



FARKLI SAKLAMA KOŞULLARINDA SAKLANAN

ZEYTİNYAĞININ BAZI FİZİKOKİMYASAL

ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI

DAMLA GÜROCAK

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ

Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç.Dr. Cihangir SAĞLAM

2023

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



FARKLI SAKLAMA KOŞULLARINDA SAKLANAN
ZEYTİNYAĞININ BAZI FİZİKOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI

DAMLA GÜROCAK

ORCID: 0000-0001-5168-2222

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç.Dr. Cihangir SAĞLAM

MART-2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

FARKLI SAKLAMA KOŞULLARINDA SAKLANAN

ZEYTİNYAĞININ BAZI FİZİKOKİMYASAL

ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI

Damla GÜROCAK

Biyosistem Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç.Dr. Cihangir SAĞLAM

Zeytinyağı, içerdği yüksek besin değerleri ve antioksidan özelliği ile doğrudan tüketime uygun bir yağdır. Fakat bu özelliklerini koruyabilmesi için uygun şartlarda ve ambalajlarda depolanması gerekmektedir. Günümüzde zeytinyağının depolama koşullarının az bilinirliği nedeniyle sağlığınıza faydadan çok zarar verebilecek bir ürün sofralarımıza girmektedir. Araştırmamızda piyasa raflarında çeşitli ambalajlarda ve yol kenarlarında ticareti yapılan zeytinyağlarındaki bazı kalite analizlerinin yanında bazı fizikokimyasal özelliklerin kaliteye etkileri araştırılmıştır. Çalışma oda sıcaklığında direk güneş ışığına maruz kalacak şekilde aydınlık ortamda beş farklı ve karanlık ortamda da beş farklı kapta olmak üzere 10 ay boyunca bekletilmiştir. Muhafaza kapları, şeffaf pet şişe, amber renkli şeffaf pet şişe, cam şişe, koyu renkli cam şişe ve teneke şişedir. Periyodik olarak on ay boyunca her ay (1ay) serbest yağ asitliği, peroksit analizi, Ph ve termal iletkenlik değerleri ölçülmüş ve sonuçlar incelenmiştir. Sonuç olarak karanlık ortamda koyu renkli cam şişe ve teneke şişede bekletilen zeytinyağlarının asitlik ve peroksit değerlerini diğerlerine oranla daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağlarının sıcaklık ve ışığın etkisiyle Ph değerinin azaldığı, termal iletkenliğin sıcaklığa bağlı olarak artıp azaldığı ve bu nedenle depolanan materyalin özelliğine göre yağın içerisine sağlığa zararlı toksik maddelerin geçebileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler:Peroksit, Ph,Serbest yağ asitliği, Termal iletkenlik, Zeytinyağı,

ABSTRACT

DETERMINING SOME PHYSIOCHEMICAL

PROPERTIES OF OLIVE OIL STORED

UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONSS

Damla Gürocak

Department of Biosystems

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Cihangir Sağlam

Olive oil is an oil suitable for direct consumption with its high nutritional values and antioxidant properties. However, in order to preserve these properties, it must be stored in suitable conditions and packages. Today, due to the little awareness of the storage conditions of olive oil, a product that can do more harm than good to our health enters our tables. In our research, besides some quality analyzes of olive oils traded in various packages on the market shelves and on the roadside, the effects of some physicochemical properties on the quality were investigated. The study was kept at room temperature for 10 months, in five different containers in a bright environment and in five different containers in a dark environment, exposed to direct sunlight. Storage containers are transparent pet bottle, amber colored transparent pet bottle, glass bottle, dark colored glass bottle and tin bottle. Free fatty acidity, peroxide analysis, Ph and thermal conductivity values were measured periodically every month (1 month) for ten months and the results were examined. As a result, it was determined that olive oils kept in dark colored glass bottles and tin bottles in the dark environment preserved their acidity and peroxide values better than the others. It has been predicted that the Ph value of olive oils kept in a bright environment decreases with the effect of temperature and light, the thermal conductivity increases and decreases depending on the temperature, and therefore, toxic substances harmful to health can pass into the oil depending on the property of the stored material.

Keywords: Olive oil, Ph, Thermal conductivity, Free fatty acidity, Peroxide,

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	i
SİMGELER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Zeytinyağı Kalitesini Etkileyen Faktörler	5
1.2 Zeytinyağı İşleme Yöntemleri.....	7
1.3 Literatür Özeti	11
1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	14
2. MATERYEL VE YÖNTEM.....	16
2.1.1 Araştırmada Kullanılan Ayvalık Zeytinin Özellikleri	16
2.1.2 Deneme Kapları	16
2.1.3 Termal İletkenlik Kd2 Marka Ölçüm Cihazı	17
2.1.4 Adwa AD110 El Tipi Ph Metre Cihazı.....	18
2.1.5 Araştırmada Kullanılan Diğer Materyaller	18
2.1 Yöntem.....	19
2.1.1 Denemelerin Kurulması	19
2.2.2 Analiz Yöntemleri.....	19
2.2.2.1 Serbest Yağ Asitliği Değerlerinin Saptanması	19
2.2.2.2 Peroksit Sayısı Değerleri ve Sonuçları.....	21
2.2.3 Ölçüm Yöntemleri	21
2.2.3.1 Termal İletkenlik.....	21
2.2.3.2 Ph Ölçümü.....	22
2.2.4. İstatistiksel Yöntemler.....	22
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	23
3.1 Dolum Öncesi İlk Ölçüm Sonuçlar	23
3.2 Analiz Yöntemlerine Göre Kalite Kriterleri	23
3.2.1 Serbest Yağ Asitliği Değerleri ve Sonuçları	23
3.2.2 Peroksit Sayısı Değerleri ve Sonuçları.....	27

3.3 Ölçüm Yöntemlerine Göre Kalite Kriterleri	31
3.2.1 Ph Ölçümü Değerleri ve Sonuçları.....	31
3.2.2 Termal İletkenlik Değerleri ve Sonuçları.....	34
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	41
EK-1. DENEMELERDE ANALİZİ YAPILAN SERBEST YAĞ ASİTLİĞİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZİ VERİLERİ.....	45
EK-2. DENEMELERDE ANALİZİ YAPILAN PEROKSİT DEĞERLERİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZ VERİLERİ	45
EK-3. DENEMELERDE ÖLÇÜLEN PH DEĞERLERİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZ VERİLERİ.....	45
EK-4. DENEMELERDE ÖLÇÜLEN TERMAL İLETKENLİK DEĞERLERİ VARYANS ANALİZ VERİLERİ	46
ÖZGEÇMİŞ	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 IOC 2020/2021 yılı zeytinyağı üretim verileri	1
Çizelge 1.2 Türkiye son 5 yıllık zeytinyağı üretimi (TÜİK)	2
Çizelge 1.3 Zeytinyağının trigliserit yapısında yer alan yağ asitleri (Başoğlu, 2006)....	4
Çizelge 3.1 İlk ölçüm sonuçları	23
Çizelge 3.2 Serbest yağ asitliği istatistiki ortalama değerleri	24
Çizelge 3.3 Peroksit değerleri istatistiki ortalamaları	27
Çizelge 3.4 Ph değerleri istatistiki ortalamaları	31
Çizelge 3.5 Termal iletkenlik istatistiki ortalamaları	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 2021 Sezonu zeytinyağı üretim bölgeleri (TÜİK 2021).....	2
Şekil 1.2 Geleneksel sistemde zeytinin preslenmesi (Orfion, 2017)	8
Şekil 1.3 Zeytinyağının genel üretim aşamaları (Kayahan ve Tekin, 2006)	9
Şekil 1.4 Kontinü sistem bileşenleri (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]).....	10
Şekil 2.1 Deneme Kapları.....	17
Şekil 2.2 Termal iletkenlik ölçüm cihazı	17
Şekil 2.3 Ph ölçüm cihazı (Adwa AD110 portatif tip taşınabilir ph metre)	18
Şekil 2.4 Asitlik ve peroksit tayini kimyasalları.....	19
Şekil 2.5 Serbest yağ asitliği ölçümü titrasyon sonucu	20
Şekil 2.6 Ph ve termal iletkenlik ölçümü.....	22
Şekil 3.1 Serbest yağ asitliği aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri (% oleik asit)	25
Şekil 3.2 Serbest yağ asitliği karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri (% oleik asit)	26
Şekil 3.3 Peroksit değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri.....	29
Şekil 3.4 Peroksit değeri karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri	30
Şekil 3.5 Ph değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri ..	33
Şekil 3.6 Ph karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri	34
Şekil 3.7 Deneme süresi (10 ay) boyunca ölçülen ortam sıcaklık verileri	37
Şekil 3.8 Termal iletkenlik değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri	37
Şekil 3.9 Termal iletkenlik karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri.....	38

SİMGELER DİZİNİ

Y1	Şeffaf Pet Şişe
Y2	Amber Renkli Pet Şişe
Y3	Cam Şişe
Y4	Koyu Renkli Cam Şişe
Y5	Teneke



KISALTMALAR DİZİNİ

ECN	Tohum Yağlarının Tespiti
IOC	Uluslararası Zeytin Konseyi
JMP	İstatistik Programı
KI	Potasyum İyodür
NAOH	Sodyum Hidroksit
PH	Potansiyel Hidrojen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviole

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca bana yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM'a çok teşekkür ederim. Fikirlerine önem verdiğim eğitimime büyük katkısı olan değerli hocam Prof. Dr. Fulya TAN'a, bilgi ve tecrübeleriyle hem eğitimim hem de tez sürecinde laboratuvar desteğiyle üzerimde çok emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Türkan AKTAŞ'a, tüm eğitimim süresince desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN'a ve Biyosistem Mühendisliği Tarımsal Makine Sistemleri Ana Bilim Dalı tüm hocalarıma teşekkür ederim. Bana her zaman yardımcı olan desteğini, sabrını ve sevgisini esirgemeyen sevgili eşim Güven GÜROCAK'a, ayrıca yüksek lisans eğitimim süresi içerisinde doğumuyla hayatıma sevgi ve ışık getiren sevgili oğlum Atlas Güven GÜROCAK'a, Son olarak; hayatımın her anında sevgisini, hoşgörüsünü, sabrını hissettiğim ve daima verdiğim kararlarda yanımda olan annem Selma TOYGAR, babam Ayhan TOYGAR ve kardeşim Yağmur TOYGAR'a çok teşekkür ederim

Damla GÜROCAK

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Zeytin ağacı (*Olea europaea*) botanik sistematğinde oleaceae familyasının olea cinsinin oleaEuropeae türünün oleaEuropaeaeSativa alt türüdür. Ancak Olea cinsinin tropik ve subtropik iklim koşullarında yetişen 20 çeşidi de vardır (Kayahan ve Tekin 2006.) Boyu 15-20 metreye kadar da çıkabilen bir bitkidir. Meyveleri önceleri yeşilken Ekim-Kasım aylarında morlaşarak olgunlaşır. Genellikle 300-400 yıl gibi uzun ömürlü bir ağaç olan zeytinin 2000 yıl yaşayanlarının olması da onun büyük olasılıkla kuraklıktan etkilenmeyen bir bitki olduğunu gösterir (Kaplan ve Arıhan, 2012). Bu nedenle zeytin ağacı mitoloji ve botanikte “ölümsüz ağaç” olarak isimlendirilmiştir. Zeytin ağacının kökeni ve Zeytinin tarihçesi hakkında kesin bir literatür bulunmamaktadır. Arkeolog ve paleo-botanikçiler yapmış oldukları araştırmalarda Akdeniz havzasında birçok değişik bölgede yabani zeytin türlerine rastlamışlardır. Zeytinin tarımsal kullanımına dair ilk kanıt, Akdeniz’in doğu kıyısında, MÖ 6000 yılına kadar dayanır. Yunanistan’ın Knossos şehrindeki kazılarda ortaya çıkan özütleme ve depolama teknikleri, zeytinyağının MÖ 1500 yılında önemli bir ticari mal olduğunun göstergesidir (Ritson, 2006). Buna karşın diğer bir görüşe göre ise, ilk kez eski Yunanlılar zeytini Anadolu’nun Ege kıyılarından alarak, Yunanistan’a götürmüşler ve daha sonra da Avrupa’nın tüm güney ülkelerine tanıtmışlardır. Gerçekten günümüzde MÖ 3500 yıllarında Girit Adasında yetiştirildiğine dair kanıtlar bulunmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Dünya zeytin üretim alanları yaklaşık 10 milyon hektar düzeyindedir. Zeytin üretim alanlarının büyük çoğunluğu Akdeniz ülkelerindedir. Dünya zeytinyağı üretimi yıllara göre dalgalanmalar göstermektedir. Zeytinyağı üretiminde AB ülkelerinin payı yıllara göre değişmekle birlikte ortalama %70’tir (InternationalOliveOil [IOC], 2022). İklim şartları, periyodisite özelliği ve hastalıklar zeytinyağı arzını etkilemektedir.

Çizelge 1.1 IOC 2020/2021 yılı zeytinyağı üretim verileri

	İspanya	İtalya	Yunanistan	Türkiye	Portekiz
Üretim %	46.10	9.10	9.10	7	3.30

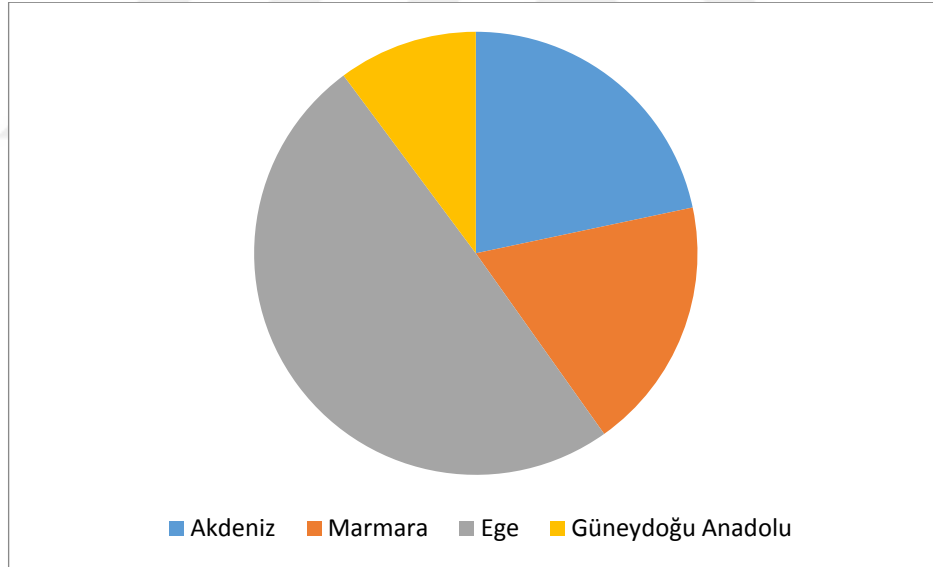
Çizelge 1.1’e göre IOC2020/2021 yılı verilerine göre, Dünya zeytinyağı üzerimi total 3,01 milyon ton ve bu toplam üretimin %46,10 İspanya, %9,10 İtalya, %9,10 Yunanistan, %7 Türkiye ve %3,30 Portekiz tarafından sağlanmaktadır.

Türkiye, yıllık ortalama 210 bin tonu aşan zeytinyağı üretimi ile üretici ülkeler arasında Dünya’da % 7 pay ile 4. sırada yer almaktadır (IOC 2021).

Çizelge 1.2Türkiye son 5 yıllık zeytinyağı üretimi (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK])

ÜRETİM YILI	TON
2017	1640
2018	1073,472
2019	1110
2020	803.486
2021	1182.847

Türkiye’de 2021 sezonunda 1182.847 ton zeytinyağı üretiminin %50’si Ege Bölgesi’nde, %22 Akdeniz, %18’i Marmara ve %10’u Güneydoğu Anadolu Bölgesinde üretilmektedir (Çizelge1.2).



Şekil 1.12021 Sezonu zeytinyağı üretim bölgeleri (TÜİK 2021)

Şekil 1.1’e göre Ege Bölgesi’nde zeytinyağı üretimi daha yoğundur. Yağlık zeytin ekim alanlarında en önemli üç il sırasıyla Aydın, Muğla ve İzmir’dir. Yağlık zeytin üretiminde ise en önemli üç il İzmir, Muğla ve Hatay’dır.

Zeytinyağı, zeytin meyvesinin (yağlık zeytinin) preslenmesi ile elde edilen, bitkisel yağlar içerisinde fiziksel yöntemlerle doğal olarak üretilen tek yağ olmakla birlikte herhangi bir kimyasal işleme maruz kalmadan üretildiği için tüketilirken de vitamin varlığını, temel yağ asitlerini ve diğer besleyici maddeleri muhafaza edebilme özelliği bulunmaktadır (Tunanioğlu, Tiryaki, Tan ve Taşkaya, 2003).Zeytinyağını diğer bitkisel yağlardan ayıran en önemli özelliği meyveden elde edilir oluşu ve hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmaksızın tamamen fiziksel işlemlerle elde edilip, doğal haliyle tüketilebilir özelliklere sahip olmasıdır (Kara, Kıralan, Bayrak ve Dağdelen, 2011).

