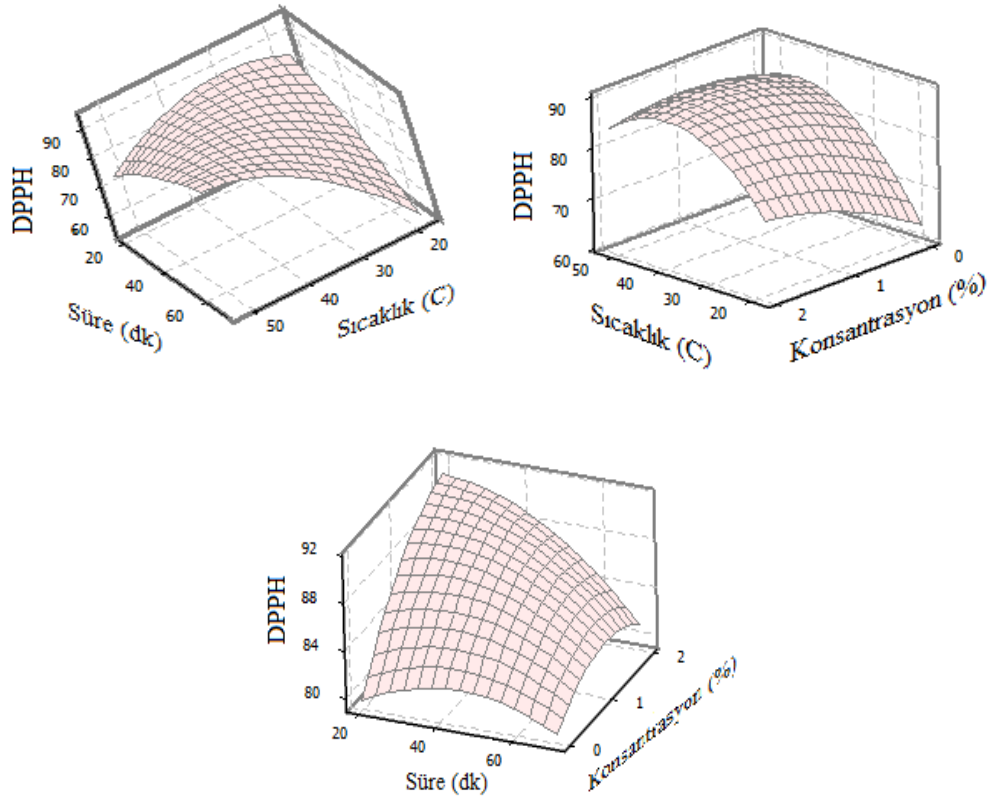


Şekil 4.9. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/kg yağ) üzerine etkisi

Grafikler incelendiğinde altın çilek çeşnili zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı üzerinde sıcaklık çok fazla etkili olmazken, süre artışına bağlı olarak fenolik madde miktarında önce bir miktar azalma daha sonra ise artış görülmüştür (Şekil 4.9). Sıcaklık ve altın çilek ilave miktarındaki artış ise toplam fenolik madde miktarını önce bir miktar artırmış daha sonra ise azaltmıştır. Damechki vd. (2001), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009) ve Zouari vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmalarda da benzer şekilde, toplam fenolik madde miktarının çeşnilendirme ile artış gösterdiği bildirilmiştir. Ancak Baiano vd. (2009) tarafından yürütülen ve yoğurma aşamasında çeşnilendirmenin gerçekleştirildiği çalışmada toplam fenolik madde miktarının azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Gözlemlenen bu farklılığın çeşnilendirme için kullanılan çeşni maddesinin farklılığı ile yoğurma şartları (sıcaklık ve süre) başta olmak üzere çeşit, olgunluk indeksi, yetiştirme ve iklim koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yağların oksidasyona karşı stabilitesinin belirlenmesinde kullanılan antioksidan aktivite birçok farklı yöntem ile belirlenmektedir. DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. % inhibisyon cinsinden hesaplanan sonuçlar incelendiğinde en düşük değer 65.09 ile 25 °C 'de 60 dak ve % 0.40 altın çilek ilavesinin olduğu 12 numaralı uygulamada; en yüksek değer ise 87.93 ile 45 °C 'de 30 dak ve % 1.58 altın çilek ilavesinin çalışıldığı 8 numaralı uygulamada belirlenmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde ise çeşnili zeytinyağlarının antioksidan aktiviteleri için süre değişkeninin ikinci dereceden etkisi ile sıcaklık ve süre değişkenlerinin etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). İncelenen diğer tüm parametreler ise önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p \geq 0.05$). Ayrıca model performansının güvenilirliği oldukça yüksek değerlerde tespit edilmiştir ($R^2 > 0.83$).

DPPH serbest radikalleri yakalama aktivitesi üzerine sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesinin etkileri Şekil 4.10' da verilmiştir.



Şekil 4.10. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının DPPH (% inhibisyon) değeri üzerine etkisi

Grafikler incelendiğinde yüksek sıcaklık ve süre uygulaması ile çeşnili zeytinyağlarının antioksidan aktivitesinin artış gösterdiği görülmektedir. İlave edilen altın çilek meyve miktarı çok etkili olmaz iken sıcaklık artışı da antioksidan aktiviteyi artırmıştır. Düşük yoğurma süresi ve yüksek miktarda altın çilek meyvesi ilavesi durumunda antioksidan aktivitenin maksimum seviyede olduğu belirlenmiştir. Antoun ve Tsimidou (1997), Özcan (1999), Damechki vd. (2001), Gouveia vd. (2006), Ayadi vd. (2009), Köylüoğlu ve Özkan (2009), Dıraman ve Hışıl (2010), Asensio vd. (2011), Zouari vd. (2012) ve Caporaso vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmalarda sonuçlarımız ile benzer şekilde çeşnilendirme işlemi ile oksidatif stabilitenin artış gösterdiği bildirilmiştir. Ancak Issaoui vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmada ise çeşnilendirme işlemi ile stabilitenin etkilenmediği belirlenmiştir. Çeşnilendirme yöntemi bakımından çalışmamıza benzeyen Baiano vd. (2009) tarafından yürütülen araştırmada, β -karoten ağartma yöntemine göre örneklerin antioksidan aktiviteleri belirlenmiş ve sadece biberiye çeşnili zeytinyağlarının antioksidan aktivitesi kontrole göre yüksek bulunmuştur. İncelenen literatürler ile çalışma sonuçlarımızın uyumlu olduğu, gözlemlenen farklılıkların ise çeşnilendirme yöntemi ve çeşnilendirmede kullanılan çeşni maddesinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.4. Altın Çilek Çeşnili Zeytinyağlarının Aroma Profili

