



**ZEYTİNYAĞINDA TAĞŞIŞIN FARKLI YÖNTEMLERLE BELİRLENME
OLANAKLARI**

Betül ORDU ŞENEL

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM
2023**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ZEYTİNYAĞINDA TAĞŞIŞIN FARKLI YÖNTEMLERLE BELİRLENME
OLANAKLARI

Betül ORDU ŞENEL

ORCID: 0000 -0002-9083-1734

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM

NİSAN - 2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

ZEYTİNYAĞINDA TAĞŞIŞIN FARKLI YÖNTEMLERLE BELİRLENME OLANAKLARI

Betül ORDU ŞENEL

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM

Zeytinyağı içerdiği yüksek besin değerleri ve antioksidan özelliği ile tüketiciler tarafından yoğun ilgi gören ve tercih edilen bir yağdır. Diğer taraftan da birçok çeşidi bulunan zeytinyağının piyasaya sürülürken bu kendi çeşitliğinin yanı sıra farklı bitkisel yağlarla karıştırılarak tağşış yapıldığı da bilinen bir gerçektir. Çalışmamızda zeytinyağında yapılan tağşışın bilinen bazı belirleme yöntemlerinden hareketle pratik olarak belirlenip belirlenemeyeceğini gözlemlemek adına tağşışte en çok kullanılan bitkisel yağlardan olan ay çiçek yağı, fındık yağı ve pamuk yağı belirli oranlarda (%5, %25, %50) karıştırılarak bilinçli tağşış yapılmış ve bu tağşışlerin kırılma indisi ve ısıl iletkenlik analizleriyle tespit edilip edilemeyeceğinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak saf zeytinyağı ve tağşışler üzerinde yapılan ölçümler ve istatistiki analizler ışında kırılma indisi ve ısıl iletkenlik değerlerinin tağşışi belirlemede etkili yöntemler olduğu ancak yine de bu değerlerin tek başına değil de diğer belirleyici yöntemlerle birlikte değerlendirilmesinin daha da etkili olacağı değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tağşış, Zeytinyağı, Fındık yağı, Pamuk yağı, Kırılma İndisi.

ABSTRACT

OPPORTUNITIES OF DETERMINING OLOR OIL IN OLIVE OIL WITH DIFFERENT METHODS

Betül ORDU ŞENEL

Department of Biosystems Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cihangir SAĞLAM

Olive oil is an oil that attracts great attention and is preferred by consumers with its high nutritional values and antioxidant properties. On the other hand, it is a well-known fact that olive oil, which has many varieties, is introduced to the market, and it is adulterated by mixing it with different vegetable oils as well as its own variety. In our study, in order to observe whether adulteration in olive oil can be practically determined based on some known detection methods, sunflower oil, hazelnut oil and cottonseed oil, which are the most used vegetable oils in adulteration, were mixed in certain proportions (5%, 25%, 50%), deliberate adulteration was done and these adulterations were determined. It is aimed to observe whether it can be detected by refractive index and thermal conductivity analysis. As a result, it has been evaluated that the measurements and statistical analyzes on pure olive oil and adulteration are effective methods in determining the refractive index and thermal conductivity values in the light, but it will still be more effective to evaluate these values together with other determining methods rather than alone.

Keywords: Adulteration, Olive oil, Hazelnut oil, Cotton oil, Refractive index.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Zeytinyağı.....	17
1.1.1 Zeytinyağının Kullanım Alanları ve Sağlığa Etkileri	Error! Bookmark not defined.
1.1.1.1Saflığı Belirleyen Noktalar	3
1.1.1.2.Zeytinyağı Saflık Kriterleri	3
1.1.2.1 Parametreleri Belirlemede Kullanılan Standartlar.....	3
1.1.2 Zeytinyağı Çeşitleri	4
1.1.3 Zeytinyağın Duyusal Özellikleri	5
1.2 Gıdada Tağşiş.....	5
1.2.1 Zeytinyağında Tağşiş	8
1.3.2 Zeytinyağında Tağşişinde Tercih Edilen Yağlar	8
1.3 Zeytinyağı Tağşişinde Kullanılan Analizler	9
1.3.1 Kırılma İndisi.....	9
1.3.2 Isıl İletkenlik.....	10
1.3.3 Özgül Absorbans.....	13
1.3.4 Yağ Asitliği.....	13
1.3.5 Serbest Asitlik.....	14
1.3.6 Peroksit Sayısı.....	15
1.3.7 Sabunlaşmayan Madde Miktarı	16
1.3.8 İyot Sayısı	16
1.4 Literatür Özeti	17
1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	19
2. MATERYAL VE YÖNTEM	20
2.1 Materyal.....	20

2.1.1 Zeytinyağı.....	20
2.1.2 Isıl İletkenlik Ölçüm Cihazı.....	20
2.1.3 Kırılma İndisi Ölçüm Cihazı.....	21
2.2 Yöntem.....	Error! Bookmark not defined.1
2.2.1 Denemelerin Kurulması.....	21
2.3 Ölçüm Yöntemleri	Error! Bookmark not defined.2
2.3.1 Kırılma İndisi Ölçümü.....	Error! Bookmark not defined.2
2.3.2 Isıl İletkenlik Ölçümü.....	23
2.3.3 İstatistiksek Yöntemler	23
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	24
3.1 Numunelerin Tağşış Öncesi Değerleri	24
3.2 Tağşış Sonrası Ölçüm Değerleri	24
3.2.1 Kırılma İndisi Değerleri	24
3.2.2 Isıl İletkenlik Değerleri.....	27
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR	32
EKLER.....	38
ÖZGEÇMİŞ	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Gıda taşıması terminolojisi	6
Çizelge 1.1. Bazı yağların kırılma indisleri	10
Çizelge 1.3. Bazı yağların yoğunluk değerleri	10
Çizelge 1.4. Zeytinyağının yağ asitleri kompozisyonu.....	14
Çizelge 1.5. Bazı zeytinyağı çeşitlerinin serbest asitlik değerleri.....	15
Çizelge 1.6. Zeytinyağında peroksit değerleri.....	15
Çizelge 1.7. Bazı bitkisel yağlarda sabunlaşmayan madde miktarı.....	16
Çizelge 3.1. Saf zeytinyağı kırılma indisi değerleri.....	24
Çizelge 3.2. Saf zeytinyağın ısı iletkenlik değerleri.....	24
Çizelge 3.3. Zeytinyağı ile ayçiçek yağı taşıması kırılma indisi değerleri.....	24
Çizelge 3.4. Zeytinyağı ile fındık yağı taşıması kırılma indisi değerleri.....	25
Çizelge 3.5. Zeytinyağı ile pamuk yağı taşıması kırılma indisi değerleri.....	26
Çizelge 3.6. Kırılma indisi ortalama değerleri.....	26
Çizelge 3.7. Zeytinyağı ile ayçiçek yağının belirli oranlarda taşıması sonucu elde edilen ısı iletkenlik değerleri.....	27
Çizelge 3.8. Zeytinyağı ile fındık yağının belirli oranlarda taşıması sonucu elde edilen ısı iletkenlik değerleri.....	28
Çizelge 3.9. Zeytinyağı ile pamuk yağının belirli oranlarda taşıması sonucu elde edilen ısı iletkenlik değerleri.....	29
Çizelge 3.10. Üç bitkisel yağın belirli oranlarda taşıması sonucu elde edilen ısı iletkenlik değerleri	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Gıdalardaki taklit ve tağşiş istatistikleri	6
Şekil 1.2. Gıda risk matrisi	7
Şekil 1.3. Isıl iletkenlik ölçüm sisteminin deneysel kurulumu	12
Şekil 1.4. Şekil 1.4. Yağ numuneleri için ısı iletkenliğe karşı sıcaklığın deneysel verileri.....	12
Şekil 1.5. Değişik yağlar için farklı sıcaklıklarda elde edilen ısı iletkenlik ve ölçüm sonuçları	13
Şekil 2.1. Isıl İletkenlik Ölçüm Cihazı.....	21
Şekil 2.2. Kırılma indisi ölçümü yapılan refraktometre cihazı.....	21
Şekil 3.1. Ayçiçek yağı ve zeytinyağı tağşişin kırılma indisi değerleri.....	25
Şekil 3.2. Fındık yağı veya zeytinyağı tağşişinin kırılma indisi değerleri.....	25
Şekil 3.3. Pamuk yağı ve zeytinyağının kırılma indisi değerleri.....	26
Şekil 3.4. Kırılma indisi değerlerimizin grafikte gösterimi.....	27
Şekil 3.5. Ayçiçek yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik ortalama değerleri.....	28
Şekil 3.6. Fındık yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik ortalama değerleri.....	28
Şekil 3.7. Pamuk yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik ortalama değerleri.....	29
Şekil 3.8. Isıl iletkenlik değerlerinin grafik üzerinde gösterimi.....	30