Zeytinyağı, sağlığını koruduğuna inanılan ve bu nedenle sofrada sıkça tüketilmeye çalışılan bitkisel bir yağdır. Eski Roma'da kralların ve imparatorların yağla banyosu ve naaşın yağla yıkanması geleneğinden gelen diğer tüm yağlar içinde en sağlıklı sayılan zeytinyağının ve yaralanmalarda ve iltihaplarda kullanıldığı bilinmektedir (Jackson, 1999).Zeytinyağı sıcak ve soğuk tüketildiğinde mide asitliğini azaltarak gastrit ve ülserle karşı koruyucu etkisi vardır. Ayrıca kemik, diş sağlığı veya yaşlanma geciktirici etkisi vardır. (Öztürk, Yalçın ve Dıran, 2009). Zeytinyağının yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri ve bunların içindeki en önemli olan oleik asit içermesi insan vücudundaki toplam kolesterolü düşürme etkisi gösterir. Kolesterol üzerine olumlu etkisinin yanında yaşlılığa bağlı olumsuzluklara karşı da koruyucu etki gösterdiği bilinmektedir (Demirci ve Bölükbaşı, 2003).

Zeytinyağının beslenme açısından en önemli maddelerinden biri de tokoferollerdir. Tokoferolün diğer bir adı da vitamin E'dir ve naturel zeytinyağlarında 151,178 mg/kg oranında bulunduğu, depolanmış zeytinyağında bu oranın 28,55 mg/kg düştüğü, rafine zeytinyağında rafinasyon işlemi sırasında alfa tokoferolün hiç kalmadığı belirlenmiştir (Başoğlu, 2006).

Anavatanı olmasına rağmen zeytinin ülkemizde hak ettiği konuma ulaşamamıştır. Bu durumun başlıca nedenleri arasında, yetiştiricilik yönünden gerekli tarım tekniklerine özen gösterilmemesi, ürünün özellikle yağa işlenerek değerlendirilmesi sürecinde teknolojik gelişmelerin yeterince izlenmemesinden kaynaklanmaktadır (Kayahan ve Tekin 2006).

Zeytinin besleyici değeri, içerdiği yağın özelliğidir. Ülkemizde üretilen zeytinyağlarının yağ asitleri bakımından dağılımı Çizelge 1.3'te verilmiştir.

Çizelge 1.3 Zeytinyağının trigliserit yapısında yer alan yağ asitleri (Başoğlu, 2006)

Yağ asidi	En az	En çok	Ortalama
Palmitik	9.48	15.60	12.30
Palmitoleik	0.67	1.49	0.96
Stearik asit	171	3.64	2.67
Oleik asit	67.43	78.44	73.97
Linoleik	4.67	15.10	10
Linolenik	0.03	1.15	0.45
Araşidik	0.17	0.90	0.40

Türk gıda kodeksi zeytinyağı ve pirina yağı tebliği (2017/26)'ya göre zeytinyağı çeşitleri aşağıda açıklanmıştır.

Natürel zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısıl ortamda, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen yağlardır.

Natürel sızma zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlardır.

Natürel birinci zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlardır.

Ham zeytinyağı/Rafinajlık: Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olan ve/veya duyuşal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar olarak sınıflandırılır.

Rafine zeytinyağı: Ham zeytinyağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağdır.

Riviera zeytinyağı: Rafine zeytinyağı ile doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları karışımından oluşan ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramdan fazla olmayan yağdır. (Anonim, 2017)

1.1 Zeytinyağı Kalitesini Etkileyen Faktörler

Zeytinyağı kalitesinin etkileyen nedenlerin en başında kaynağı teşkil eden zeytin ağacının toprakta yetiştirilmesi esnasında başlamaktadır. Zeytinin çeşidi, zeytin bitkisi, toprak ve iklim koşulları, zararlıları gibi hususlar daha başlangıçta zeytinyağı kalitesini doğrudan etkilemekte ve devamındaki zeytinin hasat yöntemleri, hasat zamanı, zeytinin yağa işleme şekli, işlemede kullanılan makine ve ekipmanların cinsi ve işleme yöntemleri ile depolanması ve ambalajlanması kaliteyi etkileyen faktörlerdir(Öztürk vd., 2009).

Özellikle direk tüketime hazır şekilde depolanan zeytinyağlarında, yağın içindeki tortu maddesi, kabın cinsi, çevre şartları ve zamana bağlı olarak yapısal bozukluklar yanında tat, koku ve görünüşte belirgin hale gelen değişiklikler meydana gelir. Ambalaj materyalinin fiziksel özellikleri, zeytinyağı ve ambalaj materyali arasında meydana gelen geçirgenlik ve etkileşim yağın hem güvenliğini hem kalitesini etkilemektedir. Zeytinyağının içine konulacağı ekipmanlar yağla reaksiyona girmeyen yapıda olmalı, yağı, ışık ve havadan korumalı ve sıcaklık sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Zeytinyağının kalitatif özelliklerinin korunması için dolumun azot gazı altında yapılması gerekmektedir (Keçeli, 2008).

Zeytinyağının kalitesini etkileyen faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz

- İklim ve Toprak tipi
- Polifenol oranı
- Zeytin hasadı zamanı
- Zararlıların etkisi
- Zeytinyağı asit oranı
- Hasat yöntemi
- Hasat sonrası depolama yöntemi
- Yağ çıkarma şartları
- Tüketim sonrası muhafaza koşulları(Anonim, 2022).

Zeytinyağında kalite aslında zeytin üretiminden hasada ve hasat sonrası zeytinyağı sıkım yöntemi, depolaması ve saklanması kadar devam eder. Öyle ki zeytin ağacının bakımı gübrelemesi, hastalık ve zararlı kontrolü bile zeytinyağı kalitesinde rol oynar. Doğru yöntem ve zamanında yapılan zeytin hasadı kaliteli zeytinyağı elde etme şartlarından biridir.

Hasat sonrası zeytinin uygun olmayan şekilde işlenmesi istenilen kalitede olmasını engellemektedir. Bu yüzden zeytinyağında kalite üretimin her aşamasında gerçekleşir.

Türk gıda kodeksi zeytinyağı ve pirina yağı tebliği (2017/26)'ya göre zeytinyağı kalite analizleri aşağıdaki gibidir;

Zeytinyağında Kalite Analizleri

- Serbest Yağ asitleri (% oleik asit cinsinden)
- Peroksit Değeri (meq aktif oksijen,/kg yağ)
- UV Işığında özgül soğurma (4)
- Yağ Asidi Etil Esterleri (mg/kg)
- Halojene Çözücüler

Zeytinyağı Sıfllık Kriterleri

- Gaz Kromatografide belirlenen yağ asidi kompozisyonları
- 2-Gliserit monopalmitat
- Sterol Kompozisyonu
- Eritrodiol ve Uvaol
- Trans Yağ Asitleri
- Tohum Yağlarının Tespiti, Gerçek ve Teorik ECN 42 Trigliserit İçeriğindeki Maksimum Fark
- Rafine Bitkisel Yağların Tespiti, Stigmastadienler
- Mumsu Maddeler mg/kg

Zeytinyağı Duyusal Analizler

- Kusurların Ortancası
- Meyvemsi Özellik Ortancası

Zeytinlerin olabildiğince doğal yapılarının korunarak taşınması ve depolanması kaliteli bir yağ elde etmek için önemlidir(Kayahan ve Tekin, 2006).Eskiden keten, kenevir veya jütten yapılmış çuvallara doldurularak fabrikaya getirilirken günümüzde naylondan dokunmuş çuvallarla, plastik bidonlarla veya plastik kasalarla fabrikaya ulaştırılmaktadır (Başoğlu, 2006).

Zeytinin var yılında üretim bolluğu olduğu zamanlarda fabrikalara getirilen zeytinlerin belli bir süre bekletilmesinin önüne geçilememektedir.. Böyle durumlarda zeytinlerin plastik kasalarda yığın yüksekliği 30 cm'yi geçmeyecek şekilde depolanmalı, ayrıca depo havasının serin tutulması ve kasaların arada olması gereken hava dolaşımının engellemeyecek şekilde konumlandırılmasına dikkat edilmelidir. Olanakların elverişli olmaması halinde kimi zaman zeytinlerin açık havada veya sundurma altında iyi havalanabilen kapalı yerlerde oluşturulan sergi ya da yığın halinde depolanması da don ve diğer olumsuz hava etkisinde kalmakta ve yağın kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Kayahan ve Tekin, 2006). Bunun yanında pratikte rastladığımız zeytinlerin çuvallarda bekletilmesi diğer koşullarda olduğu gibi zeytinlerde asitleşmeye neden olmakta ve zeytinyağında kalite düşüklüğüne sebep olmaktadır.

Fazla olgunlaşmamış zeytinlerin uygun koşullarda 2-3 gün gibi kısa sürede depolandığında, meyvenin et dokusundaki kısmi gevşeme nedeniyle, daha yüksek bir yağ verimine ulaşmış ve yağın kalitesinde önemli bir kayıp olmadığı belirlenmiştir. Zorunlu olarak zeytinlerin depolanması söz konusu olduğunda, önerilen diğer bir yöntem, zeytinlerin su ya da tuzlu su içinde saklanmasıdır. Bu yöntem ülkemizde hiç uygulanmamakla birlikte Kaliforniya'da bu yöntemden yararlanılmakta ve bu şekilde depolanmış zeytinlerden elde edilen yağlarda, serbest asitlikte neredeyse hiç artış olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde Cezayir'de yapılan denemelerde, %7-10'luk tuzlu suda depolanan zeytinlerden elde edilen yağlardaki serbest asitliğin %0,2 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde ülkemizde yapılan araştırmada da, zeytin karasuyu içinde 14 ay süre ile depolanan zeytinlerden elde edilen yağlardaki serbest asitlik düzeyi %0,4 olarak bulunmuştur (Kayahan ve Tekin 2006).

1.2 Zeytinyağı İşleme Yöntemleri

Zeytinden zeytinyağı elde edebilmek için genel olarak toplama, presleme ve ayırma şeklinde üç aşamalı işlemin olması gerektiği bilinir. Zeytinyağı elde edilmesine ilişkin bu süreç çağlar boyunca aynı şekilde devam etmiştir. Ezilmiş ve hamur haline getirilen hammadde, preslemede bittikten sonra depolama haznesinde biriktirilmektedir. Zeytinyağı üretim teknolojisindeki en önemli gelişme, kendi ağırlığı ile üzerinde dönerek hareket eden bir taşın bulunduğu yuvarlak bir kırma teknesinin keşfiyle olmuştur. Önce hayvan gücünden yararlanılırken, sonrasında su, rüzgâr ve günümüzde ise makine gücü kullanılmaya başlanmıştır (Aydinoğlu, 2009).

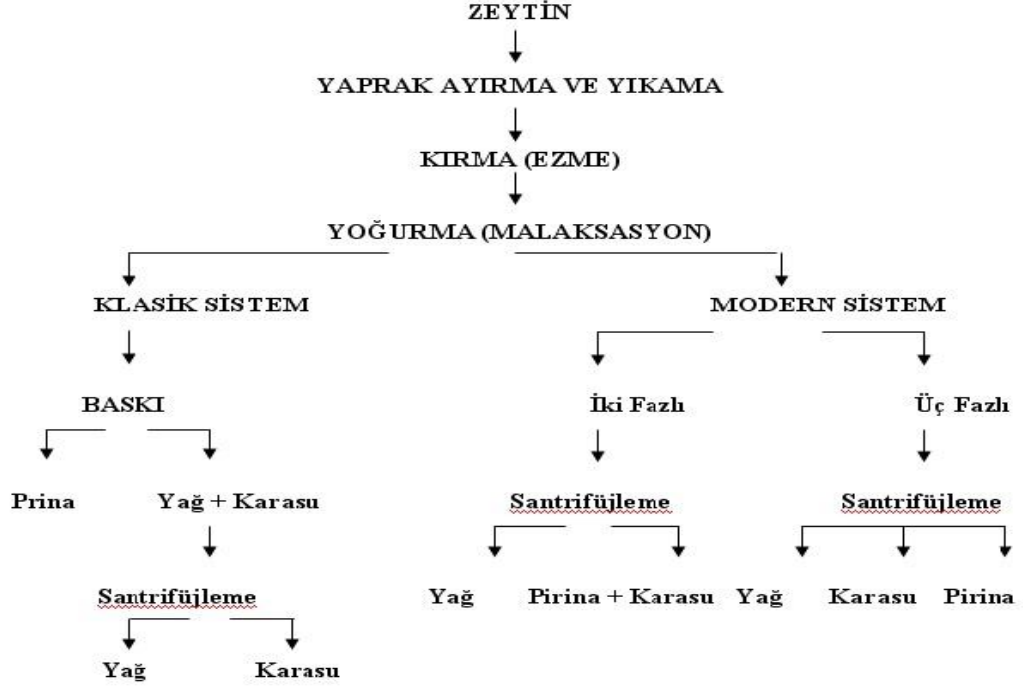
Zeytinyağı üretimindeki sistemler, klasik (geleneksel) ve modern (kontinü) sistemler olarak iki ana grupta toplanırlar. Klasik sistemler kendi aralarında hidrolik pres ve kuru pres olarak iki alt gruba ayrılırlar. Modern sistemler de iki fazlı, üç fazlı ve sinolea olarak adlandırılan üç farklı tipe sahiptirler (Dıraman, 2006).



Şekil 1.2 Geleneksel sistemde zeytinin preslenmesi (Orfion, 2017)

Geleneksel (Klasik) Yöntemlerde zeytinler taş kırıcılarda ezilip kırılarak hamur haline getirilmektedir (Şekil 1.2) Hamur haline getirilen zeytinler çullara doldurulur ve bu çullar prese girmek üzere üst üste yığılır. Zeytin çulları hasat sezonu kısıtlılığından ve toplanan zeytinin bekletilmeden işlenmeye alınması gerektiğinden yeteri kadar temizlenmezse hijyenik açıdan risk oluşturur. Çullardaki zeytin hamuru preslenerek zeytinyağı elde edilir.

Modern mekanizasyon sisteminde işeışletmeye getirilen zeytinler, yağ çıkartma işlemine girmeden önce ön hazırlama işlemlerine tutulur. Bu işlemlerin amacı yağı ayrılacak zeytinlerin yaprak, toprak, taş ve benzeri her türlü yabancı maddeden temizlenmesi ve temel işlem aşamalarına hazır hale getirilmesidir. Zeytinler tartılarak bunkere boşaltılır taşıma bandı ile yıkama sistemine ulaştırılır. Yaprak ve benzeri yabancı maddeler daha çok basınçlı hava veya vakum ile zeytinden uzaklaştırılır. Giriş hunisinden bunker ile yıkama haznesine taşınan zeytinler üzerine su püskürtülerek duşlandırılır. Daha sonra zeytinler basınçlı su borusundan gelen su ile sürüklenerek makinenin yıkama haznesine geçmektedir. Eski tip makinelerde yıkamada helezonlardan yararlanılırken modern teknoloji ile basınçlı su cereyanı kullanılmaktadır. Zeytin yıkama haznesine geçtiğinde su içinde yüzdürülerek ağır yabancı maddelerin çöktürülür (Kayahan ve Tekin 2006).



Şekil 1.3 Zeytinyağının genel üretim aşamaları (Kayahan ve Tekin, 2006)

Kırma ve ezme işleminde amaç meyvedeki yağı dışarı çıkarmaktır. Eski sistemde bu işlem taş değirmenlerde yapılırken, modern sistemde yerini metal kırıcılara bırakmıştır. Zeytinler kırıcılarda kırılıp parçalanarak hamur kıvamına getirilir. Yarı hamur denilen bu pelte şeklindeki madde bir pompa yardımıyla yoğurma ünitesine aktarılır. Zeytin hamuru karıştırma sırasında 25-30 dereceye kadar ısıtılmaktadır. Yoğurma işleminden sonra zeytin hamurundan kalan yağın alınması geleneksel olarak baskı (pres) düzenekleri ile yapılırken günümüzde dekantör makineleri ile yapılmaktadır. Karasu, yağ ve pirina ayırtırmak için iki ve üç fazlı sistemler kullanılmaktadır. Dekantörler pirina ve yağlı karasu ayırtıran sistemlerdir. Hamur yatay silindir içinde ilerlerken, ağır parçaları (pirina) dışa gider, karasu ve yağ ortadaki, merkezdeki borudan santrifüj sistemine gönderilir (Şekil 1.3)



Şekil 1.4Kontinü sistem bileşenleri (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB])

İki fazlı dekantörlerdeproses suyu kullanılmaz ve zeytinin tüm suyu pirina içindedir.Bu sistem üç fazlı sistemlerde çıkan karasuyun çevreyi kirletmesi nedeniyle 1992 yılında zeytinyağı üretim sisteminde su kullanmadan veya zeytinlerin nemine göre çok az su kullanılması ile yağ fazının ayrılmasını sağlayan yeni bir dekantör sistemi geliştirilmesiyle oluşmuştur. İki faz sistemler günümüzde önem kazanmaya başlamıştır (Ranalli ve Martinelli, 1995) İki fazlı santrifüj sistemlerinde sonuç olarak yağ+sulu pirina çıkışı olmaktadır. Pirina sulu olduğu için ekonomik değildir.