Çalışmada çeşnilendirme ve/veya aromalandırma işlemi, zeytin hamuruna yoğurma aşamasında kurutulmuş ve öğütülmüş altın çilek meyvesi ilave edilerek yapılmıştır. Dolayısıyla bağımsız değişkenlerden yoğurma sıcaklık ve süresine bağlı olarak çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının istenen ve istenmeyen aroma bileşenlerinin zeytin kendi aromasından mı, yoksa altın çilek meyvesinden mi geldiğini belirlemek önem arz etmektedir. Bu bağlamda kurutulmuş ve öğütülmüş altın çilek meyvelerinin aroma bileşenleri (%) belirlenmiş ve kimyasal sınıflarına göre Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Altın çilek kuru meyvesinde bulunan aroma bileşenleri miktarları (%) ve kimyasal sınıfları

Kimyasal Sınıflar	Bileşen	Miktar	Kimyasal Sınıflar	Bileşen	Miktar
Aldehitler	2-metilpropanal	1.00	Ketonlar	Aseton	2.54
	Pentanal	0.73		Pent-3-en-2-one	0.39
	3-Metilbütanal	4.82		Asetilfuran	0.71
	2-Metilbütanal	5.01		6-metil-5-hepten-2-one	0.24
	Furfural	36.62			
	5-Metil-2-furfural	6.59			
Esterler	Metil asetat	3.49	Terpenler	α -pinen	0.34
	Etil asetat	7.06		Kamfen	0.25
	Metil bütirat	1.37		p-simen	0.66
	Etil bütirat	4.68		Limonen	0.48
	Bütil asetat	0.67		1,8-sineol	1.82
	Bütil bütirat	0.84		α -p dimetilsitren	0.67
	Etil kaprilat	0.59		Kamfor	2.45
	Etil kaprat	0.31			
Karboksilik asitler	Asetik asit	14.24	Alkoller	2-Metil-1-bütanol	0.50
	Isobutirik asit	0.95			

Çizelge 4.6 incelendiğinde, altın çilek meyvelerinde en yüksek miktarda tespit edilen aroma bileşenleri furfural (36.62) ve asetik asit (14.24) olmuştur. Yüksek miktarda istenmeyen aroma bileşenleri olarak belirlenen asetik asitin dehidrasyon prosesi süresince meydana gelen fermentasyon sonucu, furfurallerin ise altın çilek meyvelerinin kurutma işlemi sırasında oluştuğu düşünülmektedir. Altın çilek meyvelerinin asidik yapıları sebebiyle sıcaklıkla birlikte Maillard reaksiyonu sonucu furfuraller oluşmuştur. Caporaso vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada aromalandırma işlemi için kullanılan kurutulmuş kırmızı biberin aroma profilinde de asetik asit tespit edilmiştir.

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının aroma profili istenen aroma bileşenleri, istenmeyen aroma bileşenleri ve diğer aroma bileşenleri şeklinde ifade edilmiştir. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen istenen aroma bileşenlerine ait değerler Çizelge 4.7’ de; istenmeyen aroma bileşenlerine ait değerler ise Çizelge 4.8’ de verilmiştir. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının istenen ve istenmeyen aroma

bileşenleri değerlerine ait model katsayıları ve değerlendirme parametreleri de Çizelge 4.9’ da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen ve istenen aroma bileşenleri

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trans -2-hekzenal	42.37	24.15	64.57	32.65	40.25	61.30	65.03	45.59	61.97	43.94
Hekzenal	13.95	5.20	10.63	8.91	10.91	12.49	10.71	9.06	10.86	9.96
1-Penten-3-one	1.39	1.42	5.35	0.69	3.30	5.95	4.85	1.95	6.43	1.34
Butil asetat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00
Limonen	0.77	1.21	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.65
beta-osimen	0.28	0.00	0.74	0.00	0.00	0.82	0.74	0.00	0.78	0.00
Metil butirat	0.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00
Isobutil asetat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Etil bütirat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bütil bütirat	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	58.76	33.76	81.29	43.88	54.46	80.56	81.33	57.9	80.04	57.89

Çizelge 4.7. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen ve istenen aroma bileşenleri (devamı)

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Trans -2-hekzenal	24.62	49.74	31.17	46.83	37.72	38.31	37.83	62.38	52.01	62.97
Hekzenal	0.00	11.21	4.80	11.74	5.94	8.14	7.28	10.66	8.82	11.27
1-Penten-3-one	0.90	3.49	0.94	2.08	1.52	1.36	1.43	6.70	1.58	6.53
Butil asetat	6.54	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limonen	0.00	2.01	1.11	0.00	1.46	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
beta-osimen	0.00	0.53	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.78	0.84	0.78
Metil butirat	26.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Isobutil asetat	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Etil bütirat	25.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bütil bütirat	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	86.35	66.98	38.02	62.05	46.64	47.81	46.54	80.52	64.15	81.55

Çizelge 4.7 incelendiğinde altın çilek çeşnili zeytinyağlarında 10 adet istenen aroma bileşeninin tespit edildiği görülmektedir. Bu bileşenler trans-2-hekzenal, hekzenal, 1-penten-3-one, bütıl asetat, limonen, beta osimen, metil bütirat, isobütıl asetat, etil bütirat ve bütıl bütirattır. İstenen aroma bileşenleri toplamı ise 33.76 ile 86.35 değerleri arasında belirlenmiştir. Toplam istenen aroma bileşeni en düşük 2 numaralı (25 °C, 30 dak ve % 1.58 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada en yüksek ise 11 numaralı (25 °C, 30 dak ve % 0.40 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada tespit edilmiştir. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında 24.15-65.03 değerleri arasında (%) genel olarak en yüksek miktarlarda tespit edilen istenen aroma bileşeni trans-2-hekzenaldır. En yüksek trans-2-hekzenal miktarı deneme deseni merkezi nokta

uygulamalarında tespit edilmiştir. Caporaso vd. (2013) kurutulmuş kırmızı biber ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının trans-2-hekzenal oranında bir miktar azalma olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise uygulanan yoğurma sıcaklık ve süresi ile ilave edilen altın çilek miktarına göre trans-2-hekzenal miktarının değişiklik gösterdiği görülmektedir. İncelenen literatür ile görülen farklığın başta çeşnilendirme yöntemi olmak üzere çeşni maddesi, zeytin çeşidi, olgunluk indeksi ve yetiştirme koşulları farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.8. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen ve istenmeyen aroma bileşenleri