KISALTMALAR DİZİNİ

EEC	Avrupa Birliği Standardı
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
HDL	İyi Huylu Kolesterol
IOCC	Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Ticari Standardı
ISO, AOCS	Uluslararası Standartlar
LDL	Kötü Huylu Kolesterol
Nd	Reaktif İndeks
Ort.	Ortalama
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UZK	Uluslararası Zeytinyağı Konseyi

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat
A25	Zeytinyağının %25'lik ay çiçek yağı ile tağşışı
A5	Zeytinyağının %5'lik ay çiçek yağı ile tağşışı
A50	Zeytinyağının %50'lik ay çiçek yağı ile tağşışı
F25	Zeytinyağının %25'lik fındık yağı ile tağşışı
F5	Zeytinyağının %5'lik fındık yağı ile tağşışı
F50	Zeytinyağının %50'lik fındık yağı ile tağşışı
m ³	Metreküp
P25	Zeytinyağının %25'lik pamuk yağı ile tağşışı
P5	Zeytinyağının %5'lik pamuk yağı ile tağşışı
P50	Zeytinyağının %50'lik pamuk yağı ile tağşışı
Z	Zeytinyağı
ZA	Zeytinyağı ay çiçek yağı tağşışı
ZF	Zeytinyağı fındık yağı tağşışı
ZP	Zeytinyağı pamuk yağı tağşışı
β	Beta

TEŞEKKÜR

Sunmuş olduğum bu tez çalışması, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM danışmanlığında tamamlanarak, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca her türlü destek ve öğretici bilgi ve önerisi ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM ‘a, desteklerini eksik etmeyen, Prof. Dr. Fulya TAN ‘a, Prof. Dr. İbrahim YALÇIN’a , Prof. Dr. Türkan AKTAŞ’a, Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN’a, Dr.Öğr.Üyesi Yahya Tuncay TUNA’ya teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında benimle olan, bana yol gösteren değerli aileme ve çalışmalarım boyunca beni sürekli motive etmeyi görev bilen kardeşlerim Ayşegül ORDU, Fatma Nur ORDU, sevgili eşim Ahmet Hasan ŞENEL ve biricik annem Meral ORDU ve Nevin ŞENEL’e sonsuz teşekkür ve sevgimi sunarım.

Betül ORDU ŞENEL

1. GİRİŞ

Dünyada hızla artan insan nüfusu, üretimle beraber tüketim zincirini de tetiklemektedir. Sayısı artan nüfusun tüketiminin karşılanabilmesi için ürünlerin üretiminin oransal olarak artması, üretim sürecinin kısa tutulması ve bu ürünlerin dayanımı için sanayi ve modern teknolojiden uzak kalınmaması gereklidir. Üreticiler tarafından, tüketiciye maliyeti etkin ve çekici ürün ulaştırmak için gıdalara belirli dokunuşlar yapılmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı tüketen kesimi yanıltmak için uygulanabilmektedir. Gıda tüketiminde yüksek oranda yer alan yağlarda da bu şekilde tağşiş söz konusudur. 15 farklı kategoride incelenen toplam 2112 adet yiyecek içecekten en fazla taklit tağşiş yapılan ürünler sırasıyla bitkisel yağ, et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri olduğu tespit edilmiştir (Yaylın Kaya ve Yayla, 2020).

Tağşiş, bir ürünün kalitesinin kendisinden kalite ve fiyat bakımından daha uygun madde ile kasıtlı olarak maliyet çıkarı elde etmesidir. Gıdada tağşiş işlemi çok eski tarihlerden beri yapılmaktadır. Dünyanın her yerinde tağşişin önüne geçilebilmesi için yasal düzenlemeler yapılmış ve 1936 da yasal uygulamalar devreye sokulmuştur. Fakat cezalar yeteri kadar caydırıcı olamamıştır, bunun sebebi ise karın çok ufak bir kısmı kadar ceza uygulamasıdır. Aynı zamanda ürünlerin etiket üzerinden kontrolü sağlanıp paket içeriğinin analiz edilmemesi de bunun sebeplerindendir. Tüketicilerimizin çok büyük bir oranını sürekli tağşiş edilmiş ürünleri tükettiğinden, sahte ürünün farkına da varamamaktadırlar.

Zeytinyağı, zeytin (*olea europeal.*) ağacının meyvesinden elde edilen yemeklik bir yağdır. Son yıllarda dünyamızda düzenli beslenme ve sağlıklı yaşam arzusunun getirisiyle zeytin ve zeytinyağına olan ilgiyi artırmış ve bunun sonucu zeytinyağı tüketimi de artış göstermiştir. Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] verilerine göre Türkiye de zeytin ağacı 2000'li yılların ilk çeyreği itibarıyla 100 milyon gibi bir rakam iken, 2012 yılında 158 milyon adete ulaşmıştır. 2019 yılı zeytin ağacı sayısı Tarım Ürünleri Piyasa Raporu'na göre 182.076 rakamına ulaşmıştır. Yine tarım ürünleri piyasa raporları araştırmasına göre 2019 yılı itibarı ile zeytin üretimi 1,525 milyon ton iken sofralık zeytin üretimi 415.000 ton yağlık zeytin üretimi 1.110.000 ton, zeytin yağ üretimi 224.595 ton, zeytin yağ ihracatı 43.862 ton ve zeytinyağı ithalatı 23.401 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2021).

1.1 Zeytinyağı

Zeytin meyvesinden elde edilen zeytinyağının yaklaşık %98'i majör bileşenler olan trigliseritler, yağ asitleri ve fosfatitlerden meydana gelirken, kalan kısmı ise minör

bileşenlerden steroller, fenolik maddeler, serbest yağ asitleri, hidrokarbonlar, alifatik ve triterpenik alkolleler ile uçucu bileşenlerden oluşmaktadır (Kayahan, M., Tekin, A. ,2006).

Yasal mevzuatlara bakıldığında, zeytinyağına dair pek çok fiziksel ve kimyasal değerin kontrol edilmesi gerekmektedir. Belirtilen mevzuatlarda yer alan yöntemler zeytinyağlarının coğrafi bölge belgelendirmesinde çok yoğun kullanılmamaktadır. Coğrafi orijin sertifikasyonunda güvenilir metotlara ihtiyaç duyulmaktadır (Cosio ve ark. , 2006).

Bu bağlamda, zeytinyağlarının çeşit ve bölgesel karakterizasyonuna dair (fenolik ve aroma bileşenleri, yağ asitleri, sterol kompozisyonu, vd.) literatüre rapor edilmiş çok sayıda spektroskopik analizlerle birleştirilmiş kemometrik yöntem mevcuttur (Giansante ve vd., 2003; Lanteri ve vd., 2002; Ollivier ve vd., 2003; Boggia ve vd., 2002; Kayahan 2006; Bayrak, 2010).