Üç fazlı sistemlerde ise, yoğurmadan sonra dekantöre verilen zeytin hamuruna basınçlı su ilave edilmektedir. İlave edilen bu su ile sistemden çıkan atıksu (karasu) miktarı artmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. (RanelliandMartinelli, 1995)Üç fazlı dekantörlerde ise pirina ve karasu iki taraftan çıkarken yağ orta merkezdeki borudan santrifüj sistemine gönderilir.

Üç fazlı santrifüj sistemlerinde sonuç olarak, seperatör içerisinde durmaksızın yağlı şıra, arıtılarak yağ ve karasu olarak ayrışır (Başoğlu, 2006). Bu sistemdeki pirinanın ekonomik değeri olup yakacak ve gübre olarak dönüştürülmesi mümkündür. Yalnız su eklenerek yapılan bu sistemde çok fazla karasu çıkışı olduğu için çevre kirliliği sorunu ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda karasu arıtma sistemleri üzerinde çalışmalara başlanmıştır.

1.3 Literatür Özeti

Değişik taşıma şekilleri ve bekleme sürelerinin zeytin üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada taşıma şekilleri nasıl olursa olsun bekleme süresi arttıkça, oleik asit içeriğinin de arttığını gözlemlemiştir (Şimşek ve Yalçın, 2008).

Ayvalık, Memecik ve Erkence zeytinleriyle yapılan bir çalışmada, farklı hasat zamanları ve zeytin sineğinin zeytinyağındaki yağ asitleri bileşimi üzerine etkilerini araştırılmıştır. Hasat zamanı ilerledikçe palmitik asit, palmitoleik asit, linolenik asit, ve doymuş yağ asitleri değerlerinde düşüş görülürken, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit değerlerinde yükselmiştir (Topuz, Meriç, Bozkurt ve Durmuşoğlu, 2012).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada farklı yağ elde etme sistemlerinin naturel zeytinyağının acılık değerleri, kalite parametreleri ve yağların duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla yapılandırılan iki hasat yılı (2004-2006), memecik zeytin çeşidinden, beş farklı ekstraksiyon sistemi olan iki fazlı, iki buçuk fazlı, üç fazlı, klasik (sulu) sistem ve abencor (Laboratuvar sistemi) kullanılarak zeytinyağı elde edilmiştir. Yapılan karşılaştırmada, klasik sistemlerin polifenoller üzerinde azalan yönde etki ettiği ve acılık değeri ile kalite parametreleri açısından da daha olumlu sonuçlar alınmıştır. Sonuç olarak klasik sistemlerden elde edilen naturel zeytinyağlarında acılaştırmanın daha az olduğunu saptanmıştır (Köseoğlu 2006).

Zeytin Meyvesinin Sıcaklık ve Saklama Süresinin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi üzerine yapılan çalışmada, 3 farklı sıcaklık (5 °C, 8 °C, 20 °C) ve 5 farklı periyotta yağları çıkartarak Asitlik, peroksit değeri ve toplam polifenol içeriği analiz edilmiş ve sonuçta oda sıcaklığında yalnızca 5 gün dayanabildiği ve sonrasında bozulduğunu, 5 °C de 30 gün saklanan ve 8°C’de 25 gün saklanan zeytinlerin ise ilk duyuşal, görsel ve kimyasal kalitesini koruduğunu doğrulamaktadırlar (Rabiei, Ghorbani ve Hajnajari, 1995)

Mekanik hasadı yapılan zeytinleri 3°C ve 18°C sıcaklıkta saklamanın meyve karakteristiği ve yağ kalitesi üzerine etkilerini araştırılmış ve belli periyotlarla (0, 7, 14, 21) yağ elde edilmiştir. Soğukta saklama (3°C) , 18°C ‘deki saklanan zeytine göre bozulma süreci daha uzundur. 3 °C’de 21 gün depolamadan sonra bile ilk günkü yağ kalitesini korumuştur. (Yousfi, Weiland ve García, 2012)

Yapılan bir çalışmada Girit'te ağaçlardan yetiştirilen 'Koroneiki' zeytin meyveleri beş farklı koşul altında depo edilmiştir (0°C hava; 5°C hava; 5°C %2 O₂ + %5 CO₂; 7,5 °C hava; 7,5°C %2 O₂ + %5 CO₂). Yağ direkt hasat ve meyve saklamadan sonra 30 ve 60 günde elde edilmiştir. Zeytinyağı kalitesi asitlik, peroksit değeri, emilim etmenleri oranları (K₂₃₂, K₂₇₀), fenol ve klorofil içeriği, doymuş asit kompozisyonu ve fırında oksidasyona direnci testiyle değerlendirilmiştir. 7,5°C'de saklanan zeytinler 30 günde mantar üremesinden bozulmuş ve onlardan elde edilen yağda yüksek asitlik, peroksit ve emilim etmenleri değerleri ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak düşük kalitelidir. Aynı yağ oksidasyon dayanımında iyi sonuç veren yüksek klorofil ve fenol içeriğine sahiptir. 0-5°C'de saklanan meyveden elde edilen zeytinyağı makul seviyede asitlik, peroksit değeri ve emilim etmenleri oranına sahiptir fakat oksidasyona daha az dayanıklılık göstermesi düşük fenol ve klorofil içeriğine dayandırılmıştır. Bu koşul daha sonra düşük saklama sıcaklığının neden olduğu donma zararına dayandırılmıştır. Saklamada sağlanan tüm koşullar oleik asit artışıyla, kısmendelinoleik asit oksidasyonu ile sonuçlanmıştır (Kiritsakis, Nano, Polymenopulos, Thomai, & Sfakiotakis, 1998).

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada iki fazlı santrifüjlüdekantörü, üç fazlı ekipmanla karşılaştırmak için üç zeytin çeşidi (Coratina, Nebbio ve GrossadiCassano) ile zeytinyağı çıkarma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, iki fazlı santrifüjlü sistemle elde edilen yağlarda, preslenmiş veya filtrelenmiş yağlara kıyasla daha iyi kalitatif özellikler oluşturmaktadır. İki fazlı dekantör ürünü daha yüksek polifenoller, ortodifenoller, hidroksitirosol, tokoferoller, trans-2-heksenal ve toplam aromatik uçucu maddeler içeriyordu. Ayrıca, yağlar daha yüksek bir duyusal değer aldı ve daha yüksek oksidatifstabilite ve kampesterolstigmasterol oranı ile karakterize edildi. (Ranalli ve Martinelli 1995)

Zeytin meyvesini, sıkım öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve bekletme süresinin zeytinyağının kalitesine etkileri araştırmıştır. Çeşit olarak Edremit ve Uslu çeşidi zeytinleri 2012-2013 sezonunda hasat edilmiştir. Hasat edilen her iki çeşit zeytin kasa ve naylon çuvallara doldurulmuştur ve 0, 7, 14, 21 gün bekletildikten sonra Abencor sistemi ile zeytinyağı elde edilmiştir. Elde edilen zeytinyağlarında; serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, nem ve uçucu madde miktarları, eterde çözünmeyen safsızlıklar, UV özgül absorbans değerleri toplam fenol, kırılma indisi, toplam klorofil ve karotenoid, renk değerleri, yağ asitleri kompozisyonu, oksidatifstabilitenin belirlenmesi, duyusal test değerleri saptanarak,

elde edilen sonuçlar Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'nde (2007/36), (2010/35) yer alan değerlerle ve yapılan akademik çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Zeytinyağının serbest yağ asidi değerlerinin %0,25-2,70 arasında değiştiği ve serbest yağ asidi değerlerinin bekletme süreleri ve bekletme şekline göre arttığı belirlenmiştir. En yüksek serbest yağ asitliği değerine sahip zeytinyağı örneği 21 gün çuvalda bekletilmiş Edremit çeşidinden elde edilen zeytinyağında olduğu görülmektedir. İşlem sonrası elde edilen zeytinyağlarının peroksit değerlerinde önemli değişiklikler olmuştur. Peroksit değerlerinin 3,08-9,50 meq O₂/kg yağ aralığında olup, en yüksek peroksit değerine sahip zeytinyağının 7 gün kasada bekletilen Uslu çeşidine ait olduğu görülmektedir. Sonuç olarak zeytinyağı kalitesi değerlendirilirken, asitlik oranı ve peroksit sayısı birlikte değerlendirilmelidir. Bu sonuçlar, iki yağ aynı asitlik değerine sahip olsa bile farklı peroksit değerlerine sahip olabileceğini göstermiştir (Göldeli, 2015)

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada Türkiye'nin Kuzey Ege, Güney Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden 1. üretim yılında hasat edilmiş 40 farklı zeytin ve 2. üretim yılından 59 farklı zeytinin dane ağırlıkları, et ve çekirdek oranları, kuru madde ve yağ miktarları ile bu zeytinlerden elde edilen yağların serbest yağ asitlik, peroksit değeri, K₂₃₂, ΔK ve kırılma indisi değerleri, yağ asidi dağılımları, iyot sayıları ve sabunlaşma sayıları araştırılmıştır. Sonuçlara göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden elde edilen yağların serbest asitlik ve peroksit değerleri diğerlerine göre daha yüksektir. Güney Ege bölgesi yağlarının oleik asit miktarları diğer bölgelere göre yüksek (%73,77), linoleik asit miktarları daha düşük (%8,74), buna karşın Akdeniz Bölgesi yağlarının oleik asit miktarları en düşük (%69,30), linoleik asit miktarları da en yüksektir (Yavuz, 2008).

Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölge'lerinde yetişen Gemlik, Ayvalık, Karamani, Sarı Ulak, Kilis Yağlık ve Halhalı zeytin çeşitlerinden 2002-2003 sezonunda temin edilen örnekleri; laboratuvar ölçekli Abencor sistemi kullanılarak yağa işlenmiştir. Ayvalık çeşidi zeytinin %3,45 asitlik değeri nedeniyle rafinasyon gerektiren zeytinyağı olarak değerlendirilmektedir (Gümüşkesen, Yemişçioğlu, Tibet ve Çakır, 2003)

Yakın zamanda yapılan bir çalışmada Denizli piyasasından temin edilmiş tam yağlı ve yağsız süt, işlenmemiş taze süt, ayçiçeği, mısır özü ve zeytinyağı cam kavanozlarda +4 °C'da muhafaza edilerek 25 °C ile 75 °C sıcaklık arasında 3 farklı sıcaklıkta termal iletkenlik

değerleri saptanmıştır. Termal iletkenlik değerleri farklı sıcaklıklarda farklı sonuçları olduğu ve sıcaklık artmasıyla doğru orantılı olduğunu belirlemiştirler(Özkal ve Tülek, 2001).

Yakın zamanda yapılan başka bir çalışmada farklı zeytin hasat yöntemlerinin ve sızma zeytinyağının ekstraksiyonundan önceki bekleme süresinin termal iletkenliği nasıl etkilediği araştırılmıştır.Yağ numunesinin termal iletkenliği KD2 Termal özellikler analiz cihazı kullanılarak eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak ısı iletkenlik değerleri arttığı gözlemlenmiştir (Sağlam, Tan ve Aktaş, 2018)

1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Zeytinyağı, içerdiği yüksek besin değerleri ve antioksidan özelliği ile doğrudan tüketime uygun bir yağdır ve yapısındaki tekli doymamış yağ asidi içeriği ile diğer yağlara göre daha dikkatli depolanması ve kullanılması gerekmektedir. Kalite sorunu Zeytinlerin hasadından, sıkım sonrası zeytinyağı olarak depolanmasına kadar uzanan üretim safhalarının hemen hemen hepsinde görülür. Zeytinyağı sektöründe kalite sorunu uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Bahsedildiği gibi zeytinyağında sağlığımızı tehdit edebilecek en önemli kalite sorunu ambalaj ve depolama sırasında olmaktadır. Depolama sırasında zeytinyağında acılaşma ve oksidatif bozulmaları önlemek için ışık, sıcaklık, hava ve metal iyonları ile temasını en aza indirecek şekilde ambalajlama ve depolama yapılmalıdır. Zeytinyağı ve ambalaj materyali arasında uygun olmayan depolama koşullarında meydana gelen etkileşim, yağın kalitesi ve güvenliğine etki etmektedir. Zeytinyağının içine konulacağı materyal, yağla reaksiyona girmeyen nitelikte olmalıdır (Keçeli 2008). Fakat pratikte yaygın olarak zeytinyağları maliyeti düşürmek için pet şişelerde market raflarında ve direk güneş ışığı altında yol kenarlarında pazara sunulmakta, genellikle 5 litrelik teneke şişeler kolay kullanım için tenekelede delik açılmakta ve hava ile temasına neden olmaktadır. Özellikle pet şişelerin imalatında plastikleri yumuşatmak için fitalatlar, sertleştirmek için ise bisfenol-A (BPA) denilen toksikantlar kullanılmaktadır. Bu kimyasallar vücutta endokrin sistemini bozarak daha gebelik zamanından başlayarak gelişimi etkilemekte, başta erkek çocuklar olmak üzere beyin ve üreme organlarının gelişimini engellemekte disleksi ve hafıza problemlerine neden olmaktadır(Yıldırım, Onmaz, Gönülalan, Hızlısoy, Al, Güngör, Dişli, Dışhan ve Barel 2020).Bunun yanında teneke şişeler yumuşak çelikten imal edildiği için uygun olmayan depolama şartlarında zeytinyağı oksidasyonu için redoks tepkimesi göstererek katalizör etkisi yapmaktadır (Gergin, Seven, veGüçer, 2008). Yine sağlıklı olarak nitelendirilen cam şişelerde

muhafazada da yağı UV ışığından korumak gereklidir. Öyle ki çok küçük dozda UV radyasyonu bile sızma zeytinyağında oksidasyona neden olmuştur (Luna, Morales ve Aparicio 2006).

Zeytinyağı sektöründe kalite sorunu uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Bahsedildiği gibi zeytinyağında sağlığını tehdit edebilecek en önemli kalite sorunu ambalaj ve depolama sırasında olmaktadır. Bu araştırma ile zeytinyağı muhafaza yöntem ve şartları ile ilgili tüketici bilinçlenmesinde önemli bir adım atılabileceği, ayrıca zeytinyağı lisanslı depo tebliğindeki asgari koşulların belirlenmesinde depolama materyalleri ile ilgili maddelerinde eklenebilmesine katkı sağlayacağını, Türkiye’de zeytinyağı konusunda gerek özel sektör, gerekse kamu kurumlarınca sürdürülen araştırma çalışmalarına verilen desteğin artırılmasına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. MATERİYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada 2020-2021 hasat döneminde Balıkesir'in Ayvalık ilçesi Keremköy'de yetiştirilen Ayvalık çeşidi zeytinden elde edilen zeytinyağı ana materyalini oluşturmaktadır. Denemede, 5 farklı materyalde ve aydınlık ve karanlık ortamda olmak üzere 10 farklı saklama koşulunda 10 aylık süre içerisinde bazı kalite parametreleri ve fizikokmyasal özellikleri incelenmiştir. Muhafaza materyalleri Şeffaf pet şişe (Y1), amber renkli pet şişe (Y2), Şeffaf cam şişe (Y3), koyu renkli cam şişe (Y4), teneke (yumuşak çelikten imal edilmiş, kalaykaplı ince sac malzeme) (Y5) olarak kodlanmıştır. Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Adwa AD 110 el tipi Ph metre ve Decagon Kd2 marka termal iletkenlik cihazı ve zeytinyağı asitlik tayin seti ve peroksit analizi için gerekli kimyasallar diğer materyalleri oluşturmaktadır.

2.1.1 Araştırmada Kullanılan Ayvalık Zeytinin Özellikleri

Ayvalık yağlık zeytini Çanakkale ili ve çevresinde yoğun olarak yetiştirilmekte ve bölgedeki üreticilerin geçim kaynaklarındandır. Ayvalık çeşidi ile iklimsel faktörlerin etkisi büyük kalitede zeytinyağı üretilmektedir (Kaleci, 2010). Ayvalık zeytini, Ege Bölgesi'nin yaklaşık %25'ini oluşturur. Ayvalık'ta üretilen zeytinyağının önemli bir bölümü "Natürel Sızma" sınıfında yer almaktadır. Yağı kimyasal ve duyuşal özellikler bakımından birinci sırada ve bölgede daha çok yağlık olarak değerlendirilmektedir. İyi bakım şartlarında kuvvetli bir şekilde gelişme gösterir. Meyvesi; orta büyüklükte, orta derecede periyodisite gösterir. Mekanik hasada uygun, verimli, soğuğa kısmen dayanıklı bir çeşittir.