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Furfural	5.46	4.99	4.54	5.51	7.46	4.68	4.57	9.21	4.49	3.09
2-metilbütanal	3.83	1.10	2.58	3.39	4.43	2.86	2.59	6.85	2.75	4.31
3-Metilbütanal	2.21	0.54	1.86	1.40	4.43	2.07	1.88	2.09	1.99	2.26
2-Metilpropanal	1.51	1.02	0.41	0.25	0.88	0.46	0.41	0.67	0.44	0.97
o-ksilen	10.61	9.91	5.14	17.41	11.61	4.98	5.17	14.38	5.84	11.93
Dekan	3.23	9.58	0.00	3.87	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nonan	1.55	6.59	0.00	2.57	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	2.68
Undekan	1.48	4.27	0.00	2.06	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06
p-ksilen	1.15	0.00	0.86	3.38	1.16	0.89	0.87	1.76	0.98	2.14
Dodekan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15
α -kopaen	1.07	0.00	0.95	1.06	1.08	0.87	0.88	1.25	0.93	1.27
Toplam	32.1	38	16.34	40.9	37.06	16.81	16.37	36.21	17.42	31.86

Çizelge 4.8. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen ve istenmeyen aroma bileşenleri (devamı)

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Furfural	1.09	3.00	6.90	6.50	0.00	1.89	3.68	4.92	9.96	4.28
2-metilbütanal	1.07	4.41	2.72	4.03	5.50	4.27	3.86	2.73	3.28	2.74
3-Metilbütanal	0.75	3.54	2.56	2.73	1.11	3.41	2.45	1.97	1.80	1.98
2-Metilpropanal	0.00	0.75	0.52	0.72	0.61	1.48	1.15	0.44	0.56	0.44
o-ksilen	5.16	9.66	11.93	12.95	13.50	9.79	11.37	5.09	10.36	5.05
Dekan	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40	6.76	0.00	0.00	0.00
Nonan	0.00	1.62	6.26	0.00	5.76	3.90	3.68	0.00	0.00	0.00
Undekan	0.00	1.30	6.72	0.00	5.58	4.33	4.03	0.00	0.00	0.00
p-ksilen	0.00	1.23	0.93	2.10	0.00	0.88	1.08	0.75	1.47	0.76
Dodekan	0.00	0.00	1.87	0.00	2.03	1.67	1.43	0.00	0.00	0.00
α -kopaen	0.00	0.90	0.00	1.00	0.00	0.00	0.69	1.03	1.13	0.69
Toplam	9.54	26.41	40.41	30.03	34.09	38.02	40.18	16.93	28.56	15.94

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında istenmeyen aroma bileşenleri olarak furfural, 2-metilbütanal, 3-metilbütanal, 2-metilpropanal, o-ksilen, dekan, nonan, undekan, p-ksilen, dodekan ve α -kopaen bileşenlerinin belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.8). Toplam istenmeyen aroma bileşenleri en düşük 9.54 ile 11 numaralı

(25 °C, 30 dak ve % 0.40 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada; en yüksek ise 40.9 değeri ile 4 numaralı (35 °C, 19.77 dak ve % 0.99 altın çilek konsantrasyonu) uygulamada tespit edilmiştir. En yüksek miktarda tespit edilen istenmeyen aroma bileşeni ise o-ksilen ve furfural olmuştur. Furfuralın altın çilek meyvelerinin kurutulma işlemi sırasında oluşarak ekstraksiyon sırasında zeytinyağına geçtiği düşünülmektedir. o-ksilenin ise yine altın çilek meyvesinden geçiş yaptığı düşünülmektedir. Caporaso vd. (2013) kurutulmuş kırmızı biber konsantrasyonu ve maserasyon süresiyle ilişkili olarak çeşnili zeytinyağlarının terpen bileşenlerinde artış belirlemişlerdir. Bu bağlamda incelenen literatür ile çalışma sonuçlarımızın uyumlu olduğu görülmektedir.

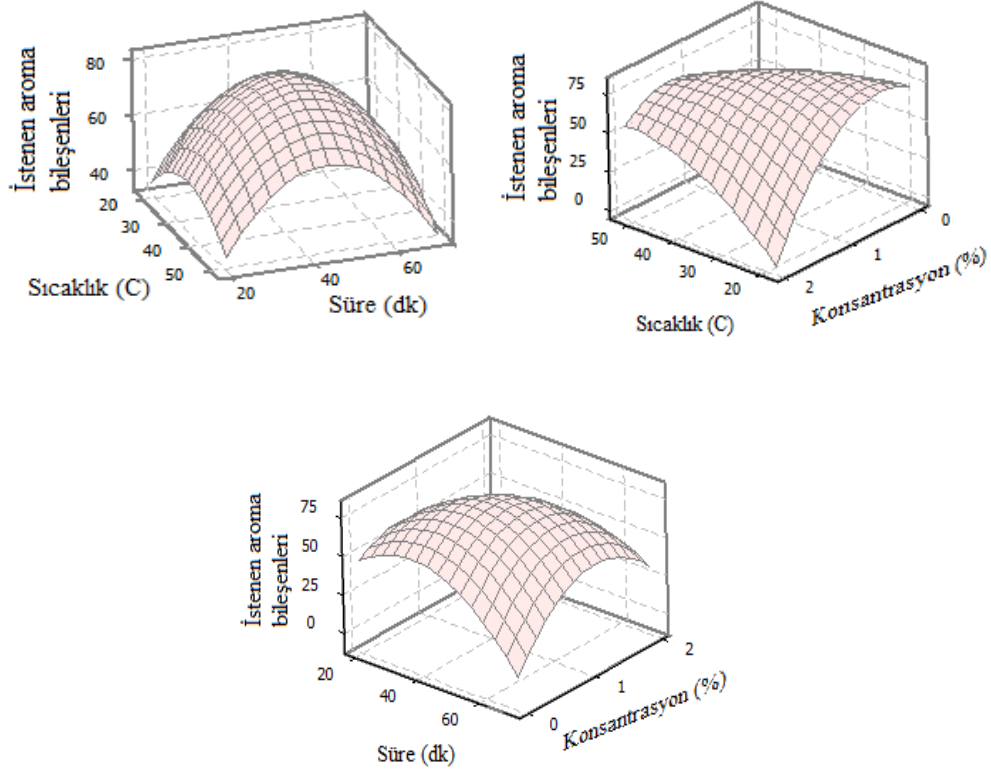
Çizelge 4.9. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının istenen ve istenmeyen aroma bileşenleri değerlerine ait model katsayıları ve değerlendirme parametreleri