1.1.1 Zeytinyağının Kullanım Alanları ve Sağlığa Etkileri

Zeytinyağı geçmişten bugüne insanlar tarafından sıvı altın olarak isimlendirilmiş keşfedildiği ilk zamanlar yakıt olarak kullanılmış sonraki zamanlarda gıda ve tedavi için hayatımızda önemli yere sahip olmuştur. Zeytin üretimi, geçmişten günümüze birçok insanlığın geçim kaynağı olurken, meyvesi olan zeytin sofralarda tüketilirken, yağı güzelleşmek için vücuda sürülen kozmetik malzemesi ve bebeklerde nemlendirici, tıraş sonrası losyon, hastaları şifası, mobilyalar için parlaticı olmuştur. Kandaki iyi huylu kolesterolün yükseltilmesi ve o kötü kolesterol miktarının düşmesi, pıhtılaşmayı düşürmekte yardımcıdır. Kalp rahatsızlıklarının şeker hastalığının insan vücudunda sentezlenmeyen esansiyel yağ asitleri bakımından kaynak oluşturulması, safra salgılarının dışarı atılması minimum miktara indirerek hazmın kolaylaşması, bağırsaktan geçen yiyeceklerin geçişini kolaylaştırması, kemik gelişiminde birçok faydası raporlanmıştır. Ayrıca zeytinyağı içerisinde bulundurduğu fosfor, bakır, kalsiyum, magnezyum, demir, manganez gibi mineral ve vitaminler (A, D, E ve K) sağlığı olumlu yönde etkiler. Diğer birçok yağdan daha sağlıklı olarak bilinen ve lezzetinden dolayı tercih edilen zeytinyağına rağbeti artırmaktadır. (Anonim, 2023)

Zeytinyağına olan bu ilgi ekonomik yönden yüksek kazanç elde etmek isteyen ve farklı yollarla bunu yapmaya çalışan üreticiler tarafından tağşişi devreye sokmaktadır.

1.1.1.1 Saflığı Belirleyen Noktalar

Zeytinyağında saflığı dolayısı ile taşıdığı belirlemek için çeşitli kriterler ve bunların belirlenebilmesi çeşitli standartlar geliştirilmiştir.

Saflığı belirleyen noktalar; kırılma indisi, yağ asitleri kompozisyonu, sterol kompozisyonu, toplam sterol miktarı, β -pozisyonlu palmitik ve stearik, vaks miktarı, trigliserit kompozisyonu ve stigmastadien miktarından oluşmaktadır.

1.1.1.2 Zeytinyağı Sağlık Kriterleri

Zeytinyağı sağlık kriterleri şu şekilde sıralanabilmektedir.

- Bağlı yoğunluk
- Sabunlaşma sayısı
- İyot sayısı
- Trans yağ asitleri
- Gerçek ve teorik ECN42 arasındaki maksimum fark
- Trigliseritlerin 2-pozisyonundaki toplam doymuş asitler
- Eritrodiol +Uvaol
- Mumsu maddeler

1.1.1.2.1 Parametreleri Belirlemede Kullanılan Standartlar

- Ulusal Standartlar
- TS 341 Yemeklik Zeytinyağı Standardı
- Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği 2010/35
- Uluslararası Standartlar (ISO, AOCS)
- Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Ticari Standardı (IOCC)

- Avrupa Birliği Standardı (EEC)
- Codex Alimentarius

1.1.2 Zeytinyağı Çeşitleri

Zeytinyağı direkt meyvenin sıkımı ile elde edilen meyve suyu olmakla birlikte, farklı asitlik oleik asit içeriğine göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre;

1.Natürel Zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinin doğal karakterini bozmayacak sıcaklıkta, çeşitli fiziksel ve mekanik işlemler uygulanarak üretilen doğal tüketebilir yağ (Kıvrak, 2022).

- Natürel Sızma Zeytinyağı

Serbest yağ asitleri, oleik asit cinsinden her 100 gramda 1 gramdan fazla olmayan yağ. (Kıvrak, 2022).

- Natürel Birinci Zeytinyağı

Serbest yağ asitleri, oleik asit cinsinden her 100 gramda 1 gramdan az 2 gramdan fazla olmayan yağ (Kıvrak, 2022).

- Natürel ikinci zeytinyağı

Serbest yağ asitleri, oleik asit cinsinden her 100 gramda 2 gramdan az 3,3 gramdan fazla olmayan yağ (Kıvrak, 2022).

2.Rafine Zeytinyağı: Natürel gıda olarak tketelemeyen ham zeytin yağının doğal trigliserit yapısında değişikliğe yol amayan yöntemlerle rafine edilmeleri sonucu elde edilen, serbest yağ asitleri, oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.3 gramdan fazla olmayan yağ (Türk Standardı, 2014).

3.Riviera Zeytinyağı: Natürel ve rafine zeytinyağı karışımından oluşturulan ve özellikle natürel zeytin yağı ile rafine zeytinyağı arasında değişen ve serbest yağ asitleri, oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,5 gramdan fazla olmayan yağ (Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2017).

1.1.3 Zeytinyağın Duyusal Özellikleri

Elde edilme yöntemlerinden kaynaklı zeytinyağı çeşitliğinin duyusal özellikleri şu şekildedir.

Natürel Zeytinyağının Duyusal Özellikleri: Yeşilden sarıya değişebilen renklerde kendine özgü tat ve kokuda olmalı gözle görülebilir yabancı maddeye rastlanmamalıdır (Kıvrak, 2022).

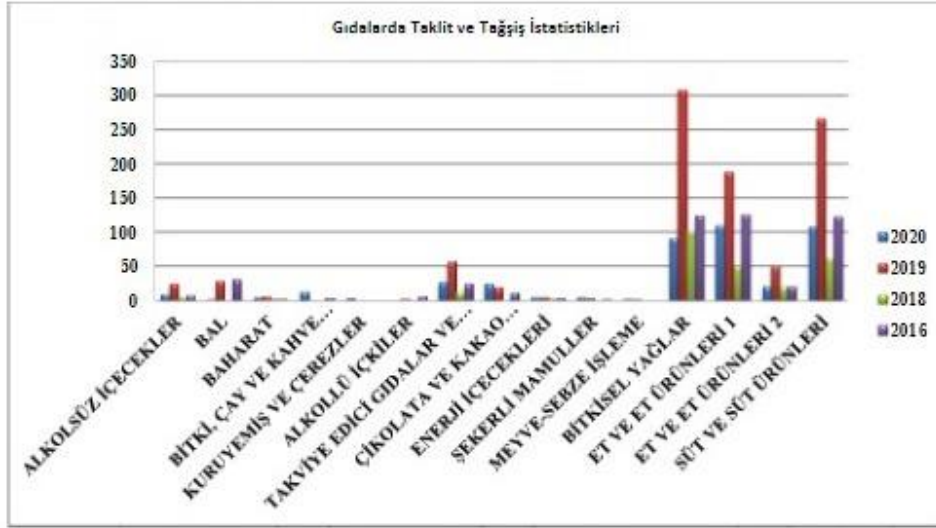
Rafine Zeytinyağının Duyusal Özellikleri: Sarıdan sarının açık rengine kadar değişebilen tonda olmalıdır berrak ve tortusuzdur. Şeffaf bir görüntüye sahip ve kendisine özgü tada kokuya sahip olmalıdır gözle görülebilir yabancı madde bulunmamalıdır. (Kıvrak, 2022).

Riviera Zeytinyağı Duyusal Özellikleri: Yeşilden sarıya değişebilen renklerde ve kendine özgü tadı ve kokusu olmalı gözle görülebilir bir madde bulundurmamalıdır. (Kıvrak, 2022).

1.2 Gıdada Tağşiş (Sahtecilik)

2013'te at eti skandalı olarak anılan olay Avrupa'da tüketiciler nezdinde bir infiale sebep olan İrlanda'da yapılan gıda denetimleri sonucunda marketlerde satılan dondurulmuş lazanya, hamburger köftesi gibi etiketlerinde sığır etinden üretilmiş olduğu belirtilen gıda ürünlerinde yüksek oranda domuz eti ve at eti tespit edilmesinden sonra denetimler tedarik zincirlerine geriye doğru işletilmiş ve Avrupa'da farklı ülkelerden faaliyet gösteren bazı zincir marketlerde satılan ürünlerde de benzer bir durum olduğu ortaya çıkmıştı. Benzeri olayların Türkiye'de de yaşandığı özellikle et ürünlerinde ve zeytinyağlarında yapılan tağşişlerin başında sıklıkla yer aldığı söylenebilir (Doğan, 2019).