2.1.2 Deneme Kapları

Pratik olarak depolanan zeytinyağlarının saklandığı kaplardan örnek alınarak her biri 200 ml zeytinyağı alacak şekilde şeffaf pet şişe, amber renkli pet şişe, şeffaf cam şişe, koyu renkli cam şişe ve teneke kullanılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Deneme Kapları

2.1.3 Termal İletkenlik Kd2 Marka Ölçüm Cihazı

Araştırmada ısı iletkenlik ve termal iletkenlik katsayısı için KD2 marka ölçüm cihazı kullanılmıştır. Kararsız rejim metodlu çizgisel ısı kaynaklı ısı iletkenlik probuna sahiptir. Çizgisel ısı kaynağı olarak elektrikle ısıtılan tel ve sıcaklığı ölçebilmek için termo kalıp kullanılmıştır. Isıtıcı tel ve termo kalıp bir enjektör iğnesi içine yerleştirilmiştir (Sweat ve Haugh, 1974). Prob tekniği ile homojen yapıdaki gıda maddeleri için doğru ve hassas sonuçlar elde edilebilir (Tavman, Tavman, ve Evcin, 1997). Portatif olan bu cihaz, iğneli 60 mm uzunluğunda, 0,9 mm çaplı ölçüm probuna sahiptir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Termal iletkenlik ölçüm cihazı

2.1.4 Adwa AD110 El Tipi Ph Metre Cihazı

Adwa AD110 portatif tip taşınabilir ph (potansiyel hidrojen) metre ise; cam elektrot ve sıcaklık probuna sahiptir (Şekil 2.3) Çözeltideki hidrojen iyonu aktivitesini ölçerek asitlikveya bazikliğini gösteren bir cihazdır. Temelde ph'ya duyarlı bir elektrota bağlı bir voltmetre ve bir referans (değişmeyen) elektrottan oluşmaktadır. ph'ya duyarlı elektrot bağlı hidrojen iyonu konsantrasyonundaki değişikliklere göre değişen milivolt çıkışlı hidrojen iyonuna duyarlı camdan kalomel bir ampulü olan epoksi plastik gövdeli bir elektrottur. Referans elektrot ise, metalik bir iletkenidir ve daldırılan sıvının ph'sına duyarsızdır İki elektrot bir çözeltiye daldırıldığında pil görevi görür.Ph ölçer elektrotla referans bir elektrot arasındaki elektrik potansiyel farkını ölçer. Elektrik potansiyelindeki fark çözeltinin ph'sını verir (Attwood, Campbell, Parish, Smith, Vella ve Stirling, 2006).



Şekil 2.3Ph ölçüm cihazı (Adwa AD110 portatif tip taşınabilir ph metre)

2.1.5 Araştırmada Kullanılan Diğer Malzemeler

Analizlere gerekli malzeme ve kimyasallar için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2014/53)'nden yararlanılmıştır.

Söz konusu tebliğe göre asitlik Tayini için alkol-eter ve fenolftaleinli alkali çözeltisi, hassas terazi, 250 ml erlenmayer, cam pipet, 100 ml cam mezür, otomatik puar ve 25 ml büret kullanılmıştır.



Şekil 2.4 Asitlik ve peroksit tayini kimyasalları

Peroksit tayini için; Kloroform, asetik asit, saf su, potasyum iyodür, nişasta çözeltisi, 0,002 Normal Sodyum Tiyosülfattitrasyon çözeltisi ve tebliğdeki laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır (Şekil 2.4).

2.2 Yöntem

2.2.1 Denemelerin Kurulması

Denemeler, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem mühendisliği laboratuvarında 2020-2021 yıllarında 200 ml saklama kaplarında 3'er tekerrürlü olarak aydınlık ve karanlık ortam olmak üzere 10 farklı koşulda 10 ay muhafaza edilen zeytinyağı periyodik olarak ayda bir serbest yağ asitliği, peroksit değeri analizleri Ph, ve termal iletkenlik ölçümlerine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Elde edilen araştırma sonuçları tamamıyla şans bağlı denemek planında 10x2x5 faktöriyel düzenleme esasına göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve jmp istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuş, varyans analiz sonucunda ortaya çıkan farklılıklar Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre ortalamalar Çizelgesi yapılarak değerlendirilmiştir.

2.2.2 Analiz Yöntemleri

2.2.2.1 Serbest Yağ Asitliği Değerlerinin Saptanması

Serbest yağ asitliği, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2014/53) ve Türk Standartları Enstitüsü 342 'Yemeklik

zeytinyağı-Muayene ve deney yöntemleri' ile yapılmıştır. Biyosistem Mühendisliği Laboratuvar ortamında alkol-eter ve fenolftaleyinli alkali çözelti eşliğinde yapılan titrasyon sonucu, denemelerdeki serbest yağ asitleri bulunmuştur. Serbest yağ asitleri zeytinyağının yapısında bulunan trigliserite bağlı olmayan, serbest halde bulunan yağ asitleridir. Yağlarda bulunan serbest yağ asitlerin toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtildiği gibi, 1 gr yağın nörtalleştirilmesi için gerekli olan Potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığıdır.

Serbest yağ asitliği tespiti için 250 ml erlen içine 10 gr yağ hassas terazide ölçülmüştür. Üzerine çözünmesi için 50 ml alkol/eter karışımı ilave edilip bir süre çalkalayarak yağın çözünmesi sağlandı. Şekil 2.5'te görüldüğü gibi fenol fetaleyinli NAOH (Sodyum Hidroksit) solüsyonu ile pembe renk elde edinceye kadar titre edilmiş ve sonuçlar % oleik asit cinsinden bulunmuştur (Anonim, 2014)

Serbest yağ asitliği ağırlıkça yüzdezeytinyağlarının peroksit tayiniTürk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliğine göre (2.1) aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\% \text{ Serbest Yağ Asitleri} = \frac{V}{M} \times 2,8 \quad (\% \text{ oleik asit})$$

(2.1)

Burada: V= Titrasyondaharcanan, 1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi hacmi (ml),
m= Alınan numunenin ağırlığı (g)'dır.



Şekil 2.5Serbest yağ asitliği ölçümü titrasyon sonucu

İlkesi, Alkol-eter karışımında çözündürülen yağdaki serbest yağ asitlerinin ayarlı bir alkali çözeltisi ile fenolftaleinindikatörü eşliğinde titrasyonu ve harcanan ayarlı alkali çözelti miktarından yararlanarak sonucun hesaplanması ilkesine dayanır. Serbest yağ asitliğinin

tayini için 5 g yağ üzerine 50 ml alkol/dietileter karışımı ilave ederek fenol fetalesininindikatöründen1-2 damla ekleyip 0,1 N NaOH ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilerek % oleik asidi hesaplanır (Kutlu ve Şen 2011).

2.2.2.2 Peroksit Değerlerinin Saptanması

Zeytinyağlarının peroksit tayiniTürk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2014/53) ve Türk Standartları Enstitüsü 342 ‘Yemeklik zeytinyağı-Muayene ve deney yöntemleri’ göre yapılmıştır. Peroksit miktarı, yağın bozulma derecesini dolayısıyla raf ömrünü belirtmektedir. Peroksit, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu iyodun sodyum tiyosülfat ile titre edilmesiyle bulunmuştur. Tebliğe göre peroksit değeri 12’den küçük olacağı beklenildiği için 2 gr numune tartılarak 0,002 N Sodyum Tiyosülfat ile titre edilmiştir.

Peroksit değeri, 250 ml erlen içine 2 gr yağ hassas terazide ölçülerek üzerine 10 ml kloroform katılarak yağ çözdürülmüştür. Daha sonra sırasıyla 15 ml asetik asit ve 1 ml potasyum iyodür çözeltisi katılmış ve 1 dk çalkalanmış ve 5 dkerlen hava almayacak şekilde kapatılarak karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra 75 ml saf su ve 1 ml nişasta çözeltisi eklenmiş ve 0.002 N Sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Aynı zamanda bir kör deneme yapılmıştır (Anonim, 1973).

Zeytinyağlarının peroksit tayiniTürk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliğine göre (2.2),aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$PV = \frac{1000 \times (V - V_0) \times c}{m} \quad (2.2)$$

Burada; V= Analiz için harcanan ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml), V₀= Kör, deneme için harcanan ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml), c = Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin kesin molaritesi, m = Numunenin ağırlığı (g)’dır.

2.2.3 Ölçüm Yöntemleri

2.2.3.1 Termal İletkenlik

Araştırmada aydınlık ve karanlık olmak üzere 5 farklı kapta 3’er tekerrürlü olarak muhafaza edilen zeytinyağları 1 ay ara ile Termal iletkenlik katsayıları ölçülmüştür. Bu

amaçla Şekil 2.6’da görüldüğü gibi her bir saklama kabından 20 ml yağ plastik kaplara konulmuş ve termal iletkenlik cihazının iğneli probu yağa daldırılarak sabitlenmiştir. Termal iletkenlik ölçümü için toplam 90 sn beklenmiş ve çıkan sonuç kaydedilmiştir. Ayrıca ortam sıcaklığı ve yağların sıcaklıkları da not edilmiştir. Ölçmeye başlarken mikro işlemci, ısının sabitlenmesi için 30 saniye bekler ve daha sonra probun içindeki ısıtıcıya 30 saniye boyunca belirli bir akım uygular. 30 saniye boyunca mikroişlemci bilgileri kaydederken prob içindeki termistör değişen ısıyı ölçer. Daha sonra akım kesilir, 30 saniye süresince zamana bağlı olarak ısı düşüşü kaydedilir ve Okuma işleminin sonunda işlemci zaman ve veriye göre ısıdaki değişiklikleri kullanarak ısı iletkenliği ve direnci hesaplar (Fontana, Wacker, Campbell, & Campbell, 1998).

2.2.3.2 PH Ölçümü

Ph Ölçümü içinde her ölçüm öncesi elektrotlar 4,01 ve 7,01 kalibrasyon sıvılarına daldırılarak kalibre edilmiştir. Daha sonra Şekil 2.6’da görüldüğü gibi her kaptan alınmış 20 ml zeytinyağı ölçüm kaplarına konulmuş ve Ph metrenin iki elektrotu yağa daldırılarak sabitlenmiş ve ölçüm sonucu not edilmiştir.



Şekil 2.6 Ph ve termal iletkenlik ölçümü

2.2.4 İstatistiksel Yöntemler

Deneme sonuçları JMP (SAS Institue 1989) istatistik paket programı kullanılarak tamamıyla şansa bağlı deneme planında süre, koşul ve yöntem (10x2x5) faktöriyel düzenleme esasına göre 3 tekerrürlü olarak varyans analizi yapılmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testleri ile elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve ortalamalar Çizelgeleri oluşturulmuştur.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1 Dolum Öncesi İlk Ölçüm Sonuçlar

29.11.2020 Tarihinde hasat edilen zeytinden bekletilmeden elde edilen Ayvalık zeytinyağının muhafaza kaplarına doldurmadan önce 04.12.2021 tarihinde serbest yağ asitliği, peroksit değeri, ph değeri, termal iletkenlik değeri ve ortam sıcaklık ölçümü yapılmış olup Çizelge3.1’de verilmiştir

Çizelge 3.1İlk ölçüm sonuçları

	Serbest Yağ Asitliği	Peroksit Değeri	Ph	Termal İletkenlik $W.m^{-1}.K^{-1}$	Ortam Sıcaklığı $^{\circ}C$
İlk Ölçüm	0.5	6.4	6.29	0.04	21

Çizelge3.1’e göre ana materyalimiz olan Ayvalık zeytinyağının serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden 0.5 gram olduğundan Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Tebliği (2017:26)’ ne göre sınıflandırılması Natürel Sızma Zeytinyağı olarak belirlenmiştir.

İlk ölçüm yapıldıktan sonra zeytinyağları, direk güneş ışığına maruz kalacak şekilde Aydınlık ortamda 5 farklı kaba 3’er tekerrürlü ve ışık almayacak şekilde Karanlık ortamda da 5 farklı kaba 3’er tekerrürlü olarak toplam 30 adet deneme kurulmuştur. Daha sonra kaplara zeytinyağı dolumu yapılmış, hava ile temasını önlemek için ise kaplar kapaklarıyla kapatılmış ve deneme kurulumu tamamlanmıştır.

3.2 Analiz Yöntemlerine Göre Kalite Kriterleri

3.2.1 Serbest Yağ Asitliği Değerleri ve Sonuçları

Zeytinyağı örneklerinin farklı bekleme süreleri, farklı muhafaza koşulları ve farklı muhafaza kaplarına göre serbest yağ asitliği istatistiki ortalama değerleri (% oleik asit cinsinden) Çizelge3.2’de ve serbest yağ asitliği bekleme süresi, koşulu ve yöntemine göre ortalama değerlerine ait grafik ise aydınlık ortam için Şekil 3.1 ve karanlık ortam için Şekil 3.2’de verilmiş ve yorumlanmıştır.

Çizelge 3.2 Serbest yağ asitliği istatistiki ortalama değerleri

YÖNTEM							
KOŞUL	SÜRE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	ORT
AYDINLIK	1	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁴
	2	0,7 ⁷	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,76 ⁴
	3	0,9 ⁷	1 ⁷	0,8 ⁷	1 ⁷	0,8 ⁷	0,9 ⁴
	4	0,9 ⁷	1,1 ⁷	0,9 ⁷	1,1 ⁷	0,8 ⁷	0,96 ⁴
	5	1 ⁷	1,1 ⁷	0,9 ⁷	1,2 ⁷	0,9 ⁷	1,02 ⁴
	6	1 ⁷	1,2 ⁷	1 ⁷	1,3 ⁷	1 ⁷	1,1 ⁴
	7	1,3 ⁷	1,4 ⁷	1,3 ⁷	1,5 ⁷	1,1 ⁷	1,32 ⁴
	8	1,3 ⁷	1,4 ⁷	1,3 ⁷	1,5 ⁷	1,1 ⁷	1,32 ⁴
	9	1,3 ⁷	1,5 ⁷	1,3 ⁷	1,6 ⁷	1,2 ⁷	1,38 ⁴
	10	1,3 ⁷	1,5 ⁷	1,4 ⁷	1,6 ⁷	1,2 ⁷	1,4 ⁴
ORT		1,03 ⁵	1,16 ⁵	1,02 ⁵	1,22 ⁵	0,95 ⁵	1,076 ^{1A}
KARANLIK	1	0,5 ⁷	0,5 ⁷	0,5 ⁷	0,5 ⁷	0,5 ⁷	0,5 ⁴
	2	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁴
	3	0,7 ⁷	0,6 ⁷	0,6 ⁷	0,7 ⁷	0,6 ⁷	0,64 ⁴
	4	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,6 ⁷	0,68 ⁴
	5	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,7 ⁷	0,6 ⁷	0,68 ⁴
	6	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,6 ⁷	0,72 ⁴
	7	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,76 ⁴
	8	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,7 ⁷	0,78 ⁴
	9	0,9 ⁷	0,8 ⁷	0,9 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,84 ⁴
	10	1 ⁷	0,9 ⁷	0,9 ⁷	0,8 ⁷	0,8 ⁷	0,88
ORT		0,75 ⁵	0,7 ⁵	0,73 ⁵	0,71 ⁵	0,65 ⁵	0,708 ^{1B}
ORT		0,89 ^{3AB}	0,93 ^{3AB}	0,875 ^{3AB}	0,965 ^{3A}	0,8 ^{3B}	0,892 ¹
ORT	1	0,55 ^{6B}	0,55 ^{6B}	0,55 ^{6B}	0,55 ^{6B}	0,55 ^{6B}	0,55 ^{2B}
	2	0,65 ^{6B}	0,7 ^{6B}	0,65 ^{6B}	0,7 ^{6A}	0,7 ^{6B}	0,68 ^{2A}
	3	0,8 ^{6B}	0,8 ^{6B}	0,7 ^{6B}	0,85 ^{6B}	0,7 ^{6B}	0,77 ^{2AB}
	4	0,8 ^{6B}	0,9 ^{6B}	0,8 ^{6B}	0,9 ^{6B}	0,7 ^{6B}	0,82 ^{2AB}
	5	0,85 ^{6B}	0,9 ^{6B}	0,8 ^{6B}	0,95 ^{6B}	0,75 ⁶	0,85 ^{2AB}
	6	0,9 ^{6B}	0,95 ^{6B}	0,9 ^{6B}	1 ^{6AB}	0,8 ^{6B}	0,91 ^{2AB}
	7	1,05 ^{6AB}	1,05 ^{6AB}	1,05 ^{6AB}	1,15 ^{6AB}	0,9 ^{6B}	1,04 ^{2A}
	8	1,05 ^{6AB}	1,1 ^{6AB}	1,05 ^{6AB}	1,15 ^{6AB}	0,9 ^{6B}	1,05 ^{2A}
	9	1,1 ^{6AB}	1,15 ⁶	1,1 ^{6AB}	1,2 ^{6AB}	1 ^{6B}	1,11 ^{2A}
	10	1,15 ^{6AB}	1,2 ^{6AB}	1,15 ^{6AB}	1,2 ^{6AB}	1 ^{6AB}	1,14 ^{2A}

A ve B İstatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir. 1.Koşul 2.Süre 3.Yöntem 4.Koşul x Süre 5.Koşul x Yöntem 6.Süre x Yöntem

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bekleme süresi, bekleme koşulu ve muhafaza yöntemi ile bekleme süresi ve koşulunun interaksiyonunun serbest yağ asidi değerlerindeki değişimler üzerine istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Ek. 1).