Model katsayıları ^a	Katsayılar	
	İstenen aroma bileşenleri	İstenmeyen aroma bileşenleri
β_0	-4.7964 ^{ns}	52.7214 ^{ns}
β_1	1.8255 ^{ns}	-0.8412 ^{ns}
β_2	3.4638 ^{**}	-1.7934 [*]
β_3	-40.1453 ^{ns}	25.1470 ^{ns}
β_{11}	-0.0486 [*]	0.0367 [*]
β_{22}	-0.0455 ^{***}	0.0312 ^{***}
β_{33}	-32.6069 ^{***}	16.9796 ^{***}
β_{12}	-0.0043 ^{ns}	-0.0145 ^{ns}
β_{13}	1.7334 ^{**}	-0.9411 ^{**}
β_{23}	0.8000 [*]	-0.4486 [*]
Model	***	***
R^2	89.56	88.87

^a β_0 sabit katsayı, β_i Birinci dereceden (Doğrusal) denklem katsayısı, β_{ii} ikinci dereceden denklem katsayısı ve β_{ij} iki faktörlü çapraz etkileşim katsayısıdır. ^{ns}, İstatistiksel olarak önemsiz ($p \geq 0.05$); ^{*}, İstatistiksel olarak % 95 seviyesinde önemli ($p \leq 0.05$); ^{**}, İstatistiksel olarak % 99 seviyesinde önemli ($p \leq 0.01$); ^{***}, İstatistiksel olarak % 99.9 seviyesinde önemli ($p \leq 0.001$).

Çizelge 4.9 incelendiğinde istenen aroma bileşenleri için süre ($p \leq 0.01$), tüm değişkenlerin ikinci dereceden etkileri ($p \leq 0.001$), ilave edilen altın çilek miktarı ile sıcaklık ve sürenin etkileşimi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). İstenen aroma bileşenleri açısından modelin tahmin performansı incelendiğinde oldukça başarılı olduğu görülmektedir ($R^2 > 0.89$).

Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek ilavesi (%) değişkenlerinin istenen aroma bileşenleri üzerine etkisi ise Şekil 4.11’de verilmiştir.



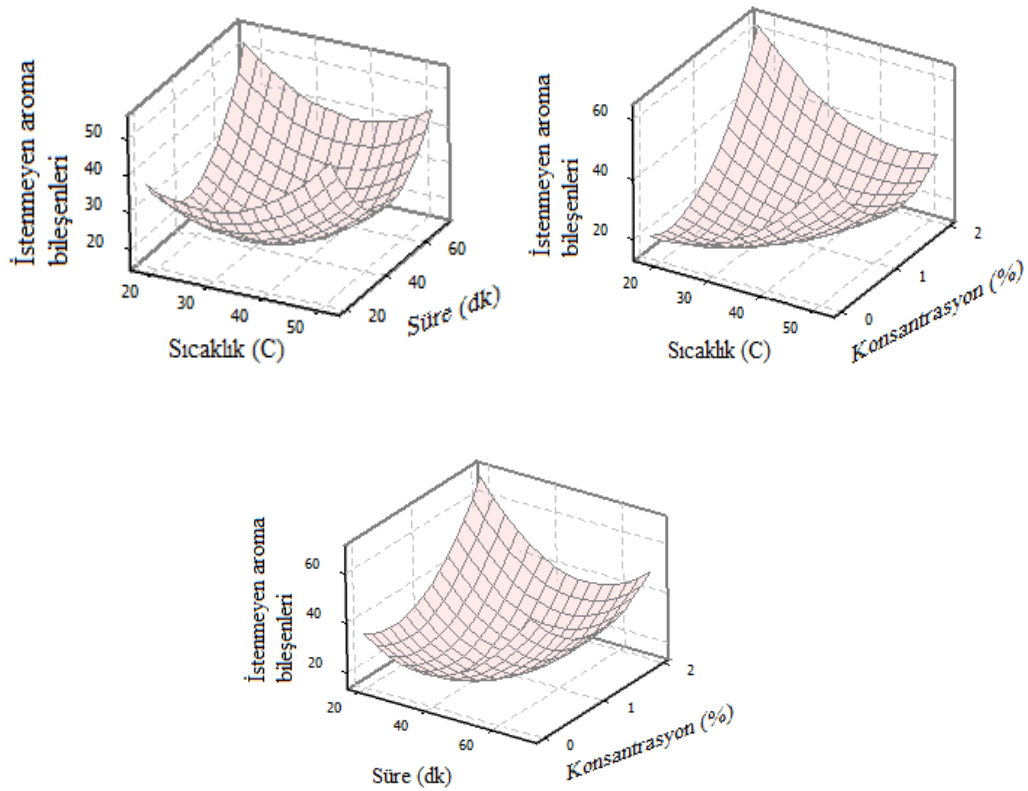
Şekil 4.11. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının istenen aroma bileşenleri üzerine etkisi

İstenen aroma bileşenlerinin miktarı üzerinde sıcaklık ve süre artışı ilk olarak artış daha sonra azalış şeklinde etki göstermiştir. Ortalama bir sıcaklık ve süre uygulamasında yüksek miktarda istenen aroma bileşenlerinin elde edilebileceği görülmektedir (Şekil 4.11). Düşük yoğurma sıcaklığı ve yüksek miktarda altın çilek ilavesi durumunda ya da sıcaklık artışı ve altın çilek ilave miktarının azalması durumunda istenen aroma bileşenlerinin miktarının düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ortalama bir süre ve meyve ilavesi ile istenen aroma bileşenleri toplamının yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Yapılan literatür araştırmalarında çeşnili zeytinyağlarının aroma bileşenlerinin belirlendiği sınırlı sayıda kaynak tespit edilmiştir. Caporaso vd. (2013) kurutulmuş kırmızı biber ile çeşnilendirmenin zeytinyağının uçucu bileşenlerinde güçlü değişikliklere sebep olduğunu bildirmiştir.

Bu bağlamda incelenen literatür ile sonuçlarımızın uyumlu olduğu; gözlemlenen farklılıkların ise çeşnilendirme yönteminin ve çeşni maddesinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

İstenmeyen aroma bileşenleri için de istenen aroma bileşenleri ile benzer şekilde süre, değişkenlerin ikinci dereceden etkileri, ilave edilen altın çilek miktarı ile sıcaklık ve sürenin etkileşimi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Model tahmin performansı ise başarılı belirlenmiştir ($R^2 > 0.88$) (Çizelge 4.9).