Şekil 1.1. 'te yapılan çalışmada 625 taklit tağşiş gıdadan oluşan bu kategori içerisinde en fazla taklit tağşiş tespiti 2019 yılında yapılmış olup en yüksek değeri alan gıda ise bitkisel yağlardır.



Şekil 1.1. Gıdalardaki taklit ve tağşiş istatistikleri (2016- 2020 yılları) (Yaylın Kaya ve Yayla, 2020)

Şekil 1.1’de görülmekte olan 625 gıdada taklit ve tağşiş en çok bitkisel yağlarda ve süt, süt ürünlerinde 2019 yılında görülmektedir. Diğer birçok yağdan daha sağlıklı olarak bilinen ve lezzetinden dolayı tercih edilen zeytinyağına rağbet artmaktadır. Ancak bizleri zorlayan ekonomik olarak daha yüksek olan zeytinyağı daha uyguna mal edilen bitkisel yağlarla karıştırılarak bizlere sunulmaktadır. Böylelikle insan sağlığı tehlikeye atılarak işlemler sadece elde edilen karın artırılması yönünde ilerlemektedir.

Tağşiş ve gıda mevzuatına birlikte inceleyen çalışmalar, tarihsel referanslarına genellikle kapitalist üretim biçiminin ilk olarak kurumsallaştığı 19. yüzyıl İngiltere’sinden almaktadır (Hutt, 1984; Rowlinson, 1982; Fisher, 2012).

Spink 2018’de yapmış olduğu gıda tağşiş terminolojisini belirlemiş, bu terminoloji Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Gıda tağşişi terminolojisi (Spink,2018)

Tağşişler	
Seyreltme	Sıvı bir gıda buharlarından daha küçük değerli bir sıvı ile karıştırmak, seyreltmek
İkame etme	Bir ürün bir aygıt veya parça, daha değerli olmayan bir ürün içeriği ile değiştirmek
Gizleme	Bir ürün veya ürün içeriğinin düşük muhafazası

Yanlış etiketleme	Paket sırasında ürün ve içeriklerinin sınırsız güzelliği hakkında doğru olmayan bilgi veren etiketlin yerleştirilmesi
Onaysız pekiştirme, onaylanmamış geliştirme	Ürüne özgü özelliklerin korunması (kaliteyi korumasını, farklılaşmasını, raf ömrünü uzatmak ve benzeri) maksadıyla bilinmeyen veya etiketle açıklanmayan içeriklerin katılması veya izin verilen içeriklerin eşik değerlerinin aşılması.
Taklit	Bir şirkete ait marka adı, paketlenme tasarımına, tarifeye, işletme kullanımı ve benzeri kopyalamak, izinsiz kullanmak.
Kayıtdışı Pazar	Kayıt altına alınmamış, denetlenmemiş satılması.



Şekil 1.2 Gıda risk matrisi (Spinoza ve Moyer, 2011)

Şekil 1.2’de görüldüğü üzere Spinoza ve Mayer 2011 de gıda risk matrisi yaptığı çalışmada gıdada tağşiş üzerinde kasıtlı ve kasıtsız olmak üzere iki alanda ayrılmıştır. Kasıtlı yapılan gıda sahteciliği ekonomik savunmayı gündeme getirirken; gıdayı savunmuş olmak ise ideolojik motivasyonun bir örneğidir. Bunlarla ortaya çıkan gıda kalitesinin düşmesi ve gıdanın güvenilirliğinin olumsuz etkilenmesi gıda matrisinde kasıtsız ortaya çıkan etmenlerdendir (Spinoza ve Moyer, 2011).

1.2.1 Zeytinyağında Tağşiş

Arapça kelime olan tağşiş, Türkçe karşılığı olarak “katmak” tır. Bunun zeytinyağındaki uygulaması kalitesi düşük zeytinyağı ya da farklı ucuz yağ karıştırılması şeklindedir. Bu ise;

- Kimyasal analizlerinde kusursuz olup tat kısmında sorun oluşan sızma zeytinyağları natürel sızma zeytinyağı olarak adlandırılması,
- Rafine zeytinyağı sızma zeytinyağı ile karıştırılması,
- Zeytinyağının pirina yağı ile karışım haline getirilmesi,
- Bitkisel yağların zeytinyağı ile karıştırılması olarak görülmektedir.

1.2.2 Zeytinyağı Tağşişinde Tercih Edilen Yağlar

Zeytinyağının tağşişinde çoğunlukla pamuk, soya, ay çiçek, susam, aspir, palm, mısır özü yağları kullanıldığı bilinmektedir. Zeytinyağına katkı yapılabilecek tohum yağları susam ve pamuk çiğidi olduğu tespit edilmiştir. Buna ek yağların saflık parametrelerinden yoğunluk, iyot sayısı, kırılma indisi, özgül absorbans ve sabunlaşma sayısı farklı değerler verdiğinden zeytinyağının saflığı parametresinde kesin sonuçlar bulunamamaktadır. Zeytinyağı çeşit özelliğine göre sınıflandırılır sonrasında sağlık ve beslenme açısından, yapılan hileler açısından ve duyuşal olarak kalite kontrolü yapılır. Duyuşal zeytinyağında bakılması gereken analiz ise FFA peroksit özgül absorbans etik esterdir.

Zeytinyağı tağşişi çoğunlukla diğer bitkisel yağlar karışımı ile yapılmaktadır. Bunlardan pamuk yağı zeytinyağı ile benzer yapıdadır ve zeytinyağın analiz değerlerinde kaliteli rakamları vermesinden kaynaklı tercih sebebidir. Pamuk yağı zeytinyağına renk tonlaması olarak da uyumaktadır. Kimyasal kompozisyonu yönünden zeytinyağına çok benzeyen fındık yağı da tercih sebebi olmaktadır. %5’ten daha az oranda fındık yağı eklendiğinde yapılmış olan bu tağşişi de saptamak neredeyse imkânsız hale gelir (Anonim, 2022)

Zeytinyağı tağşişinde birçok sebep gösterilse de bunun en etkili sebeplerinde ekonomi bulunmaktadır. Beş yıllık planla yağlı tohum üretilmesinin artırılması, yağlı tohumu işleyen

sanayi kuruluşunun kapasite ve sayı yönünden hızla gelişimi, tohum yağların da maliyette ucuzluk sağlarken, iç ve dış pazarlama sorunlarının oluşmasına neden olur. Zeytinyağı hammadde ve üretim teknolojisi özelliklerine bağlı ülke ihtiyaçlarına cevap verebileceği oranda üretildiği yıllarda değerini korumuş iç dış pazarlarda tohumu yağlarına kıyasla daha da yüksek fiyatla satılmıştır. Zeytinyağı gibi maliyeti yüksek olan bitkisel yağların taşıması, üretici ve tüketici koruması açısından, ülkemizde ve dış ülkelerde oldukça sorun teşkil eden bir konudur. Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin yaptığı çalışmalarda tutanaklar ile ülkemizde Dünya Zeytinyağı Piyasasının yağ açığını kapatmada etkili olacağını ve bu sebeple ihracat kolaylıkları için tedbir alınması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca dünya üzerinde zeytin üreten bölgenin sınırlı olması sebebiyle ve iyi bir teknoloji kullanıldığında rafinasyona ihtiyaç göstermemesi, dünyada talebin ivme ile artışı, zeytinyağını piyasa değeri artırmakta ve çoğu zaman bitkisel yağlar da taşıyarak sürülmesine sebep olmaktadır. Ülkemizde taklit ve taşıyarak saptamak da kullanacağımız kalite ve kontrol metodunun sınırlı olması denetimin oldukça büyük sorunu haline gelmiştir.