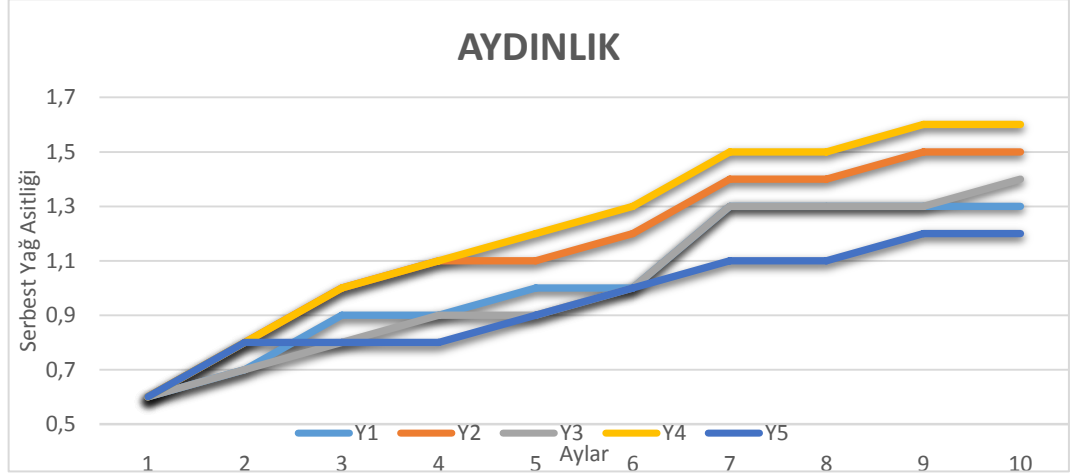
Serbest yağ asitliği için Çizelge3.2’de koşul açısından en yüksek değer aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağları için 1,076 iken en düşük değer karanlık ortamda 0,708 olarak tespit edilmiştir. (F:60,25)

Süre açısından serbest yağ asitliği için Çizelge3.2’den yüksek değer 10. ölçüm ile 1,14, en düşük değer ise 1. ölçüm ile 0,55 olarak bulunmuştur. (F:4.31)

Serbest yağ asitliğini yöntem açısından incelendiğimizde Çizelge3.2’de 0,8 değer ile Y5 yöntemi en düşük değer iken, en yüksek 0,965 değeri ile Y4 yönteminde bulunmuştur. (F:3,22)

Varyans analiz Çizelgesuna göre koşul x yöntem interaksyonu önemli bulunmuş olup, Çizelge3.2’de aydınlık ortam için en düşük 0,95 olarak Y5 yöntemi, en yüksek değer ise, 1,22 ile Y4 yöntemi bulunmuş. Karanlık ortamda ise en düşük değer, 0,6 ile Y5 yöntemi, en yüksek değer ise, 0,75 Y1 yöntemi bulunmuştur. (F:3,32)

Oda koşullarında, aydınlık ortamda deneme süresi boyunca (10 ay) bekletilen zeytinyağlarının muhafaza materyallerine ilişkin değerleri Şekil 3.1’de verilmiştir.

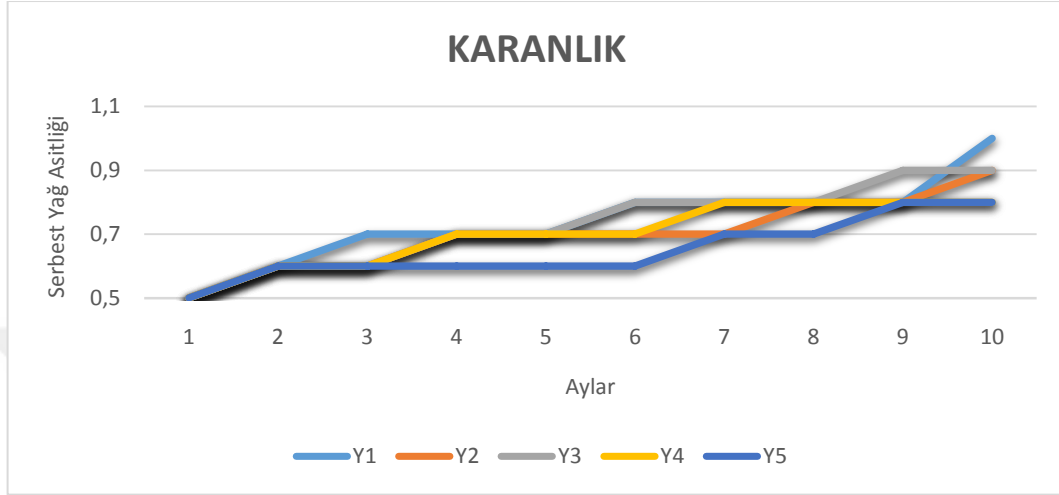


Şekil 3.1 Serbest yağ asitliği aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri (% oleik asit)

Araştırma sonuçlarına göre aydınlık ortamda 10 ay boyunca bekletilen zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde tanımlanan ‘ Natürel sızma zeytinyağı kriterineoda koşullarında güneş ışığı altında en fazla 5 ay Y5 yönteminde muhafaza edilmelidir. Aydınlık ortamda tüm yöntemlerde muhafaza edilen

zeytinyağlarının 5. ölçümden sonra deneme sonuna kadar Natürel Birinci Zeytinyağı kriterine uygun olduğu görülmüştür.

Oda koşullarında, karanlık ortamda deneme süresi boyunca (10 ay) bekletilen zeytinyağlarının muhafaza materyallerine ilişkin değerleri Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2 Serbest yağ asitliği karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri (% oleik asit)

Araştırma sonuçlarımıza göre serbest yağ asitliği açısından Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğine göre deneme süresince (10 ay), karanlık ortamda, oda koşullarında ve Y5 yönteminde muhafaza edilen zeytinyağının Naturel Sızma Zeytinyağı kriterini koruduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada aydınlık ortamda 30 °C ve karanlık ortamda 2 °C beklettikleri zeytinyağlarındaki kalitenin karanlık ortamda bekletilen zeytinyağları için daha uzun olduğunu bulunmuştur (Li ve Wang 2018). Ayrıca başkibir çalışmada da zeytinyağını şeffaf pet şişe, alüminyum kaplı pet şişe, cam şişe, teneke ve tetra brik (4 katmanlı karton, polietilen ve alüminyum içerikli kutu) içerisinde ticari alanda aynı ısı ve ışıktaki 3 ve 6 aylık sürede depolanan zeytinyağının serbest yağ asitliği analizi yapılmış ve sonuç olarak ticari raflarda bekletilen teneke ve tetra brik malzemede saklanan zeytinyağlarının kalitesinde önemli bir değişiklik olmadığını bildirilmiştir (Mendez & Falque, 2006). Yapılan bu çalışmalar araştırmamızı destekler niteliktedir.

3.2.2 Peroksit Sayısı Değerleri ve Sonuçları

Zeytinyağı örneklerinin farklı bekleme süreleri, farklı muhafaza koşulları ve farklı muhafaza kaplarına göre peroksit istatistiki ortalama değerleri Çizelge 3.3'te, Peroksit değeri bekleme süresi, koşulu ve yöntemine göre ortalama değerlerine ait grafik ise aydınlık ortam için Şekil 3.3 ve karanlık ortam için Şekil 3.4' de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Peroksit değerleri istatistiki ortalamaları

YÖNTEM							
KOŞUL	SÜRE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	ORT
AYDINLIK	1	6.6 ^{7F-J}	6.7 ^{7E-J}	6.7 ^{7E-J}	6.7 ^{7E-J}	6.5 ^{7G-J}	6.6 ^{4N}
	2	7.8 ^{7R-Z}	8.0 ^{7P-X}	6.9 ^{7U-Z}	8.3 ^{7N-S}	7.9 ^{7R-Z}	7.8 ^{4H}
	3	8.0 ^{7P-W}	8.7 ^{7J-N}	7.9 ^{7Q-Y}	9.1 ^{7H-L}	8.4 ^{7N-R}	8.4 ^{4G}
	4	8.1 ^{7O-U}	9.2 ^{7G-J}	8.0 ^{7P-V}	9.1 ^{7H-L}	8.8 ^{7J-N}	8.6 ^{4F}
	5	8.3 ^{7N-T}	9.3 ^{7F-I}	8.3 ^{7N-S}	9.3 ^{7F-I}	9.2 ^{7G-K}	8.9 ^{4E}
	6	8.4 ^{7N-Q}	9.6 ^{7C-H}	8.4 ^{7N-Q}	9.5 ^{7F-I}	9.6 ^{7D-H}	9.1 ^{4D}
	7	8.5 ^{7H-K}	9.9 ^{7B-E}	8.6 ^{7I-M}	9.6 ^{7A}	9.9 ^{7B-E}	9.6 ^{4A}
	8	8.5 ^{7N-P}	10.0 ^{7A-D}	8.6 ^{7M-O}	9.6 ^{7C-G}	9.9 ^{7B-E}	9.3 ^{4C}
	9	8.6 ^{7L-O}	10.1 ^{7A-C}	8.6 ^{7L-O}	9.8 ^{7B-F}	9.9 ^{7B-E}	9.4 ^{4BC}
	10	8.7 ^{7J-N}	10.2 ^{7AB}	8.7 ^{7K-N}	10.0 ^{7A-E}	9.9 ^{7B-E}	9.5 ^{4AB}
ORT		8.2 ^{5C}	9.2 ^{5A}	8.1 ^{5C}	9.2 ^{5A}	9.0 ^{5B}	8.7 ^{1A}
KARANLIK	1	6.5 ^{7H-J}	6.4 ^{7I}	6.4 ^{7J}	6.4 ^{7J}	6.4 ^{7J}	6.4 ^{4O}
	2	6.9 ^{7A-I}	6.9 ^{7C-J}	6.7 ^{7D-J}	6.7 ^{7D-J}	6.5 ^{7H-J}	6.7 ^{4MN}
	3	7.1 ^{7A-F}	7.1 ^{7B-J}	6.9 ^{7A-I}	6.7 ^{7E-J}	7.05 ^{7C-J}	7.0 ^{4LM}
	4	7.1 ^{7A-F}	7.1 ^{7A-H}	7 ^{7A-H}	6.8 ^{7D-J}	7.2 ^{7AB-EE}	7.0 ^{4KL}
	5	7.2 ^{7A-D}	7.2 ^{7A-G}	7.2 ^{7A-D}	6.9 ^{7B-J}	7.3 ^{7ABC}	7.2 ^{4K}
	6	7.5 ^{7X-Z}	7.2 ^{7A-D}	7.4 ^{7AB}	7.1 ^{7A-F}	7.4 ^{7YZ}	7.3 ^{4J}
	7	7.5 ^{7W-Z}	7.4 ^{7V-Z}	7.4 ^{7W-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.5 ^{7S-Z}	7.5 ^{4I}
	8	7.6 ^{7U-Z}	7.5 ^{7Z}	7.5 ^{7V-Z}	7.6 ^{7X-Z}	7.5 ^{7X-Z}	7.5 ^{4I}
	9	7.8 ^{7T-Z}	7.5 ^{7X-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.5 ^{7V-Z}	7.6 ^{4I}
	10	7.8 ^{7S-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.6 ^{7U-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.6 ^{7V-Z}	7.6 ^{4I}
ORT		7.3 ^{5D}	7.19 ^{5EF}	7.1 ^{5DEF}	7.1 ^{5F}	7.1 ^{5DE}	7.2 ^{1B}
ORT		7.8 ^{3B}	8.2 ^{3A}	7.6 ^{3B}	8.1 ^{3A}	8.1 ^{3A}	
ORT	1	6.6 ^{6X}	6.6 ^{6X}	6.6 ^{6X}	6.6 ^{6X}	6.5 ^{6X}	6.5 ^{2I}
	2	7.4 ^{6U-W}	7.5 ^{6I-W}	6.8 ^{6VW}	7.5 ^{6R-W}	7.2 ^{6W}	7.3 ^{2H}
	3	7.6 ^{6Q-V}	7.9 ^{6M-R}	7.4 ^{6S-W}	7.9 ^{6L-P}	7.7 ^{6P-U}	7.7 ^{2G}
	4	7.6 ^{6P-U}	8.2 ^{6G-N}	7.5 ^{6R-W}	8.0 ^{6J-P}	8.0 ^{6H-P}	7.8 ^{2F}
	5	7.8 ^{6O-T}	8.3 ^{6F-L}	7.8 ^{6N-S}	8.1 ^{6G-M}	8.3 ^{6E-J}	8.0 ^{2E}
	6	8.0 ^{6I-P}	8.4 ^{6D-G}	7.9 ^{6K-Q}	8.3 ^{6E-H}	8.5 ^{6C-F}	8.2 ^{2D}
	7	8.3 ^{6E-H}	8.7 ^{6A-D}	8.0 ^{6E-K}	9.1 ^{6A}	8.7 ^{6A-C}	8.5 ^{2A}
	8	8.1 ^{6H-O}	8.8 ^{6A-C}	8.1 ^{6H-O}	8.6 ^{6B-D}	8.7 ^{6B-D}	8.4 ^{2C}
	9	8.2 ^{6F-L}	8.8 ^{6A-C}	8.1 ^{6G-M}	8.7 ^{6B-D}	8.7 ^{6A-D}	8.5 ^{2BC}
	10	8.3 ^{6E-I}	8.9 ^{6AB}	8.2 ^{6F-L}	8.8 ^{6A-C}	8.8 ^{6A-D}	8.6 ^{2AB}

A'dan Z'ye istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir. 1.Koşul 2.Süre 3.Yöntem 4.Koşul x Süre 5.Koşul x Yöntem 6.Süre x Yöntem 7.Koşul x Süre x Yöntem

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bekleme süresi, bekleme koşulu, muhafaza yöntemi, bekleme süresi ve koşulu, bekleme koşulu ve muhafaza yöntemi, bekleme koşulu ile bekleme süresi ve muhafaza yönteminin interaksiyonunun peroksit değerlerindeki değişimler üzerine istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir (Ek. 2).

Peroksit değeri için Çizelge3.4'e göre koşul açısından en yüksek değer aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağları için 8,7 iken en düşük değer karanlık ortamda 7,2 olarak tespit edilmiş olup aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. (F:8652,145)

Peroksit değeri süre için Çizelge3.4'ebakıldığında en yüksek değer 10. ölçüm ile 8,6 en düşük değer ise 1. ölçüm ile 6,5 olarak bulunmuştur. (F:608,38)

Peroksit değerini yöntem açısından incelendiğimizde 7,6 değer ile Y3 yöntemi en düşük değer iken, en yüksek 8,2 değeri ile Y2 yönteminde bulunmuştur. (F:138,05)

Çizelge3.4'e göre süre x koşul interaksiyonu aydınlık ortam için en düşük 1. ölçüm 6,6 en yüksek değer ise, 10. ölçüm 9,5 bulunmuş. Karanlık ortamda ise en düşük değer, 1. ölçüm 6,7 en yüksek değer ise, 10. ölçüm 7,6 değeri bulunmuştur (F:100,125)

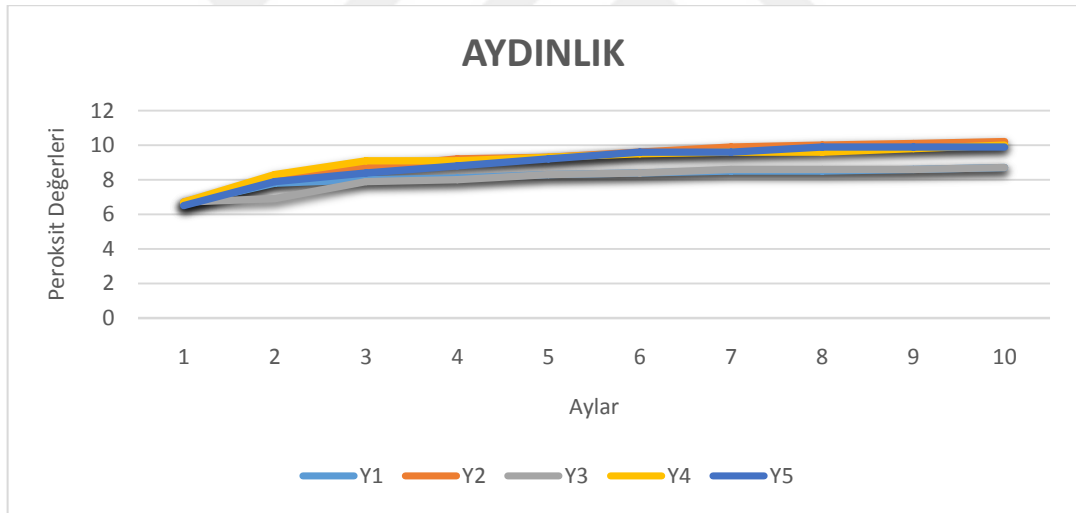
Peroksit değeri koşul x yöntem interaksiyonu için önemli bulunmuş olup, Aydınlık ortam için En düşük değer 8,2 ile Y1 yöntemi olup, en yüksek değer ise, 10,2 ile Y2 değeri bulunmuştur. Karanlık ortamda ise en düşük değer 7,1 ile Y3,Y4,Y5 yönteminde aynı olup, en yüksek değer ise 7,19 ile Y2 yöntemi bulunmuştur (F:229,38)

Süre x Yöntem interaksiyonu için baktığımızda Çizelge3.4'egöre en yüksek değer, 10. ölçüm 8,9 değeri ile Y2, en düşük değer 1. ölçüm 6,5 değeri ile Y5 yöntemi olarak bulunmuştur.(F:5,83)

Varyans analiz Çizelgesuna göre (Ek.2.), Koşul x Süre x Yöntem interaksiyonu peroksit değeri için önemli bulunmuştur. En yüksek aydınlık ortam için 10. ölçüm ile Y4 yöntemi ve 10 değeri, en düşük 1. ölçüm ile Y5 yöntemi ile 6,5 değeri bulunmuştur. Karanlık ortam için en yüksek 9 ve 10. Ölçümde Y1 yöntemi ve 7,8 değeri, en düşük 1. ölçüm ile Y2, Y3, Y4 ve Y5 yöntemi için eşit olup 6,4 değeri bulunmuştur.(F:7,009)

Araştırma sonucunda bulduğumuz zeytinyağlarının peroksit değerleri incelendiğinde Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde verilen peroksit limit değeriyle karşılaştırılmış ve sonuç olarak Natürel sızma zeytinyağı ile Natürel Birinci Zeytinyağı tanımına uyduğu görülmüştür.