İstenmeyen aroma bileşenleri üzerine sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesinin etkileri Şekil 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.12. Sıcaklık (°C), süre (dak) ve altın çilek miktarı (%) değişkenlerinin çeşnilendirilmiş zeytinyağlarının istenmeyen aroma bileşenleri üzerine etkisi

Grafikler incelendiğinde yoğurma sıcaklık ve süresi ile hamura ilave edilen altın çilek meyvesi miktarının ortalama bir değerde olduğu zaman çeşnili zeytinyağlarında istenmeyen aroma bileşenlerinin oranının düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.12). Yapılan kaynakça taramalarında araştırma sonuçlarımızı kıyaslayabileceğimiz herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında istenen ve istenmeyen aroma bileşenleri dışında tespit edilen ancak aroma profili açısından sınıflandırılmayan diğer aroma bileşenleri ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen diğer aroma bileşenleri

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hekzan-3-one	0.99	0.00	0.69	0.80	1.03	0.75	0.59	0.00	0.75	1.03
Nonan-3-one	0.79	3.13	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2-metil-heptan-3-one	0.27	1.99	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1-Metil-2-oksopropil bütirat	0.68	3.29	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99
Etil- benzen	4.68	6.98	1.69	7.70	5.35	1.88	1.70	5.89	1.80	7.03
p,α-dimetilsitren	0.00	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Okten-3-ol	1.43	7.20	0.00	1.75	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
Hepten-3-ol	0.30	3.62	0.00	1.85	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	9.14	28.23	2.38	15.24	8.47	2.63	2.29	5.89	2.55	10.25

Çizelge 4.10. Altın çilek çeşnili zeytinyağlarında belirlenen diğer aroma bileşenleri (devamı)

Aroma Bileşenleri	Deney no									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hekzan-3-one	0.00	1.01	0.00	0.48	0.00	0.65	0.00	0.78	0.77	0.72
Nonan-3-one	0.00	0.00	4.03	0.00	3.56	2.14	2.05	0.00	0.00	0.00
2-metil-heptan-3-one	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
1-Metil-2-oksopropi bütirat	0.00	0.00	3.66	0.00	2.98	1.94	2.08	0.00	0.00	0.00
Etil- benzen	2.64	5.59	7.40	7.43	7.35	6.05	6.26	1.79	6.54	1.79
p,α-dimetilsitren	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Okten-3-ol	0.00	0.00	4.95	0.00	5.38	2.70	2.88	0.00	0.00	0.00
Hepten-3-ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	2.64	6.6	21.56	7.91	19.27	14.18	13.27	2.57	7.31	2.51

Altın çilek ile çeşnilendirilmiş zeytinyağlarında diğer aroma bileşenleri olarak hekzan-3-one, nonan-3-one, 2-metil heptan-3-one, 1 metil-2-oksopropil bütirat, etil benzen, p,α-dimetilsitren, okten-3-ol ve hepten-3-ol tespit edilmiştir. Bu aroma bileşenlerinin oluşumu üzerinde altın çilek ilave miktarı, yoğurma sıcaklığı ya da yoğurma süresinin etkileri tespit edilememiştir.

4.5. Optimizasyon

Yoğurma prosesinde uygulanan sıcaklık, süre ve ilave edilen altın çilek miktarının optimizasyonu için elde edilen altın çilek çeşnili zeytinyağlarının verim, kalite parametreleri, antioksidan ve renk özellikleri ile aroma bileşenleri kullanılmıştır. Bu amaçla verim, karotenoit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, DPPH değeri ve toplam istenen aroma miktarı maksimize edilmiştir. Serbest asitlik değeri, peroksit değeri, klorofil miktarı, feofitin a miktarı ve istenmeyen aroma miktarı ise minimize edilmiştir. Bu özelliklere sahip altın çilek çeşnili zeytinyağı üretimi için optimum yoğurma sıcaklığı 26 °C, yoğurma süresi 38 dak ve altın çilek ilave oranı da % 0.54 olarak tespit edilmiştir.

4.6. Duyusal Kantitatif Tanımlama (QDA) Analizi Sonuçları

Çalışmada üzerinde durulan özellikler bakımından elde edilen veriler Non-parametrik testlerden Kruskal Wallis testi ile analiz edilmişlerdir. Çimen, ransit, küflü/topraksı, asit, sabunumsu, metalik ve gırtlakta yakıcılık özellikleri bakımından elde edilen duyusal verilere yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda uygulamaların rank ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p \geq 0.05$). Zeytin kokusu, burukluk, acılık ve dolgunluk özellikleri bakımından ise Kruskal Wallis testi sonucunda uygulamaların rank ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

4.7. Hedonik Analiz Sonuçları

Altın çilek çeşnili zeytinyağı örneklerinin tüketiciler tarafından beğenilme durumunu belirlemek için 9-noktalı Hedonik cetvel kullanılarak (1-Hiç beğenmedim, 9-Çok beğendim) yapılan tüketi testi sonucu en fazla merkezi nokta (35 °C, 45 dak ve % 0.99 altın çilek konsantrasyonu) uygulamalarına ait zeytinyağlarının beğenildiği tespit edilmiştir. En az beğeni toplayan altın çilek çeşnili zeytinyağı ise 18.18 °C’de 45 dakika ve % 0.99 altın çilek konsantrasyonu uygulaması ile üretilen 1 numaralı örnek olmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Söz konusu veriler ışığında altın çilek çeşnili zeytinyağı üretiminde yoğurma aşamasında uygulanan farklı sıcaklık, süre ve ilave edilen altın çilek miktarının zeytinyağının bazı fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri üzerine etkisini aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür;

- Altın çilek ilavesi zeytinyağı verimini çok fazla etkilemezken, yüksek sıcaklık uygulaması verimi azaltmıştır.
- Uygulanan sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesi çeşnili zeytinyağlarının serbest asitlik değerini bir miktar etkilerken elde edilen sonuçlar her zaman yasal sınırlar içerisinde yer almıştır.
- Altın çilek çeşnili zeytinyağlarının peroksit değerleri de yasal sınırlar içerisinde yer alırken, en yüksek peroksit değeri en uzun süre uygulamasında tespit edilmiştir.
- K_{232} değeri yüksek sıcaklık, süre ve altın çilek ilave miktarı kombinasyonunda ve K_{270} değeri ise peroksit değeri ile benzer şekilde uzun süre uygulamasında yüksek belirlenmiştir.
- Uygulanan yüksek sıcaklık, süre ve ilave edilen altın çilek miktarı ile klorofil ve karotenoit miktarı artış gösterirken; en yüksek sıcaklık uygulaması feofitin a miktarını artırmıştır.
- Toplam fenolik madde miktarının özellikle süre artışı ile zeytinyağına geçişi artmış ve en uzun süre uygulamasında en yüksek fenolik içerik belirlenmiştir.
- Antioksidan aktivite nispeten yüksek sıcaklık ve altın çilek ilavesi ile artış gösterirken yüksek süre uygulamaları antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilemiştir.
- Elde edilen altın çilek çeşnili zeytinyağlarında istenilen aroma bileşenlerinin yüksek; istenmeyen aroma bileşenlerinin düşük miktarda olması için sıcaklık, süre ve altın çilek ilavesinin ortalama değerlerde tercih edilmesi gerekmektedir.