1.3 Zeytinyağı Taşıyışında Kullanılan Analizler

Zeytinyağında yapılan taşıyış belirlemek amacı ile farklı yöntemler ve bunlara ait analizler geliştirilmiş olup bunlar;

1.3.1 Kırılma İndisi

Bilim adamları ışığın sudan geçtikten sonra kırıldığını fark edip buna maddenin bir özelliği olduğunu söylemişlerdir ve bu tüm sıvılarda gerçekleşmektedir. Bu olguya kırılma indisi adı verilmektedir. Kırılma indisi testi bitkisel sıvı yağların saf veya karışık olup olmadığı tespit edilebilir. Yapılan iki sıvı karışımının birinin indisi bir, ikinci sıvının İndisi iki ve eşit miktarda karıştırıldığında kırılma indisimiz 1,5 olmaktadır. Buradan bir sıvının kırılma indisine sahip olduğunuz bilgi ile karışım yapılmış sıvının kırılma indisi değeri farklı çıkacağından bizlere çok değerli bilgiler verebilmektedir.

Her yağın bir kırılma indisi değeri bulunmaktadır, analizlerle taşıyış fark edilebilmektedir. Kırılma indisi ölçümü aynı zamanda ve sıcaklığın bir sonucudur ve bu sebeple sıcaklıkla değişmektedir. Ölçümlerde hata oranının tamamen aşağıya çekilmesi için bizler bu ölçümlerin numunelerini aynı anda hazırlayıp hepsinin sıcaklık değerini sabit tutmaya çalışmışır.

Tüm değişkenlikler incelendiğinde yöreler mevsimler hatta coğrafyamızdaki bölgelere göre araştırmalar yapılmıştır ve zeytinyağında kırılma indisinin 1.4677 ile 1.4700 arasında değişmektedir. Bazı durumlarda aralığın daha da geniş olabilmektedir.

Yağın tağşışını anlamak için Türk Gıda Kodeksi 'nde belirtilmiş bazı bitkisel yağların kırılma indisi ve yoğunluk değerleri Çizelge 1.2 'de verilmektedir.

Çizelge 1.1. Bazı yağların kırılma indisleri

Bitkisel Yağlar	Kırılma İndisi Değerleri (nd)
Zeytinyağı	1.467-1.470
Mısır	1.465-1.468
Pamuk	1.458-1.466
Kolza	1.465-1.467
Fındık Yağı	1,459-1,460

Çizelge 1.3. Bazı yağların yoğunluk değerleri

Bitkisel Yağlar	Yoğunluk (g/cm ³)
Zeytinyağı	0.910-0.916
Ayçiçeği	0.918-0.923
Mısır	0.917-0.925
Pamuk	0.918-0.926
Kolza	0.914-0.920
Fındık Yağı	0,886-0,900

Günümüzde yapılan tağşışların tüketiciler tarafından belirlenmesi imkansızken laboratuvar çalışmalarında kırılma indisi yoğunluk gibi basit yöntemlerle değerlerin yakınlığından dolayı güçleşir. Kesin bir karara varabilmek için bunların yanına bazı analizler daha eklenmesi gerekmektedir.

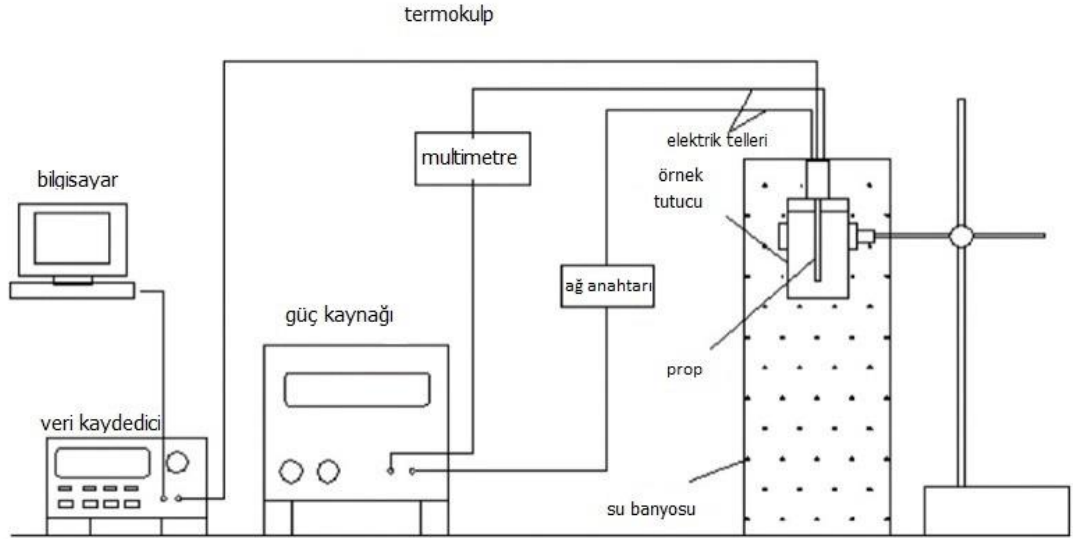
1.3.2 Isıl İletkenlik

Gıda malzemelerinin ısı iletkenliği ve yayılma özelliği, gıda işleme sırasında ısıtma, soğutma, kızartma ve kurutma gibi taşıma süreçlerini anlamak için önemli özelliklerdir (Woodams, EE ve Nowrey, JE 1968). Birçok yazar tarafından gıda ısı iletkenlik ölçümlerinin

incelemeleri yapılmıştır. Bununla birlikte, bu araştırmaların çoğunda, ölçülen numunelerin bileşimleri tam olarak belirlenmemiştir ve literatürde bulunan ısı iletkenlik verileri, aynı malzeme için bileşim ve yapı varyasyonlarından dolayı bazı farklılıklar göstermiştir. Isı iletkenlik ölçüm yönteminin ve ölçüm koşullarının etkisi, ısı iletkenlik değerlerindeki fark için başka bir faktör olabilir. Kararlı durum yöntemlerinde ölçümler geçici yöntemlere göre daha uzun sürdüğü için, ölçümler sırasında numunelerin özellikleri örneğin ölçüm sonunda nem kaybı gibi değişiklikler olabilir. Genel olarak, ısı iletkenlik büyük ölçüde malzemenin nem içeriğine, sıcaklığına, yapısına ve yönüne bağlıdır (Turgut ve Tavman, 2007).

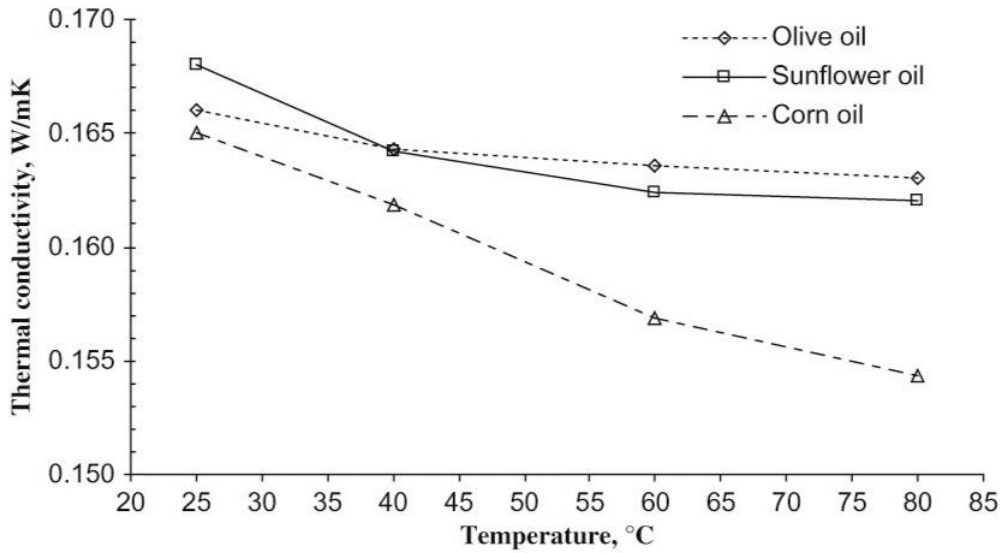
Isı iletkenlik ölçümü nispeten karmaşık bir görevdir ve birçok potansiyel hata kaynağı vardır (K.S. Ravichandran, 1999). Gıda ürünleri için ölçüm yöntemleri Rahman (S. Grangjean, J. Absi, D.S. Smith, 2006), Murakami ve Okos (D.W. Richerson, ve Nesvadba, 1992) tarafından gözden geçirilmiştir. Hat kaynaklı yöntem (ısı iletkenlik probu), gıda ürünleri için en yaygın kullanılan yöntem gibi görünmekle birlikte, korumalı sıcak plaka, Fitch aparatı ve çeşitli karşılaştırmalı yöntemler de kullanılmıştır. Isı iletkenlik probunun popülaritesi için olası bir açıklama, nispeten kısa ölçüm süreleriyle birleştiğinde göreceli basitliğidir; bununla birlikte, ölçümler lokalize olduğundan, fazların oldukça düzgün olmayan dağılımına sahip bazı gıdalar için uygun olmayacaktır. Bir ölçüm cihazı seçildiğinde ölçülecek gıdanın dikkate alınması gerekir, çünkü tüm yöntemler tüm gıdalar için uygun değildir (James K. · Carson, 2006).