Tüm varyasyon kaynaklarının peroksit değeri için istatistiki açıdan önemli bulunmasının sebebi olarak zeytinyağının yağ asidi bileşimindeki tekli doymamış asit düzeyinin yüksek olması ile zeytinden zeytinyağı eldesi aşamasından dolumuna kadar bu yağ asitlerinin dış etkilere maruz kalmasından dolayı peroksit değerinin kendiliğinden her aşamada başladığı düşünülmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada yağların oksidasyonunun çoğu zaman kendiliğinden başladığını ve katalizör varlığında bu reaksiyonun hızının oldukça arttığı bildirilmiştir (Gergin vd. 2008). Bu nedenle Güneş ışığı, hava, sıcaklık, nem ve metal oksitlenmesi nedeniyle zeytinyağında acılaşıma meydana gelebilir. Oksidasyon, yağ asidindeki çift bağlardan başlar; ilk aşamasında ısı, ışık, bazı metallerin gibi faktörlerin etkisiyle serbest radikaller oluşmaya başlamaktadır.



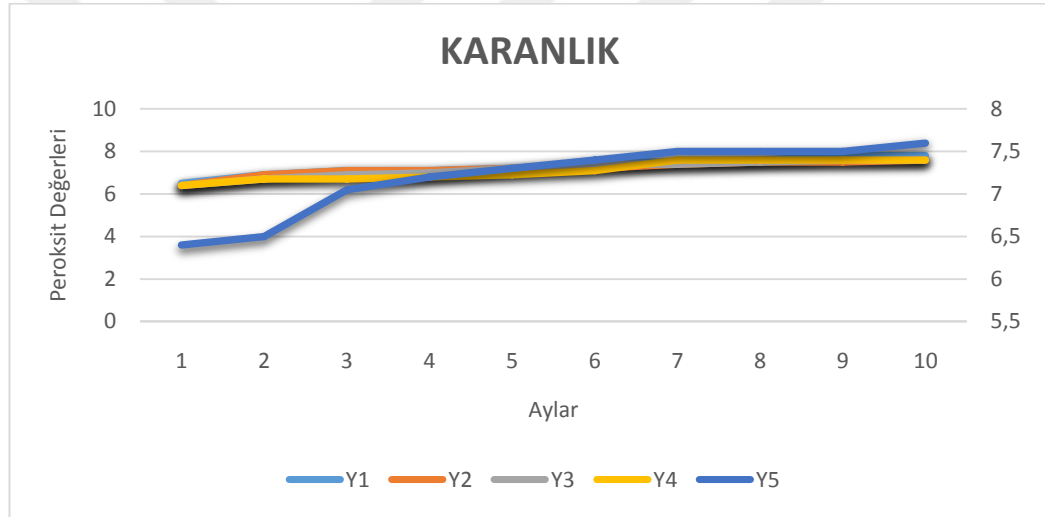
Şekil 3.3 Peroksit değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Şekil 3.3'e göre aydınlık ortamda genel olarak süreye bağlı bir yükseliş gözükürken, peroksit değerinin diğer muhafaza yöntemlerine göre daha yavaş yükseldiği materyal Y3 yöntemi bulunmuştur. Y1 yöntemi hızla yükselmiş daha sonra sabit ilerleyerek Y3 yöntemiyle birlikte stabil devam etmiştir. En hızlı oksidasyon ise Y4 yönteminde görülmüştür.

Peroksit değerinin en yüksek Y4 ve en düşük Y3 yönteminde çıkmasının en büyük sebebi doğrudan güneş ışığına maruz bırakılan zeytinyağlarında koyu renk şişenin ışığı ve

ısıyı absorbe ederek yağın oksidasyonunu hızlandırdığı ve ortalamaı etkilediği düşünülmektedir. Farklı çeşit ve farklı oranlarda antioksidan ilave edilmiş zeytinyağında güneş ışığında peroksit oluşumu önlenememekte, bunun nedeni ise ortamdaki klorofilin oksidasyona olan katalitik etkisine bağlanmakta ve zeytinyağının bozulmasını yavaşlatmak için karanlık ortamda saklanması gerekmektedir (Kiritsakis vd.,1998)

Yakın geçmişte Tunus zeytinyağları ile yapılan bir araştırmada 12 ay dağınık ışık (gece ve gündüz) ve oda sıcaklığında (25 °C), paslanmaz, kavanoz, şeffaf pet, şeffaf cam ve koyu renkli cam şişelerde bekletilen zeytinyağları her 3 ayda 1 kalite analizlerine bakılmış ve koyu renkli camda kademeli olarak artarak diğer yöntemlerden daha fazla peroksit değeri çıkmıştır.Gharbi, Dabbou, Brahmi, Nakbi, ve Hammami, 2011). Bu çalışmalar bizim araştırmamızı destekler niteliktedir.



Şekil 3.4Peroksit değeri karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Karanlık ortamda 10 ay bekletilen zeytinyağlarının her ay ölçülen ortalama peroksit değerlerine ilişkin Şekil 3.3 'e göre aralarında belirgin bir fark olmamasına rağmen peroksit değeri en yavaş yükselen Y5 muhafaza yöntemi ve takiben Y4 yöntemi olarak görülmektedir. Fakat depolama süresi uzadıkça peroksit değerinin arttığı, ambalaj açıldıktan sonra kısa sürede tüketilmesi gerektiği, en uygun karanlık ortamda Y4 ve Y5 depolanması gerektiği ulaştığımız sonuçlardandır.Fas Picholine zeytinyağı ile yapılan bir çalışmada depolama süresi arttıkça peroksit değerlerinin önemli ölçüde arttığı ve 4 °Cde karanlık ortamda bekletilen zeytinyağlarının kalitelerini en iyi şekilde korunduğunu bildirilmiştir (Yamani, Sakar, Boussakouran, veRharrabti, 2022).

Mendez vd. (2006)'e göreticari raflarda ışık ve sıcaklıkta bekletilen teneke ve tetra brik malzemede saklanan zeytinyağlarının peroksit değerinde önemli bir değişiklik yokken, cam ve pet şişede saklanan zeytinyağlarının kalitelerinin kademeli olarak azalmaktadır.

Yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi elde edilen sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

3.3 Ölçüm Yöntemlerine Göre Kalite Kriterleri

3.3.1 Ph Ölçümü Değerleri ve Sonuçları

Zeytinyağı örneklerinin farklı bekleme süreleri, farklı muhafaza koşulları ve farklı muhafaza kaplarına göre Ph değerleri istatistiki ortalamalar ÇizelgesuÇizelge3,5'te ve Ph değeri bekleme süresi, koşulu ve yöntemine göre ortalama değerlerine ait grafik ise Şekil 3.4 ve Şekil 3.5' de verilmiştir.

Çizelge 3.4Ph değerleri istatistiki ortalamaları

YÖNTEM							
KOŞUL	SÜRE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	ORT
AYDINLIK	1	5.77 ⁷	5.59 ⁷	5.6 ⁷	5.52 ⁷	5.73 ⁷	5.642 ^{4BC}
	2	5.11 ⁷	4.87 ⁷	5.17 ⁷	4.79 ⁷	5.16 ⁷	5.02 ^{4D}
	3	5.08 ⁷	4.5 ⁷	5 ⁷	4.46 ⁷	4.67 ⁷	4.742 ^{4DE}
	4	4.82 ⁷	4.5 ⁷	4.9 ⁷	4.31 ⁷	4.61 ⁷	4.642 ^{4EF}
	5	4.81	4.34 ⁷	4.43 ^{7U-Z}	4.04 ⁷	4.54 ⁷	4.424 ^{4FG}
	6	4.77 ⁷	4.28 ⁷	4.37 ^{7V-Z}	3.94 ^{7Z}	4.42	4.318 ^{4G}
	7	4.7 ⁷	4.34 ⁷	4.34 ⁷	3.92 ⁷	4.4 ⁷	4.348 ^{4FG}
	8	4.64 ⁷	4.31 ⁷	4.31 ⁷	3.9 ⁷	4.43 ⁷	4.716 ^{4G}
	9	4.59 ⁷	4.31 ⁷	4.29 ⁷	3.89 ⁷	4.39 ⁷	4.294 ^{4G}
	10	4.56 ⁷	4.27 ⁷	4.28 ⁷	3.88 ⁷	4.39 ⁷	4.276 ^{4G}
ORT		4.885 ^{5D}	4.738 ^{5E}	4.669 ^{5E}	4.265 ^{5F}	4.654 ^{5E}	4.6422 ^{1B}
KARANLIK	1	6.05 ⁷	5.96 ⁷	6.16 ⁷	6.03 ⁷	6.07 ⁷	6.054 ^{4A}
	2	5.53 ⁷	5.71 ⁷	5.91 ⁷	5.57 ⁷	5.79 ⁷	5.364 ⁴
	3	5.47 ⁷	5.66 ⁷	5.9 ⁷	5.57 ⁷	5.76 ⁷	5.668 ^{4B}
	4	5.4 ⁷	5.58 ⁷	5.86 ⁷	5.55 ⁷	5.74 ⁷	5.622 ^{4BC}
	5	5.34 ⁷	5.51 ⁷	5.74 ⁷	5.43 ⁷	5.72 ⁷	5.552 ^{4BC}
	6	5.26 ⁷	5.39 ⁷	5.69 ⁷	5.4 ⁷	5.68 ⁷	5.484 ^{4BC}
	7	5.12 ⁷	5.35 ⁷	5.52 ⁷	5.35 ⁷	5.63 ⁷	5.43 ^{4BC}
	8	5.05 ⁷	5.32 ⁷	5.5 ⁷	5.33 ⁷	5.59 ⁷	5.558 ^{4BC}
	9	5.02 ⁷	5.3 ⁷	5.5 ⁷	5.31 ⁷	5.55 ⁷	5.414 ^{4BC}
	10	5 ⁷	5.29 ⁷	5.43 ⁷	5.3 ⁷	5.45 ⁷	5.33 ^{4C}

Çizelge 3.4Ph değerleri istatistiki ortalamaları (Devamı)

ORT		5.314 ^{5C}	5.487 ^{5A}	5.501 ^{5BC}	5.805 ^{5BC}	5.664 ^{5AB}	5.548 ^{1A}
ORT		5.0995 ^{3A}	5.271 ^{3A}	5.085 ^{3A}	4.876 ^{3B}	5.159 ^{3A}	
ORT	1	5.91 ⁶	5.775 ⁶	5.88 ⁶	5.775 ⁶	5.9 ⁶	5.848 ^{2A}
	2	5.17 ⁶	5.14 ⁶	5.19 ⁶	5.135 ⁶	5.325 ⁶	5.192 ^{2B}
	3	5.275 ⁶	5.2 ⁶	5.33 ⁶	5.015 ⁶	5.205 ⁶	5.205 ^{2B}
	4	5.21 ⁶	5.215 ⁶	5.24 ⁶	4.84 ⁶	5.155 ⁶	5.132 ^{2BC}
	5	5.055 ⁶	5.04 ⁶	4.97 ⁶	4.735 ⁶	5.14 ⁶	4.988 ^{2CD}
	6	5.035 ⁶	4.985 ⁶	4.88 ⁶	4.65 ⁶	4.955 ⁶	4.901 ^{2D}
	7	4.91 ⁶	5.02 ⁶	4.845 ⁶	4.645 ⁶	5.025 ⁶	4.889 ^{2D}
	8	4.845 ⁶	6.405 ⁶	4.815 ⁶	4.625 ⁶	4.995 ⁶	5.137 ^{2D}
	9	4.805 ⁶	4.98 ^{6EFGHIJKL}	4.915 ⁶	4.6 ⁶	4.97 ⁶	4.854 ^{2D}
	10	4.78 ⁶	4.95 ⁶	4.785 ⁶	4.59 ⁶	4.92 ⁶	4.805 ^{2D}

A'dan Z'ye istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir. 1.Koşul 2.Süre 3.Yöntem 4.Koşul x Süre 5.Koşul x Yöntem 6.Süre x Yöntem 7.Koşul x Süre 8.Koşul x Yöntem

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bekleme süresi, bekleme koşulu, muhafaza yöntemi, bekleme süresi ve koşulu ile bekleme koşulu ve muhafaza yöntemi, interaksiyonununPh değerlerindeki değişimler üzerine istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir(Ek. 3).

Ph değeri Çizelge3.5'e göre koşul açısından en düşük değer aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağları için 4,64 iken en yüksek değer karanlık ortamda 5,54 olarak bulunmuştur. (F: 53,89)

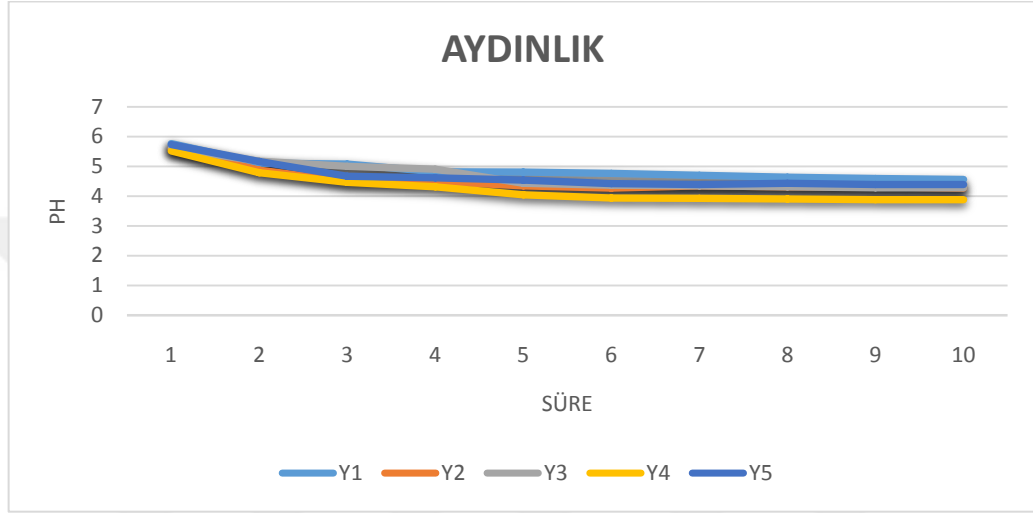
Ph değerinin değeri Çizelge3.5'e göre en yüksek değer 1. ölçüm ile 5,84, en düşük değer ise 10.ölçüm ile 4,80 olarak bulunmuştur. (F: 1137,27)

Ph değerini değeri Çizelge3.5'e göre yöntem açısından incelendiğimizde 4,87 değer ile Y4 yöntemi en düşük değer iken, en yüksek 5,27 değeri ile Y2 yönteminde bulunmuştur. (F: 16,14)

Varyans analiz tablosuna göre(Ek. 3.) süre xkoşul interaksiyonu önemli bulunmuş olup, aydınlık ortam için en düşük 10.ölçüm 4,27, en yüksek değer ise, 1. Ölçüm 5,64 bulunmuş. Karanlık ortamda ise en düşük değer, 10. ölçüm 5,33, en yüksek değer ise, 1. Ölçüm 6,05 değeri bulunmuştur (F: 9,86)

Ph değeri koşul x yöntem interaksyonu için Çizelge3.5'e göre Aydınlık ortam için En düşük değer 4,26 ile Y4 yöntemi olup, en yüksek değer ise, 4,88 ile Y1 yöntemi bulunmuştur. Karanlık ortamda ise en düşük değer 5,31 ile Y1 yöntemi, en yüksek değer ise 5,80 ile Y4 yöntemi bulunmuştur.(F: 28,40)

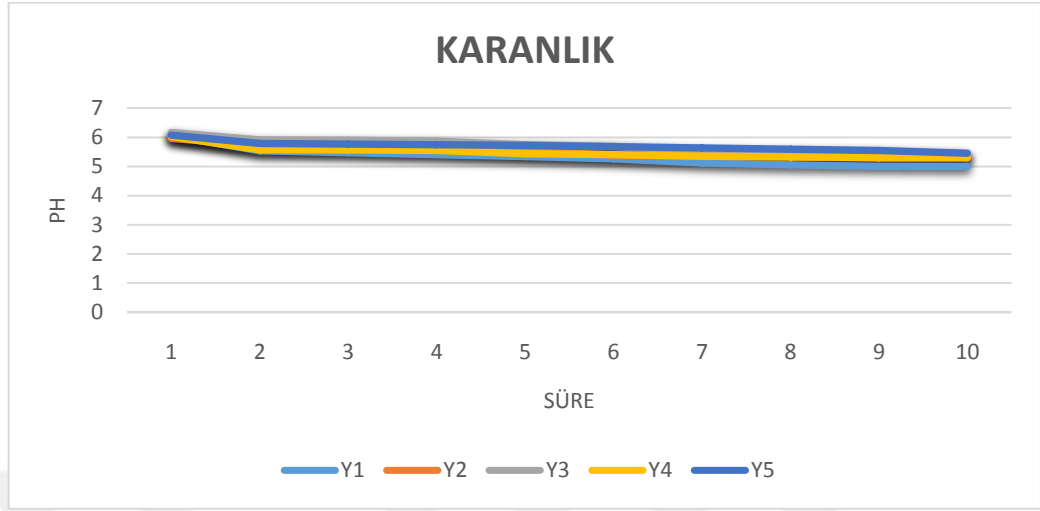
Araştırma sonuçlarına göre ph'nın zeytinyağı kalitesine dolaylı olarak daha çok materyal malzemesine etki ettiği düşünülmektedir.