- Üretim koşullarının optimizasyonu için proses koşulları yoğurma sıcaklığı 26 °C, yoğurma süresi 38 dak ve ilave edilen altın çilek konsantrasyonu % 0.54 şeklinde belirlenmiştir.
- Yapılan duyusal analizler sonucu ortalama bir yoğurma sıcaklık, süresi ve altın çilek ilave miktarı ile üretilen merkezi nokta uygulamalarının en fazla beğeni topladığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak altın çilek çeşnili zeytinyağı üretimi sırasında yüksek verim ve kalite parametrelerine sahip zeytinyağı elde edebilmek için altın çilek konsantrasyonun daima düşük seviyede tutulması; sıcaklık ve sürenin ise ortalama değerlerde olması gerektiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Amirante, R., Cini, E., Montel, G.L. & Pasqualone, A. (2001). Influence of Mixing And Extraction Parameters on Virgin Olive Oil Quality. *Grasas Y Aceites*, 52, 198–201.
- Anonim, 2010 Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)
- Anonymous, 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4th Ed. Champaign IL: American Oil Chemists' Society.
- Anonymous, 1994. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4th Ed. Champaign IL: American Oil Chemists' Society.
- Antoun N., M. Tsimidou (1997) Gourmet Olive Oils: Stability and Consumer Acceptability Studies, *Food Research International* 2: 131-136.
- Asensio C.M., Nepote V., Grosso N.R., 2011. Chemical Stability of Extra-Virgin Olive Oil Added with Oregano Essential Oil. *Journal of Food Science*, Vol. 76, Nr. 7, 445-450.
- Aşık, H., Özkan, G., 2010. Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Olive Oil Extracted from Memecik Cultivar. (OLIVE18) 8th Euro Fed Lipid Congress, 21-24 November 2010, Munich, Germany.
- Aşık, H., 2011. Zeytinyağı Olgunlaşma Derecesinin Zeytinyağının Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Türkiye, 90s.
- Ayadi M.A., Grati-Kamoun N., Attia H. (2009) Physico-Chemical Change and Heat Stability of Extra Virgin Olive Oils Flavoured by Selected Tunisian Aromatic Plants, *Food And Chemical Toxicology* 47: 2613–2619.
- Baiano, A., Terracone C., Gambacorta, G., La Notte, E. (2009) Changes in Quality Indices, Phenolic Content and Antioxidant Activity of Flavored Olive Oils During Storage, *J Am Oil Chem Soc* 86:1083–1092
- Baiano, A., Gambacorta G., La Nottel E., 2010. Aromatization of Olive Oil, *Transworld Research Network* 2010: 1-29.
- Canözer, Ö., 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. TÜGEM Mesleki Yayınlar Genel No:334. Seri 16. Ankara.

- Caporaso, N., Paduano, A., Nicoletti, G., Sacchi, R., 2013. Capsaicinoids, Antioxidant Activity, and Volatile Compounds in Olive Oil Flavored with Dried Chili Pepper (*Capsicum Annuum*), *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 115, 1434–1442.
- Cedeño, M., Montenegro, D. (2004). Plan Exportador, Logístico Y Comercialización De Uchuva Al Mercado De Estados Unidos Para FRUTEXPO SCI Ltda. Facultad De Ingeniería, Vol. Ingeniero Industrial. Bogotá Pontificia Universidad Javeriana.
- Codex Alimentarius, 2001. Codex Standard For Olive Oil, Virgin. and Refined, and for Refined Olive-Pomace Oil. Codex Standard. 33- 1981 (Rev. 1- 1989).
- Çelik, H. (2011) Altın Çilek, Yeni Alternatif Meyve, [Http://Www.Gifimey.Com/Altin_Cilek_Hakkinda.Pdf](http://Www.Gifimey.Com/Altin_Cilek_Hakkinda.Pdf).
- Çolakoğlu, A., Oktar, A., 1975. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Özetleri (1969-2009). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 268. Bornova-İzmir. Zeytin Danesinin Olgunluk Derecesinin Yağın Kalitesine Etkileri. 209 S.
- Dalgıç L., Sermet S.O., Canlı F., Büyükteş K., Özkan G., 2013. Erken Hasat Zeytinyağlarında Olgunluk İndeksinin Raf Ömrü ve Bazı Kalite Kriterlerine Etkileri. *Z&Z Akdeniz Kültür Dergisi*, 29: 76-86.
- Damiechki M., Sotiropoulou S., Tsimidou M., 2001. Antioxidant and Pro-Oxidant Factors in Oregano and Rosemary Gourmet Olive Oils, *Grasas Y Aceites* 52: 207-213.
- Dıraman, H., 2007. Gemlik Zeytin Çesidinden Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Diğer Önemli Yerli Çesitler ile Karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: Ss 53.
- Dıraman, H., Hışıl, Y. (2010), Bazı Bitkisel (Zeytin, Fındık Ve Karışım) Yağlara Baharat İlavesinin Oksidatif Stabilitate ve Yağ Asitleri Bileşenleri Üzerine Etkisi, *Gıda*. Vol. 35(1), Pp. 41-47.
- Di Giovacchino, L., Constantini, N., Ferrante, M.L. & Serraiocco, A. (2002a). Influence of Malaxation Time of Olive Paste on Oil Extraction Yields of Chemical And Organoleptic Characteristics Of Virgin Olive Oil Obtained by a Centrifugal Decanter at Water Saving. *Grasas Y Aceites*, 53, 179–184.
- Di Giovacchino, L., Sestilli, S. & Di Vincenzo, D. (2002b). Influence of Olive Processing on Virgin Olive Oil Quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 587–601.
- Dolgun, O., Özkan, G., Erbay, B., 2010. Comparison of Olive Oils Derived from Certified Organic and Conventional Agricultural Methods. *Asian Journal of Chemistry* 22 (3): 2339-2348.

- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J., 2003. Characterization of The Antioxidant Properties of De-Odourised Aqueous Extracts from Selected Lamiaceae Herbs, *Food Chemistry*, 83 (2): 255–262.
- Espínola F., Moya M., Fernández D.G., Castro E., 2011. Modelling of Virgin Olive Oil Extraction Using Response Surface Methodology, *International Journal Of Food Science And Technology* 2011, 46, 2576–2583
- Franco, L., Matiz, G., Calle, J., Pinzon, R., & Ospina, L. (2007). Antiinflammatory Activity of Extracts and Fractions Obtained from *Physalis Peruviana* L. Calyces. *Biomedica*, 27(1), 110–115.
- Frank, D. G., Harwood, J. L., Padley, F. B., 1986. *The Lipid Hand Book*, 1:74-76.
- Gambacorta G., M. Faccia, S. Pati, C. Lamacchia, A. Baiano, E. La Notte (2007) Changes in Chemical and Sensorial Profile of Extra Virgin Olive Oils Flavoured with Herbs and Spices During Storage, *Journal of Food Lipids* 14: 202-215.
- Gouveia, A.F., Duarte, C., Beirão Da Costa, M.L., Bernardo-Gil, M.G., Moldão-Martins, M., 2006. Oxidative Stability of Olive Oil Flavoured by *Capsicum Frutescens* Supercritical Fluid Extracts. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108, 421–428.
- Grati-Kammoun, N., Khlif, M., Hamdi, M.T., 1999. Evolution of Oils Characteristics with Maturity of Olives in Sfax: Chemlali Variety. *Acta Horticulturae* 474, 701–704.
- Grati-Kamoun, N., 2007. Étude De La Diversité Génétique De L'olivier Cultivé En Tunisie: Approche Pomologique, Chimique Et Moléculaire. Thesis, University of Sfax.
- Guinda, A., Dobarganes, M., Mendez, M.V., 2003. Chemical and Physical Properties of a Sunflower Oil with High Levels of Oleic and Palmitic Acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105: 3-4, 130-137.
- Günç Ergönül, P., 2006. Zeytin Meyvesinin Olgunlaşması Sırasında, Bileşimindeki Organik Asit Miktarındaki Değişimler ve Bu Değişimlerin Yağ Birikimiyle Olan İlişkisinin Araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilimdalı Gıda Bilimleri Programı Yüksek Lisans Tezi. S 98. Manisa.
- IOOC (1992). COI/T 20/Doc No. 3/R_Ev 2, Evaluation Organoleptique De L'huile D_Olive Vierge.
- Issaoui M., Flamini G., Hajaij, M.E., Cioni, P.L., Hammami, M., 2011. Oxidative Evolution of Virgin And Flavored Olive Oils under Thermo-Oxidation Processes, *J Am Oil Chem Soc* 88:1339–1350.

- Jacotot B.,1994. Olive Oil: A Food and Medicine in One, *Olivae* 54: 40-41.
- Kalua, C.M., Bedgood, D.R., Bishop, A.G. & Prenzler, P.D. (2006). Changes in Volatile and Phenolic Compounds with Malaxation Time *Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7641–7651.
- Kayahan, M., Tekin, A., 2006. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TBMM Gıda Mühendisleri Odası, Filiz Matbaacılık San. Ve Tic. Ltd.Şti., 15, 198s. Ankara.
- Köylüoğlu, F., Özkan, G., 2009. Mercanköşk Çeşnili Sızma Zeytinyağlarının Oksidatif Stabiliteleri, Pigmentleri, Bazı Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, *Hasad Gıda* 25 (294): 38-43.
- Lagouri V., D. Boskou (1996) Nutrient Antioxidants in Oregano, *International Journal of Food Science and Nutrition* 47: 493-497.
- Lyon D.H., Watson M.P., 1994. Sensory Profiling: A Method for Describing the Sensory Characteristics of Virgin Olive Oil *Grasas Y Aceites*, Vol 45, No 1-2.
- Mayorga, H., Knapp, H., Winterhalter, P., Duque, C., 2001. Glycosidically Bound Flavor Compounds of Cape Gooseberry (*Physalis Peruviana* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1904-1908.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press.
- Minguez-Mosquera, M. I., Rejano-Navarro, L., Gandul-Rojas, B., Sanchez-Gomez, A. H., Garrido-Fernandez, I., 1991. Color-Pigment Correlation in Virgin Olive Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68: 332-336.
- Moldão-Martins M., Beirão-Da-Costa S., Neves C., Cavaleiro C., Salgueiro L., Beirão-Da-Costa M.L., 2004. Olive Oil Flavoured by The Essential Oils of *Mentha X Piperita* And *Thymus Mastichina* L, *Food Quality and Preference* 15: 447-452.
- Morales M.T., Luna G., Aparicio R., 2000. Sensory and Chemical Evaluation of Wine-Vinegary Defect in Virgin Olive Oils, *European Food Research and Technology* 211: 222-228.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M. 2001. “Bitkisel Yağ Teknolojisi”, P.Ü. Mühendislik Fakültesi,Denizli,(005)
- Nergiz, C., Engez, Y., 2000. Compositional Variation of Olive Fruit During Ripening. *Food Chemistry*, 69: 55- 59.
- Nouhad A, Tsimidou M. 1998. Aceites De Oliva Aromatizados Con Hierbas Y Especies. Ideas Preconcebidas De Los Consumidores Potenciales Sobre Las Propiedades Nutricionales Y Sensoriales De Estos Productos. *Olivae* 71: 56–62.

- Özcan M., 1999. Antioxidant Activity of Rosemary (*Rosmarinus Officinaiis* L.) Extracts on Natural Olive And Sesame Oils, *Grasas Y Aceites* Vol. 50. Fasc. 5, 355-358.
- Özkaya, M. T., Cakir, E., Gokbayrak, Z., Ercan, H., Taksin, N., 2006. Morphological And Molecular Characterization of Derik-Halhali Olive (*Olea Oleuropaea* L.) Accessions Grown in Derik-Mardin Province of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 108: 205-209.
- Perry, L. M. (1980). "Medicinal Plants Of East and Southeast Asia-Attributed Properties And Uses", MIT Press, Cambridge.
- Pokorny, J., Kalinova, L., Dysseler, P., 1995. Determination of Chlorophyll Pigments in Crude Vegetable Oils. *Pure and Applied Chemistry*, 67: 1781-1787.
- Ramadan M. F., Morsel J. T. (2004). "A Novel Fruit Source of Fat Soluble Bioactitives", *Inform*, 15:130-131, Germany.
- Ramadan, M. F. (2011). "Bioactive Phytochemicalsi Nutritional Value, and Functional Properties of Cape Gooseberry (*Physalis Peruviana*)": An Overview, *Exotic Fruits:Their Composition, Nutraceutical and Agroindustrial Potential*, Food Research International, 44 (7): 1830-1836.
- Ramadan, M. F., Morsel, J. T. (2003). "Oil Goldenbery (*Physalis Peruviana* L.)" *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 51: 969-974, Germany.
- Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Lucera, L. & Del Re, P. (2003). Enhancing The Quality of Virgin Olive Oil by Use Of a New Vegetable Enzyme Extract During Processing. *European Food Research and Technology*, 216, 109–115.
- Riva M., L.F. Di Cesare, A. Schiraldi (1993) Microwave and Traditional Technology to Prepare Garlic Aromatized Olive Oil. In: Charalambous G. (Ed.), *Food Flavours, Ingredients And Composition*, Pp. 327-328. Elsevier, Holland.
- Rodríguez, S., Rodríguez, E. (2007). Efecto De La Íngesta De *Physalis Peruviana* (Aguaymanto) Sobre La Glicemia Postprandial En Adultos Jóvenes. *Revista Médica Vallejana*, 4(1), 43–52.
- Singleton, V. L., Rossi, J. R., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolibdic-Phosphothungstic Acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144- 158.
- Tsimidou M., D. Boskou (1994) Antioxidant Activity of Essential Oils from the Plants of the Lamiaceae Family. In Charalambous G. (Ed.), *Spices, Herbs And Edible Fungi*, Pp. 273-284. Elsevier, Holland.