Meyve, sebze, tahıl, tahıl, et ve süt ürünleri gibi taze ve minimal işlenmiş gıdaların ısı iletkenlik veri tabanları literatürde bulunabilir. Veriler bazen sıcaklık ve / veya bileşimin ampirik korelasyonları olarak derlenir ve bu verilerin çoğunu öngörücü bir ısı özellikler veri tabanına yoğunlaştıran COSTHERM adlı bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bununla birlikte, veri tabanlarını her bir gıda ürününün ölçülen özellikleriyle harmanlamak imkânsız olacaktır, özellikle de sürekli olarak yeni gıda ürünleri geliştirildiğinden, ölçülen fiziksel özellik verilerinin yokluğunda, etkili ısı iletkenlik modellerinden en iyi ısı iletkenlik tahmini elde edilebilir (James K. · Carson, 2006).



Şekil 1.3. Isıl iletkenlik ölçüm sisteminin deneysel kurulumu (Turgut, Tavman İ. ve Tavman Ş. , 2009)

Wiener ve Hashin-Shtrikman sınırlarının kullanımını göstermek için dört örnek verilmiştir. Sınırlar için hesaplamalar, ana gıda bileşenlerinin ısı iletkenlikleri için ölçülen verilere (Choi, Okos, 1986, ASHRAE, 2006) ve ölçülen bileşim verilerine dayanır. Protein, karbonhidrat, yağ ve kül için ısı iletkenlik verilerindeki belirsizliğin $\pm 10\%$ olduğu tahmin edilirken, hava, sıvı su ve buz için $\pm 2\%$ olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 1.4. Yağ numuneleri için ısı iletkenliğe karşı sıcaklığın deneysel verileri (Turgut, Tavman İ. ve Tavman Ş. , 2009).

Yağ Çeşidi	Ortalama Sıcaklık (°C)	Isıl İletkenlik (W/mK)	Standard Sapma
Mısır Özü Yağı	33,8	0,096	0,00147
	44,1	0,096	0,00010
	54,0	0,092	0,00037
	64,8	0,092	0,00041
	73,4	0,097	0,00015
Ayçiçeği Yağı	33,4	0,093	0,00004
	43,2	0,095	0,00020
	54,1	0,093	0,00034
	62,6	0,095	0,00076
	74,8	0,096	0,00046
Zeytin Yağı	34,2	0,092	0,00097
	43,7	0,093	0,00107
	54,8	0,092	0,00041
	64,5	0,093	0,00073
	74,8	0,093	0,00144
Ortalama Standart Sapma			0,00053

Şekil 1.5. Değişik yağlar için farklı sıcaklıklarda elde edilen ısı iletkenlik ve ölçüm sonuçları (Turgut, Tavman İ. ve Tavman Ş., 2009)

1.3.3 Özgöl Absorbans

Özgöl absorbans, yağın oksidasyon durumunu belirlemede kullanılan bir kriterdir. Oksidasyon için başlangıç enerjisi metal artıkları, ışık ve UV ışınları ile sağlanır. Özellikle naturel zeytinyağında önem kazanır. Yağın O₂ ile temas ettiği durumlarda oksidasyon olur. Bu temas, nahoş kokulu ikincil uçucu ürünlerin, aldehit ve ketonların şekillenmesinden ileri gelen ekşimsi bir tada yol açar. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, asitliği arttıran ve zeytinyağını oksitlenmeye daha açık duruma getiren trigliserit hidroliz oranı artar (EGE ANALİZ, 1999).

1.3.4 Yağ Asitliği

Asidite: Olgunlaşmış zeytin tanesi ne kadar olgunlaşmış olsa da açıkta kalmış yağ asitleri olmaktadır. Bitkideki yağ oluşumunun gecikmesi ile yağ asitlerinin tepkimeye girmemiş gliserinle buluşma olasılığı düşürmektedir. Böylelikle yağ asitlerinin gliserinle buluşması olanaksız hale gelmekte açıkta kalmış yağ asidi, yağın asiditesini vermektedir. Zeytinin darbe almaması ve hasar görmemesi de zeytinyağına verilecek kaliteyi etkileyecektir. Bunun içinde zeytini yağhaneye en korunaklı biçimde ulaştırmamız gerekmektedir. Zeytini çuvalarla götürmek yerine kasalara koyarak hasarsız bir şekilde ulaştırmak daha düşük asidite değerine ulaşmamıza yardımcı olacaktır. Bu kapsamda zeytinin kalitesi artmış ve zeytinyağından alacağımız kâr marjımız yükselmiş olacaktır. Çizelge 1.4 'te zeytinyağının yağ asitleri kompozisyonu verilmektedir.

Çizelge 1.4. Zeytinyağının yağ asitleri kompozisyonu

Asidin Adı	% Miktarı
Miristik	0,1-1,2
Palmitik	7,0-16
Palmitoleik	<0,1
Stearik	1-3
Oleik	65-85
Linoleik	4-15
Araşidik	0,1-0,3

Çizelge 1.4’de görüldüğü gibi zeytinyağının büyük bir kısmında oleik asit oluşturmaktadır. Buna istinaden asitlik tayinini oleik asit cinsinden yapılması en uygun olduğu sonucuna varılmaktadır. Asidite natürel yağların gruplandırılmasında en önemli kriterlerdendir.

1.3.5 Serbest Asitlik

Zeytinyağını oluşturan trigliseritlerin yapısında genel olarak oleik, palmitik, linoleik ve stearik asitler bulunmaktadır. Bunların dışında zeytinyağında serbest yağ asitleri, gliserol, fosfatitler, pigmentler, reçine, tat ve aroma veren bileşikler de bulunmaktadır. Zeytinyağının bileşimine giren yağ asidi oranları, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak % 50-83 oleik asit, % 7-20 palmitik asit ve %3-20 linoleik asitten oluşmaktadır (Anonim, 2010).

Zeytinyağının gruplandırılmasında (fiyat belirlemesi) ayrıca yağın rafınajlık ve yemeklik olması ile alakalı bilgi vermektedir. Serbest yağ asidi, trigliseridin hidroliziyle, ortamda su ve ısı ile artar. Zeytinin hasadından tüketimine kadar olan süreçte serbest asitlik artışı engellenecek kadar azaltılmalı ve yok edilmelidir. Zeytinyağındaki serbest yağ asidi oranı önemli bir kalite unsurudur ve farklı zeytinyağlarını gruplandırmak için kullanılmaktadır. Serbest asitliği zamanla lipaz enzimi ışık ve uyarı vermeden ışık ve ısı gibi faktörlerden etkilenecek artış göstermektedir. Buradaki artış ransidite ya da acılaşma dediğimiz kalite kusurunun ortaya çıkmasına sebep olur. Yapılan hata ve kusurlar neticesinde zeytinyağındaki yüksek asitte acılık oluşur. Bu acılığı içerisinde atılan tuz ile bastırılabilir ve bu yüzden tüketiciler bu yolu denemektedirler.