Şekil 3.5Ph değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Genel olarak zeytinyağının kalitesini koruması için en uygun koyu renkli cam ve teneke şişelerde saklanması gerektiği bilinse de saklama koşulu ve sıcaklığı göz önüne alındığında bu bilginin geçerliliği tartışma konusu yaratacaktır. Araştırmamızda ortaya çıkan değerler zeytinyağının özellikle pet ve ince çelik malzemeden yapılan teneke kutularda güneş ışığına maruz kalacak şekilde depolanması sırasında yağda meydana gelen ph düşüklüğü ambalajlardan yağa bir takım kanserojen maddenin geçişine neden olduğu ve sağlığı büyük oranda tehdit edebileceği düşündürmektedir. Yağların depolandıkları metal kapların yağın oksidasyonunu hızlandıran katalizör etkisi yaparak bir redoks tepkimesine neden olabilmektedir (Gergin vd. 2008). Linoleik asit ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu, metaller tarafından 37°'de pH aralığı 4,5-7,5'te peroksit oluşturarak katalize olmaktadır. (Wills 1965). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada tenekenin ambalaj iç yüzeyi ile içerik arasındaki etkileşim sonucunda korozyon veya sülfür kararması olduğu tespit edilmiştir (Karadeniz 1988). Çalışmada bezelye konservesi dolgu suyuna %0,5-2,0 aralığında sitrik asit katılarak, asit konsantrasyonuna bağlı olarak ambalaj yüzeyinde sülfür ile konserve

içeriğindedemir ve kalay miktarının arttığını görülmüştür. Buna göreph 4'ten düşük olduğunda korozyon ve sülfür kararmasının önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir.



Şekil 3.6Ph karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Şekil 3.4'e ve Şekil 3.5'e göre süre uzadıkça ph değerinin kademeli olarak tüm yöntemlerde azaldığı görülmekle beraber aydınlık ortamda en hızlı Y4 ve Y2 yönteminde azaldığı, karanlık ortamda ise en çok düşüşün Y1 yönteminde olduğu görülmektedir. Aydınlık ortamdaki hızlı düşüşün nedeni koyu renk cam ve amber renkli pet şişenin ışık ve ısıyı bünyesinde absorbe etmesinden kaynaklandığı, karanlık ortamda en çok ph düşüklüğünün Y1'de olmasının sebebinin ise karanlıkta dahi kaliteyi süre bazlı olarak olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir. malçlama ile ilgili yapılan bir çalışmada koyu renkli malçların ilkbaharda sıcaklıkların yükselmesine yardımcı olurken güneşlenmeyi hızlandırdığını, açık renkli malçların ise yazın sıcaklıkların düşürülmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir (Görcelioğlu, 1998). Yapılan bu çalışmalar bizim çalışmamızı ve öngörülerimizi destekler niteliktedir.

3.3.2 Termal İletkenlik Değerleri ve Sonuçları

Zeytinyağı örneklerinin farklı bekleme süreleri, farklı muhafaza koşulları ve farklı muhafaza kaplara göre termal iletkenlik istatistiki ortalama değerleri Çizelge3.8'devetermal iletkenlik değerleri bekleme süresi, koşulu ve yöntemine göre ortalama değerlerine ait grafik ise Şekil 3.6 ve Şekil 3.7' de verilmiştir. Ayrıca ısı iletkenlik ölçümü için ortam sıcaklıklarına ilişkin grafik Şekil 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Termal iletkenlik istatistiksel ortalamaları

YÖNTEM							
KOŞUL	SÜRE	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	ORT
AYDINLIK	1	0,04 ^{7EF}	0,04 ^{7E}	0,04 ^{7EF}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{4FG}
	2	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,05 ^{7EF}	0,04 ^{7EF}	0,042 ^{4G}
	3	0,12 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,136 ^{4D}
	4	0,12 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,136 ^{4D}
	5	0,12 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,132 ^{4D}
	6	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,13 ^{7D}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,138 ^{4D}
	7	0,18 ^{7A}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,176 ^{4A}
	8	0,18 ^{7A}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,176 ^{4AB}
	9	0,18 ^{7A}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,176 ^{4AB}
	10	0,17 ^{7AB}	0,17 ^{7AB}	0,17 ^{7AB}	0,18 ^{7A}	0,17 ^{7AB}	0,172 ^{4B}
ORT		0,128 ^{5D}	0,131 ^{5C}	0,128 ^{5D}	0,139 ^{5A}	0,136 ^{5B}	0,1324 ^{1A}
KARANLIK	1	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{7EFG}	0,04 ^{4G}
	2	0,03 ^{7G}	0,03 ^{7G}	0,03 ^{7G}	0,03 ^{7EFG}	0,03 ^{7G}	0,03 ^{4H}
	3	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{4E}
	4	0,05 ^{7E}	0,04 ^{7EF}	0,04 ^{7EF}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7EF}	0,046 ^{4EF}
	5	0,04 ^{7FG}	0,04 ⁷	0,05 ^{7EF}	0,05 ^{7EF}	0,04 ^{7EFG}	0,044 ^{4G}
	6	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7E}	0,05 ^{7C}	0,05 ^{4E}
	7	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,16 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,152 ^{4C}
	8	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,16 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,152 ^{4C}
	9	0,16 ^{7BC}	0,16 ^{7BC}	0,16 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,156 ^{4C}
	10	0,16 ^{7BC}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,15 ^{7C}	0,152 ^{4C}
ORT		0,088 ^{5E}	0,086 ^{5E}	0,089 ^{5E}	0,087 ^{5E}	0,086 ^{5E}	0,0872 ^{1B}
ORT		0,108 ^{3C}	0,1085 ^{3C}	0,1085 ^{3C}	0,113 ^{3A}	0,111 ^{3B}	
ORT	1	0,04 ^{6HU}	0,04 ^{6H}	0,04 ^{6HI}	0,04 ^{6HI}	0,04 ^{6HI}	0,04 ^{2E}
	2	0,035 ^{6I}	0,035 ^{6I}	0,035 ^{6I}	0,035 ^{6HI}	0,035 ^{6I}	0,035 ^{2F}
	3	0,085 ^{6FG}	0,09 ^{6EF}	0,09 ^{6EF}	0,1 ^{6D}	0,1 ^{6D}	0,093 ^{2C}
	4	0,085 ^{6FG}	0,085 ^{6FG}	0,085 ^{6FG}	0,1 ^{6D}	0,1 ^{6D}	0,091 ^{2CD}
	5	0,08 ^{6G}	0,085 ^{6FG}	0,09 ^{6F}	0,09 ^{6D}	0,095 ^{6DE}	0,088 ^{2D}
	6	0,09 ^{6EF}	0,09 ^{6EF}	0,09 ^{6EF}	0,1 ^{6D}	0,1 ^{6D}	0,094 ^{2C}
	7	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,16 ^{6C}	0,164 ^{2AB}
	8	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,16 ^{6C}	0,164 ^{2AB}
	9	0,17 ^{6AB}	0,17 ^{6A}	0,165 ^{6ABC}	0,165 ^{6ABC}	0,16 ^{6C}	0,166 ^{2A}
	10	0,165 ^{6ABC}	0,16 ^{6BC}	0,16 ⁶	0,165 ^{6ABC}	0,16 ^{6C}	0,162 ^{2B}

A'dan Z'ye istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir. 1.Koşul 2.Süre 3.Yöntem 4.Koşul x Süre 5.Koşul x Yöntem 6.Süre x Yöntem 7.Koşul x Süre x Yöntem

Araştırma bulgularına ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre, bekleme süresi, bekleme koşulu, muhafaza yöntemi, bekleme süresi ve koşulu, bekleme koşulu ve muhafaza yöntemi, bekleme koşulu ile bekleme süresi ve muhafaza yönteminin interaksiyonunun termal

iletkenlikdeğerlerindeki değişimler üzerine istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. (Ek. 4).

Termal iletkenlik varyans analiz Çizelgesu (Ek.4.) incelendiğinde koşul açısından en yüksek değer aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağları için 0,1324 iken en düşük değer karanlık ortamda 0,0872 olarak tespit edilmiş olup aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. (F: 15007,78)

Termal iletkenliğin süre için Çizelge3.8'e göre en yüksek değer 9. ölçüm ile 0,166, en düşük değer ise 1. ölçüm ile 0,04 olarak bulunmuştur. (F7203,78:)

Termal iletkenlik Çizelge3.8'e göre yöntem açısından incelendiğimizde 0,113 değer ile Y4 yöntemi en yüksek değer iken, en düşük0,108 değeri ile Y1 yönteminde bulunmuştur. (F: 36,35)

Varyans analiz Çizelgesuna (Ek.4.) göre sürexkoşul interaksyonu önemli bulunmuş olup, Çizelge3.8'e göre aydınlık ortam için en düşük 1. ölçüm0,04, en yüksek değer ise, 7,8 ve 9. ölçüm 0,176 bulunmuş. Karanlık ortamda ise en düşük değer, 1. ölçüm0,04, en yüksek değer ise, 9. ölçüm0,156 değeri bulunmuştur (F: 1055,42)

Termal iletkenlik değeri Ek.4.'e göre koşul x yöntem interaksyonu için önemli bulunmuştur. Çizelge3.8'e göre Aydınlık ortam için En düşük değer 0,128 ile Y1 ve Y3 yöntemi olup, en yüksek değer ise, 0,139 ile Y5 değeri bulunmuştur. Karanlık ortamda ise en düşük değer 0,086 ile Y2 ve Y5 yönteminde aynı olup, en yüksek değer ise 0,139 ile Y4 yöntemi bulunmuştur.(F: 68,79)

Süre x Yöntem interaksyonu için baktığımızda varyans analiz tablosunda (Ek.4.) önemli bulunmuştur. Çizelge3,8'e göre en yüksek7 ve 8. ölçümde, Y1,Y2,Y3,Y4, 9. ölçüm Y3 ve Y4, 10. ölçüm 'de Y1 ve Y4 değeri 0,165 en düşük2. ölçüm 0,035 değer ile tüm yöntemlerde aynı olarak bulunmuştur.(F:13,26)

Koşul x Süre x Yöntem interaksyonu termal iletkenlik değeri için önemli bulunmuştur. En yüksek aydınlık ortam için 10. ölçüm ile Y4, 7. 8. Ve 9. ölçüm Y1, Y2,Y4 yöntemi, 0,18 değeri, en düşük 1. ölçümtüm yöntemler, 2. ölçümY1, Y2,Y3 ve Y5 ile 0,04 değeri bulunmuştur. Karanlık ortam için en yüksek 10. ölçüm ile Y1 yöntemi, 9. ölçüm Y1,

Y2,Y3 yöntemleri, 7 ve 8. ölçüm Y3 yöntemi için 0,16 değeri, en düşük ise 2. ölçüm ile tüm yöntemler için eşit olup 0,03 değeri bulunmuştur.(F:7,75)

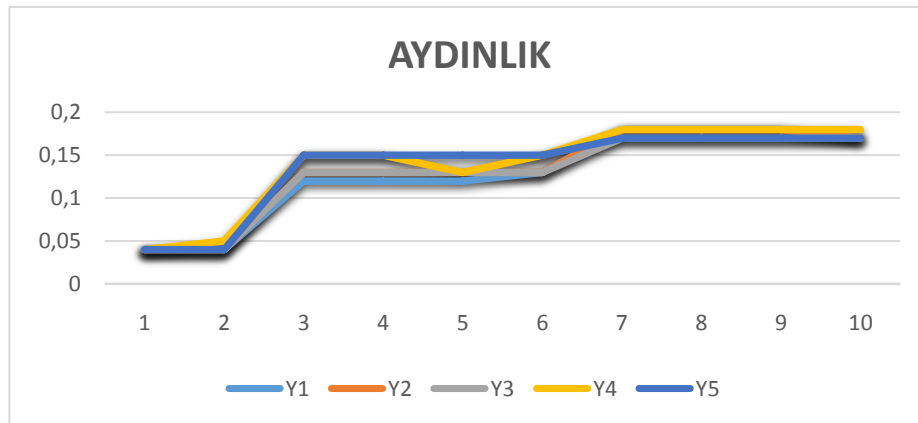
Denemelerde ortam sıcaklığı da ölçülmüş olup araştırmamız daha çok ev koşullarında ve piyasa koşullarındaki çok fazla değişmeyen sıcaklıklar üzerine olduğu için istatistiki açıdan incelenmemiş fakat göz ardı da edilmemiştir. Zeytinyağı kalitesine önemli derecede etki eden sıcaklığın başka bir araştırma konusu olması gerektiğini ve fakat termal iletkenliğinde sıcaklık kriterinden ayrı değerlendirilmemesi gerekmektedir. Termal iletkenliğin ölçülebilmesi içinisi varlığı şarttır.Çünkü termal iletkenlik maddenin ısıyı iletme özelliğinin bir ölçüsüdür ve maddenin porozitesine, şekline, büyüklüğüne, homojenliğine, sıcaklığına vb.özelliklere bağlıdır (Tavman vd., 1997).Ortam sıcaklıklarına ilişkin veriler grafik şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.7Deneme süresi (10 ay) boyunca ölçülen ortam sıcaklık verileri

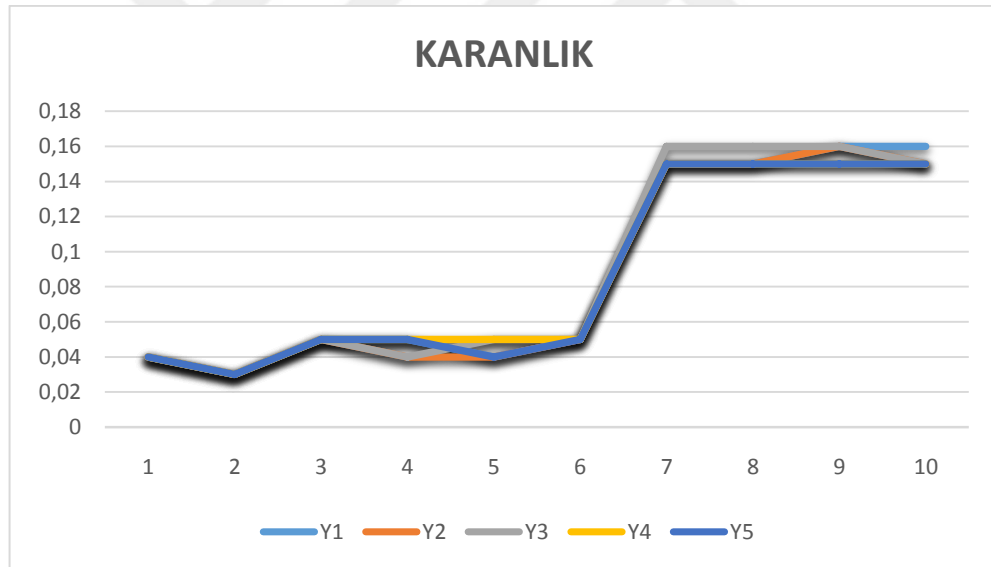
Denemelerde 1. Ölçüm Aralık 2020, 10. Ölçüm ise Eylül 2021 yılında yapılmış olup en fazla ortam sıcaklığı Haziran, Temmuz ve Ağustos ayına gelen 7. 8. Ve 9. Ölçümdür.

Termal iletkenlik değerinin aydınlık ortamdaki değişimi şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.8Termal iletkenlik değerleri aydınlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Şekil 3.6'ya göre aydınlık ortamda bekletilen zeytinyağlarından Y4 kodlu denemenin termal iletkenliğinin ışık ve sıcaklık varlığında hızla yükseldiği, sıcaklık değerlerinin fazla değişmediği 4 ve 6. ölçüm arasında değerin düştüğü ve yine sıcaklık arttıkça, artarak bir süre sonra sabitlendiği görülmüştür. Sıcaklıklar aydınlık ve karanlık ortamda aynı olmasına rağmen güneş ışığı varlığında koyu renkli cam şişenin ısıyı absorbe ederek zeytinyağının ısınmasına ve termal iletkenliğinde buna bağlı olarak yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir. Aydınlık ortamda deneme sonunda Y2 kodlu materyal diğerlerine oranla ortam sıcaklığından daha çabuk etkilenmiş ve azalan sıcaklık nedeniyle termal iletkenlik değerinde azalma olmuştur. Ortam sıcaklığı sabit kalsa dahi güneş ışığı varlığında materyal fark etmeksizin zeytinyağının sıcaklığını arttırdığı ve böylece termal iletkenliğinde arttığını söyleyebiliriz. Yakın geçmişte yapılan bir araştırmada sıcaklık, nanopartiküllerin şekli, konantrasyon vb. faktörler termal iletkenliği etkilediğini, sıcaklık ve konsantrasyondaki artışın daha yüksek termal iletkenlik değerinin bulunmasına neden olduğu bildirilmiştir (Ahmedi, Mirlohi, Nazari, ve Ghasempur, 2018).