- Tutar, M. 2010. Erkence Zeytin Çeşidinde Farklı Tiplerin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilimdalı Doktora Tezi. S 73. İzmir.
- Uceda, M., Jime'Nez, A. & Beltra' N, G. (2006). Olive Oil Extraction and Quality. *Grasas Y Aceites*, 57, 25–31.
- Visioli F., Bogani P., Grande S., Galli C., 2004. Olive Oil and Oxidative Stress, *Grasas Y Aceites* 55: 66-75.
- Wu, S. J., Ng, L. T., Chen, C. H., Lin, D. L., Wang, S. S., Lin, C. C. (2004). "Antihepatoma Activity of *Physalis Angulata* and *P. Peruviana* Extracts and Their Effects on Apoptosis in Human Hep G2 Cells", *Life Sci.* 74: 2061–2073.
- Wu, S. J., Ng, L. T., Huang, Y. M., Lin, D. L., Wang, S. S., Huang, S. N., Lin, C. C. (2005). "Antioxidant Activities of *Physalis Peruviana*", *Biological Pharmaceutical Bulletin* 28 (6): 963–966.
- Yen, C.Y., Chiu, C.C, Chang, F.R., Chen, J.Y., Hwang, C.C., Hseu, Y.C., Yang, H.L., Lee, A.Y., Tsai, M.T., Guo, Z.L., Cheng, Y.S., Liu, Y.C., Lan, Y.H., Chang, Y.C., Ko, Y.C., Chang, H.W., Wu, Y.C. (2010). "4beta-Hydroxywithanolide E From *Physalis Peruviana* (Golden Berry) Inhibits Growth Of Human Lung Cancer Cells Through DNA Damage, Aapoptosis And G2/M Arres". *BMC Cancer* 10:46.Tainan, Taiwan.
- Yılmaz, E., 2007. Çanakkale İlinde Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Duyusal Ve Fiziko-Kimyasal Kalitelerinin Belirlenmesi, Tübitak Proje No: 105O369, Çanakkale.
- Zouari, S., Zouari, N., Fakhfakh, N., Ayadi, M.A., Neffati M., 2012. Physicochemical Properties And Oxidative Stability Of Extra Virgin Olive Oil Flavored By *Artemisia Herba Alba* And *Thymus Algeriensis*, International Symposium On Medicinal And Aromatic Plants - SIPAM 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Latife DALGIÇ

Doğum Yeri ve Yılı: Sarayönü, 1988

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise: Sarayönü Anadolu Lisesi

Lisans: Süleyman Demirel Üniversitesi

Ulusal Makaleler

1. **Dalgıç L.**, Sermet S.O., Özkan G., 2011. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Menengiç Yağ Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *AKADEMİK GIDA* 9 (3): 26-36.
2. **Dalgıç L.**, Sermet S.O., Canlı F., Büyükaş K., Özkan G., 2013. Erken hasat zeytinyağlarında olgunluk indeksinin raf ömrü ve bazı kalite kriterlerine etkileri. *Z&Z Akdeniz Kültür Dergisi*, 29: 76-86.

Ulusal Bildiriler

1. **Dalgıç L.**, Sermet S.O., Büyükaş K., Canlı F., Özkan G. 2012. Olgunlaşma Sürecinin Erken Hasat Memecik Zeytinyağlarının Raf Ömrü ve Bazı Kalite Kriterlerine Etkileri. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, 16-18 Mayıs 2012, Aydın.

Uluslararası Bildiriler

1. Ozkan G., Karacabey E., **Dalgıç L.**, Sermet S.O. 2012. Functional Properties of Aromatized Virgin Olive Oil by Rosemary (*Rosmarinus officinalis*). 10th Euro Fed Lipid Congress, 23-26 September 2012, Cracow-Poland.
2. Karacabey E., Ozkan G., Sermet S.O., **Dalgıç L.** 2012. Effect of Aromatization with Rosemary on the Yield and Quality Parameters of Boutique Olive Oil. 10th Euro Fed Lipid Congress, 23-26 September 2012, Cracow-Poland.
3. Dağdelen A., Özkan G., Sermet S.O., **Dalgıç L.**, Çevik Ş., Aydın S. 2012. Functional Properties of Olive Mill Waste Water from Different Olive Cultivars Grown in South Marmara, Turkey. 10th Euro Fed Lipid Congress, 23-26 September 2012, Cracow-Poland.
4. Dağdelen A., Çevik Ş., Aydın S., Sermet S.O., **Dalgıç L.**, Ozkan G., Effect of Geographical Location on Some Physicochemical Quality Parameters and Pigments of Virgin Olive Oils of the Ayvalık Variety, GeoMed 2013 The 3rd

International Geography Symposium, Eds: Atalay, İ., Efe, R., 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, pp. 108.

5. Dağdelen A, **Dalgıç L**, Sermet SO, Aydın S, Çevik Ş, Ozkan G, Determination of Cultivar Effect on Phenolic Compositions of Olive Mill Wastewaters Obtained From Olive Cultivars Graduated in Particular Geographical Location (Edremit Region), GeoMed 2013 The 3rd International Geography Symposium, Eds: Atalay, İ., Efe, R., 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, pp. 107.
6. Dağdelen A, Özkan, G., **Dalgıç L**, Sermet SO, Comparison of Antioxidant Capacities and Phenolic Compositions of Ayvalık Olive Oils from South Marmara and Mediterranean Regions in Turkey. 11th EURO FED LIPID CONGRESS, 27-30 October 2013, Antalya, Turkey pp. 393.

Bursiyer Olarak Görev Alınan Projeler:

1. **Dalgıç, L.** (2013-2014). Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Kozalaklarının Fenolik Madde, Uçucu Yağ Bileşimi ve Antioksidan Özelliklerinin Yetiştirme Ortamı Koşullarına Göre Değerlendirilmesi. Proje No: 112O814.

Yardımcı Araştırmacı Olarak Görev Alınan Projeler:

1. “Zeytinyağının Altın Çilek Posası İle Aromalandırılması”. SDÜ Bilimsel Araştırmalar Projesi (Proje no: BAP 3279-YL2-12).