Çizelge 1.5. Bazı zeytinyağı çeşitlerinin serbest asitlik değerleri

Zeytinyağı çeşidi	Serbest Asitlik (% en çok, oleik asit cinsinden)
Ham zeytinyağı	>2.0
Naturel sızma zeytinyağı	<0.8
Naturel birinci Zeytinyağı	<2.0
Rafine zeytinyağı	<0.3

1.3.6 Peroksit Sayısı

Farklı saat aralığında yapılan peroksit analizleri farklı sonuç vermektedir. Numunenin saklanma koşulları -20° de siyah poşetle korunmasıdır. Oto oksidasyon sonucunda mevcut hidro peroksitlerin sayısını veren peroksit değeri yağların bozulmasıyla ilgili bilgi verir. Peroksit değerindeki farklılıkların sebebi zeytinden zeytin yağın olacağı aşamalardaki değişimlerden (zeytinin temizlenmesi, kırılması, hamurun yorulması ve kullanılan farklı dekantasyon teknikleri) kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1.6. Zeytinyağında Peroksit Değerleri (TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2010/35)

Zeytinyağı çeşidi	Peroksit değeri (meq aktif oksijen/kg yağ, en çok)
Natürel sızma zeytinyağı	20
Natürel Birinci Zeytinyağı	20
Rafine Zeytinyağı	5
Riviera Zeytinyağı	15
Rafine Pirina yağı	5
Pirina Yağı	15

Peroksit, peroksit sayısı ya da bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 gram ya da bulunan aktif oksijenin mikrogram olarak miktarı olarak tanımlanır.

Çizelge 1.6’ da verilmekte olan en yüksek peroksit değeri natural sızma zeytinyağını göstermektedir.

1.3.7 Sabunlaşmayan Madde Miktarı

Yağda sabunlaşmayan madde miktarı tanımı yağda sabunlaşmayan maddeler oranı ifade edilir. Zeytinyağı fiziksel yöntemlerle elde edildiğinden pirina yağına göre sabunlaşmayan madde miktarı oldukça azdır. Zeytinyağlarını eklenen mineral yağlar bu değeri oldukça yükseltmektedir.

2012 yılının Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafınca yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği'nin (Tebliğ no: 2012/29), Bitkisel Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri başlıklı ekinde, yağ çeşitliliklerine göre sabunlaşmayan madde miktarı Şekil 1.7'de yer almaktadır.

Çizelge 1.7. Bazı bitkisel yağlarda sabunlaşmayan madde yüzdesi

Bitkisel Yağlar	Sabunlaşmayan Madde Miktarı
Ayçiçek yağı	<15
Fındık yağı	<7
Mısır yağı	<28
Palm yağı	<12
Susam yağı	<20
Pamuk yağı	<15
Zeytinyağı	<15

1.3.8 İyot Sayısı

Yağların yağ asitlerinin doymamışlık dereceleri belirlenmesine dayanır. 100 gram yağın çift bağları ile reaksiyona giren iyot miktarı İyot sayısının gram cinsinden ifadesi olur. Yok sayısı bitkisel yağlarda o bitkinin yetiştiği coğrafyaya, iklimin koşullarına ve tohumun olgunlaşmasına bağlı farklılık gösterir.

İyot sayısının tayininde; Yağın doymuşluğunun ve doymamışlığının derecesini gösterir. Zeytinyağın kuruma özelliğini gösterir. Yağdaki tağşişin tespiti hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Güney bölgesi zeytinyağlarında oleik, palmitik, linoleik yağ asit dağılımı diğer yağlardan farklı olduğundan tağşiş olarak görülmemelidir. Saflık kriterlerinden biri olan ve diğer bitkisel yağlarla yapılan tağşiş tespit etmenin yanında zeytinin yetiştirildiği bölgenin ayrımını da yapar. Doğal zeytin yağlar tüm yağ asitlerinin doğal sıralanışı varken rafine işleminden yani yüksek ısı ve yüksek basınca maruz kalan yağlarda, yağ asitleri cisden transa

dönüşür. Bununla birlikte miristik, araşittik, linoleik, gadoleik, behenik asit, lignoserik asit değerlerinin yüksek çıkmasında diğer bitkisel yağların karıştırıldığından yani tağışın göstergesi olur. (Anonim, 2011)

1.4 Literatür Özeti

Natürel sızma zeytinyağı zeytin meyvelerinden yalnızca mekanik prosesler ile ısı, çözücü veya herhangi bir ön arıtma olmaksızın ekstrakt edilen, içerisine hiçbir gıda katkı maddesi ilave edilmeyen üstün kaliteli bir zeytinyağı çeşididir. Ayrıca natürel sızma zeytinyağı Akdeniz ülkelerinde yemeklik olarak en çok kullanılan yağlardan birisidir. (Bendini ve ark., 2007).

Yağlar kimyada lipit olarak adlandırılmış, akışkanlığı oldukça yüksek ve su ile bağlanmayan, temel yapı taşları ise yağ asitleri olan maddelerdir. Yağlar farklı şekillerde sınıflandırılır. Ana kaynağına göre bitkisel, hayvansal, madeni, eterik yağlar, mumlar olarak ayrılır. Bitkisel yağlara örnek olarak ay çiçek yağı, zeytin yağı, mısır yağı, pamuk yağı, fındık yağı, palm yağı, badem yağı; hayvansal yağlara ise balık yağları, hayvan iç yağları, tereyağı verilir. Bu yağlar arasında en çok rağbet gören zeytinyağı zeytin meyvelerinin mekanik veya fiziksel işlemler uygulayarak elde edilen rengi koyu yeşilden sarıya değişebilen kendisine özgü tat ve aromada olan bitkisel yağlardandır. Uygulanan fiziksel ve mekanik işlemler, zeytinyağının yapısında bir değişikliğe neden olmaz. Zeytinyağı, zeytin meyvelerinden elde edildikten sonra doğal haliyle tüketilebilmesiyle, ticari bir öneme sahip diğer bir meyve yağı olan palm yağından ayrılmaktadır (Bailey, 1951; Boskou, 2006).

Zeytinyağı üretiminde ana maddemiz olan zeytin üretimin 2021 Tarım Ürünleri Piyasa Raporuna göre 2019/20 hasatında hava koşulları değişimi nedeniyle %1,7 verimi düşmüş ve 3,21 milyon olmuştur. Zeytin veriminin düşmesi sonucu artan maliyetini engellemek, piyasayı canlı tutmak isteyen sahtekârlar buna tağış gibi bir çözüm bulmuşlardır. Tağışta tercih edilen yağlar maliyet bakımından uygun olması ve zeytinyağına benzer yapıda kimyasal kompozisyonu bakımından zeytinyağı ona çok benzer ve bunu ayırt etmek zor olduğundan tercih edilir (TEBGE, 2021)

Majör bileşenler sabunlaşan kısmı, minör bileşenler ise sabunlaşmayan kısmı ifade ederler. Zeytinyağının sabunlaşmayan kısmının büyük bölümünü oluşturan steroller, sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanında zeytinyağına karakteristik özellik kazandırması bakımından oldukça önemli bileşenleridir (Assmann, G., Wahrburg, U., 2007).

Zeytin meyvesinden elde edilen zeytinyağının tüketiciler tarafından önemli beslenme ürünlerinden olan zeytinyağı Türkiye de Akdeniz havzasında oldukça yaygın tüketilen yemeklik bir yağdır. Zeytinyağı kompozisyonu trigliserit olarak adlandırılan temel bileşenler ve minör bileşenler olmak üzere iki kısımda bilinmesi gerekir. Minör bileşenler dediğimizde steroller, pigmentler, fosfatitler ve fenolojik maddeler ile tat ve koku maddeleri yer alır. Zeytinyağının belirttiğimiz minör yapılarından çoğunun zeytinyağındaki değeri, saflık kalitelerini direk gösterir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (Tebliğ No: 2017/26) serbest yağ asidi kapsamına göre zeytinyağı dört gruba ayrılmıştır. Natürel zeytinyağının en önemli renk pigmenti (1-20 ppm) grubundan karotenoidler sarıdan kahverengiye kadar olan renginden sorumlu ve yeşilden parlak sarıya kadar olan renginden ise klorofiller (feofitinler) sorumludur (Uğurlu ve Özkan, 2011).