Şekil 3.9 Termal iletkenlik karanlık ortam, süre ve muhafaza yöntemi ortalama değerleri

Şekil 3.7'ye göre karanlık ortamda materyal fark etmeksizin 3. Ölçüme kadar termal iletkenlik değerleri sabit iken ortam sıcaklığı arttıkça zeytinyağı için termal iletkenlik belli bir seviyeye kadar arttı ve sıcaklık azaldıkça da saklama kabının cinsine göre azaldığı gözlemlendi.

Literatürdeki araştırmalarda denemelerin bileşimleri tam olarak belirlenmemiş ve bu nedenle termal iletkenlik değerlerinin aynı malzeme için bileşim ve yapılarından dolayı

bazı farklılıklar göstermiştir. Termal iletkenliğin ölçüm yönteminin ve koşullarının etkisi elde edilen değerler için başka bir faktör olduğu ve genel olarak termal iletkenliğin büyük ölçüde çalışılan malzemenin sıcaklığına, nemine, yapı ve yönüne bağlıdır. (Turgut, Tavman, ve Tavman, 2009) Yani termal iletkenlik malzemenin ısı iletim kabiliyeti olduğundan aydınlık ve karanlık ortam fark etmeksizin malzemenin ısı iletim cinsi ve rengine göre artıp azaldığını söyleyebiliriz.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada günümüz piyasasında çeşitli şekilde muhafaza edilen zeytinyağlarının farklı materyallerde ve farklı depolama koşullarında 10 aylık sürede kalite kontrol kriterleri (asitlik ve peroksit), ph ve termal iletkenlik gibi fizikokimyasal özelliklerinin kalitesine etkisi araştırılmıştır. Serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve Ph'nın zeytinyağı kalitesini belirlemede birlikte rol aldığı bu çalışma ile görülmüş olup, araştırmamızda incelediğimiz diğer bir parametre termal iletkenlik değerlerinin de, sıcaklık ile doğru orantılı olarak arttığı ve azaldığı görülmüş olup zeytinyağı kalitesinde belirleyici bir kriter olmadığını söyleyebiliriz. Sofralarımıza giren vetek seferde tüketilemeyen zeytinyağının uygun saklama koşulu ve yöntemiyle kalitesini yitirmeden belli bir süre saklanabileceği, koşulun, yöntemin ve sürenin birbirlerinden bağımsız düşünülmemesi gerekmektedir.

Araştırma sonuçlarına ve desteklenen literatür çalışmalarına göre zeytinyağının, oda koşullarında, karanlık ortamda, koyu renkli cam şişe ve teneke şişede muhafaza edildiğinde kalitesini korumakta olduğunu söylemek mümkündür. Raf ömrünü belirleyen peroksit değerinin, araştırma sonuçlarımıza göre ve piyasada gözlemlenen iki yıllık tüketim tarihinin uygun olduğu görülmüş olup, piyasada uygun olmayan koşullarda 5 litrelik tenekede muhafaza edilen zeytinyağlarının dabir süresonra saklama materyali ile etkileşime geçerek yağın bozulmasını hızlandırdığı da göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle güneş ışığı altında, koyu renkli cam ve teneke materyalinin dahi zeytinyağı kalitesi ve sağlığımız açısından olumsuz etki yapabileceği ön görülmektedir. Tüm bu sonuçlara göre piyasada 5 litre ve üzeri olarak satışa sunulan tenekelerdeki zeytinyağının kalitesini uzun süre koruyabilmesi açısından daha küçük saklama materyaline bölerek karanlık ortamda ve serin yerde saklanması gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmedi, M. H., Mirlohi, E., Nazari, M. A., & Ghasempur, R. (2018, 9 1). A review of thermal conductivity of various nanofluids. *Journal of Molecular Liquids*, 265, 181-188.
- Anonim. (1973). *Yemeklik zeytinyağı-Muayene ve deney yöntemleri*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim. (2014). *Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2014/53)*. Ankara: Resmi Gazete.
- Anonim. (2017). *Türk gıda kodeksi zeytinyağı ve pirina yağı tebliği (2017/26)*. Ankara: Resmi Gazete.
- Anonim. (2022). *Zeytinyağının Kalitesini Neler Etkiler?* Erişim Adresi: www.komilizeytinyagi.com.tr: <https://www.komilizeytinyagi.com.tr/zeytinyagininkalitesini-neler-etkiler>
- Atakan, D. (2014). *Pet Şişelerden İçme Suyuna Geçen Antimon Miktarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Attwood, T., Campbell, P., Parish, H., Smith, A., Vella, F., & Stirling, J. (2006). *Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology (2th ed.)*. Oxford: Oxford University Press.
- Aydinoğlu, Ü. (2009). *Dağlık Kilikia bölgesinde antik çağda zeytinyağı ve şarap üretimi (1 b.)*. İstanbul: Ege Yayınları.
- Başoğlu, F. (2006). *Yemeklik Yağ Teknolojisi*. Ankara: Dora Yayıncılık.
- Dabbou, S., Gharbi, I., Dabbou, S., Brahmi, F., Nakbi, A., & Hammami, M. (2011). Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. *African Journal of Biotechnology*, 10(74), 16929-16936.
- Demirci, M., & Bölükbaşı, B. (2003). Akdeniz beslenme tarzındaki zeytinyağının önemi. *Türkiye I. zeytinyağı ve sofralık zeytin sempozyumu bildirileri* (s. 40-48). İzmir: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE), Ege İhracatçı Birlikleri, TARİŞ, İzmir Ticaret Borsası.
- Dıraman, H. (2006). Zeytinyağı Kalitesini Nasıl İyileştirebiliriz ? *Akademik Gıda*, 4(4), 41-42.
- Fontana, A. J., Wacker, B., Campbell, C. S., & Campbell, G. S. (1998). Simultaneous thermal conductivity, thermal resistivity, and thermal diffusivity measurement of selected foods and soil. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. doi:10.13031/2013.5543
- Gergin, G., Seven, Ü., & Güçer, Ş. (2008). Zeytinyağı kompozisyonunda yağ asitlerinin önemi ve yağın bozunmasında metallerin etkisi. *I. Ulusal zeytin öğrenci kongresi* (s. 158-161). Balıkesir

- Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı. (2017). *Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği 2017/26*. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı. Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/09/20170917-9.htm>
- Göldeli, T. (2015). *Akhisar zeytinlerinin yağ çıkarma öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve sürenin zeytinyağı kalitesine etkisi*. Manisa: Celala Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Görcelioğlu, E. (1998). Peyzaj onarımında, ormancılıkta ve tarımda malç uygulaması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 46(1-2-3-4), 1-22.
- Gümüşkesen, A. S., Yemişçioğlu, F., Tibet, Ü., & Çakır, M. (2003). Türkiye'deki bazı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının bölgesel olarak karakterizasyonu. (s. 216-223). İzmir: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE), Ege İhracatçı Birlikleri, TARİŞ, İzmir Ticaret Borsası.
- Gürlek, E. (2016). *Dizel partikül filtre karakterizasyonu (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*. Bilecik: Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.
- Jackson, R. (1999). *Roma İmparatorluğu'nda Doktorlar ve Hastalıklar* (1 b.). (Ş. Mumcu, Dü.) İstanbul: Homer Yayınları.
- Kaleci, N. (2010). Konvansiyonel ve organik olarak yetiştirilen Ayvalık zeytin çeşidinin bazı meyve özellikleri, yağ asitleri ve tokoferol seviyelerinin belirlenmesi. *Zeytin Bilimi*, 1(2), 79-84.
- Kaplan, M., & Arıhan, S. K. (2012). Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytinyağının Halk Tıbbında Kullanımı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 52(2), 41-56.
- Kara, H. H., Kıralan, M., Bayrak, A., & Dağdelen, A. (2011). *Ulusal zeytin kongresi 2011* (1 b.). MANİSA: Sevgi Yolu Kibele Kitabevi.
- Karadeniz, F. (1988). *Bezelye konservesinde sülfür kararması ve korozyon üzerine asit katkısının etkisi (Yüksek Lisans Tezi)*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karahocalıgil, P., Tunalıoğlu, R., & Tan, M. (2003). Dünya'da ve Türkiye'de Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Durum-Tahmin ve Öngörü. (s. 13-17). İzmir: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (TEAE), Ege İhracatçı Birlikleri, TARİŞ, İzmir Ticaret Borsası.
- Kayahan, M., & Tekin, A. (2009). *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi* (Cilt 15). Ankara: TMMOB Gıda Mühendisleri Odası.
- Keçeli, T. (2008). *Zeytinyağının Depolanması ve Ambalajlanmasının Yağ Kalitesine Etkileri*. Türkiye 10. Gıda Kongresi, s 625-628.

- Kiritsakis, A., Nano, G. D., Polymenopoulos, Z., Thomai, T., & Sfakiotakis, E. M. (1998). Effect of fruit storage conditions on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75, 721-724.
- Köseoğlu, O. (2006). *Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağı Kalitesi İle Acılığı Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi)*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi.
- Kutlu, E., & Şen, F. (2011). Farklı Hasat Zamanlarının Gemlik Zeytin (*Olea europea* L.) Çeşidinde Meyve ve Zeytinyağı Kalitesine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 85-93.
- Li, X., & Wang, S. C. (2018). Shelf Life of Extra Virgin Olive Oil and Its Prediction Models. *Journal of Food Quality*, 2018, 15.
- Luna, G., Morales, M. T., & Aparicio, R. (2006). Changes Induced by UV Radiation during Virgin Olive Oil Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4790-4794.
- Mendez, A. İ., & Falque, E. (2006). Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Control*, 18(5), 521-529.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). *Gıda Teknolojisi, Kesintisiz sürekli sistemi üretime hazırlama*. Ankara: MEB.
- Orfion. (2017). *Taş Baskı Zeytinyağı & Sürekli Sistem Zeytinyağı*. Erişim Adresi: www.orfion.com.tr:https://www.orfion.com.tr/tas-baski-zeytinyagi-mi-kontinu-zeytinyagi/
- Özkal, S. G., & Tülek, Y. (2001). Değişik süt ve bitkisel yağ örneklerinin ısı iletkenlik değerlerinin deneysel olarak belirlenmesi. *Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi*(25), 51-60.
- Öztürk, F., Yalçın, M., & Dıraman, H. (2009). Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(2), 35-51.
- Rabiei, V., Ghorbani, S., & Hajnajari, H. (1995). Effect of temperature and storage period of olive (*Olea europaea* cv. Zard) fruit on. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1), 74-77.
- Ranalli, A., & Martinelli, N. (1995). Integral centrifuges for olive oil extraction, at the third millenium threshold. Transformation yields. *Grasas y Aceites*, 46(4-5), 74-77.
- Ritson, c. Q. (2006). *Olive Oil* (1 b.). New York, ABD: DORLING KINDSERLEY.
- Sağlam, C., Tan, F., & Aktaş, T. (2018). Changing of Viscosity and Thermal Properties of Olive Oil with Different Harvesting Methods and Waiting Period. *Techniciglasnik*, 12(1), 50-54.

- Sweat, V. E., & Haugh, C. G. (1974). A thermal Conductivity Probe For Small Food Samles. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 17(1), 56-58.
- Şimşek, E., & Yalçın, İ. (2008). Değişik taşıma şekilleri ve bekleme sürelerinin zeytin üzerine etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 75-82.
- Tavman, Ş., Tavman, İ. H., & Evcin, M. S. (1997). Measurement of thermal diffusivity of granular food materials. *International communications in heat and mass transfer*, 24(7), 945-953.
- Topuz, H., Meriç, Ş., Bozkurt, G., & Durmuşoğlu, E. (2012). Ayvalık, Memecik ve Erkence Zeytin Çeşitlerinde Hasat Zamanı ve Zeytin Sineği Zararının, Zeytinyağı Yağ Asitleri Bileşimi Üzerine Etkisi. *Zeytin Bilimi*, 3(2), 107-113.
- Tunanoğlu, R., Tiryaki, G. Y., Tan, S., & Taşkaya, B. (2003, 10 2-3). Dünya Zeytinyağı Tüketimindeki Gelişmeler Bu Gelişmeyi Destekleyen Çalışmalar ve Türkiye Zeytinyağı Tüketimindeki Değişimler. İzmir, Çiğli, Türkiye.
- Turgut, A., Tavman, İ., & Tavman, Ş. (2009). Thermal Conductivity Of Edible Oils Using Transient Hot Wire Method. *International Journal Of Food Properties*, 12(4), 741-747.
- Wills, E. D. (1965). Mechanisms of lipid peroxide formation in tissues Role of metals and haematin proteins in the catalysis of the oxidation of unsaturated fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*, 98(2), 238-251.
- Yamani, M. E., Sakar, E. H., Boussakouran, A., & Rharrabti, Y. (2022). Effect of storage time and conditions on the quality characteristics of ‘Moroccan Picholine’ olive oil. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 39.
- Yavuz, H. (2008). *Türk zeytinyağlarının bazı kalite ve saflık kriterlerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, Y., Onmaz, N. E., Gönülalan, Z., Hızlısoy, H., Al, S., Güngör, C. C., . . . Barel, M. (2020). Bisfenoller ve Fitalatların Halk Sağlığı Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 68-75.
- Yousfi, K., Weiland, C. M., & García, J. M. (2012). Effect of Harvesting System and Fruit Cold Storage on Virgin Olive Oil Chemical Composition and Quality of Superintensive Cultivated ‘Arbequina’ Olives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4743-4750.

EK-1. DENEMELERDE ANALİZİ YAPILAN SERBEST YAĞ ASİTLİĞİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZİ VERİLERİ

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap	P olasılık Kriteri
Süre	9	8,684000	0,964888	4,31	0,001*
Koşul	1	13,483200	13,483200	60,25	0,001*
Yöntem	4	2,887333	0,72183325	3,22	0,0136*
Süre Koşul	9	2,046133	0,22734811	1,01	0,4284
Süre	36	7,578667	0,21051853	0,94	0,5701
Koşul	4	2,973467	0,74336675	3,32	0,0116*
Süre Koşul	36	7,593867	0,21094075	0,94	0,5670

(*) istatistiki açıdan $p < 0.05$ olduğundan önemli bulunmuştur.

EK-2. DENEMELERDE ANALİZİ YAPILAN PEROKSİT DEĞERLERİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZ VERİLERİ

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	P olasılık Kriteri
Süre	9	116,99230	12,99914	608,38	0,001*
Koşul	1	184,86750	184,86750	8652,145	0,001*
Yöntem	4	11,79913	3,9169731	138,05	0,001*
Süre Koşul	9	19,25417	2,1392522	100,125	0,001*
Süre Yöntem	36	4,49087	0,1247463	5,83	0,001*
Koşul Yöntem	4	19,60500	4,90125	229,38	0,001*
Süre Koşul Yöntem	36	5,39167	0,1497686	7,009	0,001*

(*) istatistiki açıdan $p < 0.05$ olduğundan önemli bulunmuştur.

EK-3. DENEMELERDE ÖLÇÜLEN PH DEĞERLERİNE İLİŞKİN VARYANS ANALİZ VERİLERİ

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	P olasılık Kriteri
Süre	9	25,071232	2,7856924	53,89	0,001*
Koşul	1	58,786133	58,786133	1137,27	0,001*
Yöntem	4	3,338999	0,8347497	16,14	0,001*
Süre Koşul	9	4,589273	0,5099192	9,86	0,001*
Süre Yöntem	36	1,635428	0,0454285	0,87	0,6686
Koşul Yöntem	4	5,872333	1,4680832	28,40	0,001*
Süre Koşul Yöntem	36	1,686027	0,0468340	0,90	0,6257

(*) istatistiki açıdan $p < 0.05$ olduğundan önemli bulunmuştur.

**EK-4. DENEMELERDE ÖLÇÜLEN TERMAL İLETKENLİK DEĞERLERİ
VARYANS ANALİZ VERİLERİ**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F hesap	P olasılık Kriteri
Süre	9	0,6915630	0,076840	7203,78	0,001*
Koşul	1	0,1600830	0,1600830	15007,78	0,001*
Yöntem	4	0,0015513	0,0003878	36,35	0,001*
SürexKoşul	9	0,1013203	0,0112578	1055,42	0,001*
SürexYöntem	36	0,0050953	0,0001515	13,26	0,001*
KoşulxYöntem	4	0,0029353	0,0007338	68,79	0,001*
SürexKoşulxYöntem	36	0,0029780	0,0000827	7,75	0,001*

(*) istatistiki açıdan $p < 0.05$ olduğundan önemli bulunmuştur.