Zeytin hamurunun elde edilmesi mertebesinde hamurun sıcaklığı ve yoğurmanın süresi bu mertebe de dikkat edilmesi gerekli olan iki noktadır. Zeytin hamurunun sıcaklığının yüksek olması ve süresinin uzun olması ve elde edilecek ya da acılı bir ve keskin ya tadının az hissedilmesine sebep olmaktadır. Presleme sistemindeki fabrikalarda uygun zeytin hamuru yoğurma süresi 10 ila 20 dakika da sıcaklığın ise ortalama 20 ila 25° C şeklindedir. Santrifüj sistemlerindeki fabrikalarda yoğurma süresi 30 ila 45 dakika sıcaklık ise 35°'yi geçmemesi önerilmektedir. Yağ dokusundaki bozulma sebebiyle ortaya çıkan enzim, zeytinyağının kimyasal yapısı oldukça etkilenmektedir. Bundan sonraki işlem ise yağ ile karasu denilen karışım santrifüjle ayrılmaktadır. Zeytinyağı depolanması işleminde yağ asitliği yönünden kaliteyi negatif yönde etkisi altına alan zeytinyağında kalıntı tortu ve su miktarı pamuklu filtre kullanılarak filtrelenmektedir. (Anonim, 2011)

2011'de Frankel ve ark. yaptığı çalışmada farklı gıda ürünlerinin konu olduğu ve insanların gıda güvenliğine dair kaygılarının artmasına neden olacak uluslararası çapta skandallarla bir yenisi ekleniyor. 2018 yılında Çin'de bebek mamalarında kullanılan süt tozlarına karıştırılan melamin sebebiyle 300.000 bebek zehirlenmiş, 6 bebek hayatını kaybetmişti. 2011'de Kaliforniya'da yapılan bir araştırmada Amerika'da süper marketlerde en çok satılan 5 yağ markasının natürel sızma zeytin yağlarından alınan örneklerden %70'inin Uluslararası Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi'nin natürel sızma zeytinyağı için belirtildiği tadım kriterlerini sağlamadığı ortaya koyuyordu (Frankel ve ark, 2011).

Lakshmi ve ark. 2012 yılında yapmış olduğu çalışmada Amerikan Kamu Analizi Kurumu'nun verilerine göre, en çok taşış yapılan yedi ürün; zeytinyağı, süt, bal, safran,

portakal suyu, kahve ve elma suyudur. Amerika Farmakope Kongresi (USP) tarafından oluşturulan bu veriler, belli bazı ürünlerin riskinin değerlendirilmesinde yardımcı olan temel bilgileri sağlamaktadır. Ayrıca bu veriler, 667 adet akademik çalışma ve halka açık raporlardan derlenen ve gıda üzerine yapılan 1.305 adet hile ve tağşiş bilgilerini içermektedir (Lakshmi ve ark. 2012).

Yapılan bir çalışmada Denizli'den temin edilen yağsız ve tam yağlı süt, işlenmemiş taze süt, ayçiçeği, mısırözü ve zeytinyağı cam kavanozlarda +4 C de muhafaza edilerek 25 C ile 75 C sıcaklık arasında 3 farklı sıcaklıkta ısıl iletkenlik değerleri saptanmıştır. Isıl iletkenlik değeri farklı sıcaklıkta değiştiği ve sıcaklığın artması ile doğru orantılıdır (Özkal ve Tülek, 2001)

Başka bir çalışmada farklı zeytin hasat yöntemlerinin ve sızma zeytinyağının ekstraksiyonunun önceki bekleme süresinin ısıl iletkenliği nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Yağ numunesinin ısıl iletkenliği KD2 Isıl özellikler analiz cihazı gözlemlenmiştir (Sağlam, Tan ve Aktaş, 2018)

1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada bitkisel yağlardan en çok rağbet gören ve tağşişe en çok maruz kalan zeytinyağda yapılan tağşişin pratik olarak tespit edilmesi amacıyla uygulanan analizlerin ve bunların geçerliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda uygulanan analiz yöntemlerinden kırılma indisi ve ısıl iletkenlik analizleri tarafımızca oluşturulan karışımlar üzerinde analizler yaparak tağşişin belirlenmesindeki etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışmamızda ana materyal olarak Balıkesir ili Ayvalık ilçesinde bulunan zeytin ağaçlarından hasat edilen (hasat yılı 2021) zeytinlerden elde edilen zeytinyağı kullanılmıştır. Ayrıca tağşişte kullandığımız diğer yağlar (findık, pamuk, ay çiçek yağı) piyasadan temin edilmiştir. Numunelerimizin analizlerinde kullandığımız ısıl iletkenlik ve kırılma indisi ölçüm cihazları sırasıyla, Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarı ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Nabiltem'den temin edilmiştir.

Materyallerin özellikleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.

2.1.1 Zeytinyağı

Ayvalık yağlık zeytini Balıkesir ve ili çevresinde yoğun olarak yetiştirilmekte ve bölgedeki üreticilerin geçim kaynaklarındanır. Ayvalık çeşidi ile iklimsel faktörlerinde etkisi büyük kalitede zeytinyağı üretilmektedir (Kaleci, 2010). Ayvalık zeytini Ege Bölgesinin yaklaşık %25 oluşturur. Ayvalık'da üretilen zeytinyağının önemli bir bölümü naturel 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 ve soğuğa kısmen dayanıklı bir çeşittir (Gürocak, 2023).

2.1.2 Isıl İletkenlik Ölçüm Cihazı

Analizde ısıl iletkenlik ölçümü için Decagon Kd2 marka ısıl iletkenlik cihazı kullanılmıştır. Prob tekniği ile homojen yapıdaki gıda maddeleri için doğru ve hassas sonuçlar elde edilebilir (Tavman, Tavman, Evcin, 1997).

Şekil 2.1'de verilen ısıl iletkenlik cihazı portatiftir ve iğnesi 60 mm uzunluğundadır. 0,9 mm çaplı ölçüm probuna sahiptir.



Şekil 2.1 Isıl İletkenlik Ölçüm Cihazı

2.1.3 Kırılma İndisi Ölçüm Cihazı

Hanon A670/A630 Otomatik Refraktometre, abbe prensibine dayalı yüksek performanslı CCD ışığa duyarlı parça ile şeffaf, yarı saydam, koyu, viskoz ve diğer sıvı numune türlerinin kırılma indeksini (nD) otomatik olarak saptayabilen ölçüm cihazıdır. (Anonim, 2023)

Şekil 2.2 'de zeytinyağında yapılan tağşişin kırılma indisi ölçümü için kullanılan cihazın gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Kırılma indisi ölçümü yapılan refraktometre cihazı

2.2 Yöntem

2.2.1 Denemelerin Kurulması

Denemeler, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği laboratuvarında 2022 yılında 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır. Isıl iletkenlik ve kırılma indisi

ölçümlerine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar tamamıyla şansa bağlı deneme planına göre SPSS istatistik paket programı kullanarak değerlendirilmiştir.

Zeytinyağı ile tağşişte kullanılan diğer yağlarla belirli oranlarda karıştırılarak numunelerimiz hazırlanmıştır. Numuneler analiz çalışmaları için zeytinyağı + pamuk yağı, zeytinyağı + fındık yağı, zeytinyağı+ ayçiçek yağı olarak %5, %25, %50 oranlarında karıştırılan yağlardan 50 mL' lik 3'er tekerrürlü olacak şekilde hazırlanmıştır.

2.3 Ölçüm Yöntemleri

2.3.1 Kırılma İndisinin Ölçümü

İki prizma ortası temizliği yapıldıktan sonra (alkol eterle pamuk ile silinerek) numune tamamen doldurulur. Sıcaklığın minimum beş dakika değişmemesi sağlanır, bunun sebebi kırılma indisi sıcaklık etkisi ile farklı değerler verebilmesidir. Sonrasında virgülden sonra dördüncü haneye kadar okunur. Refraktometrenin kalibrasyonu için saf suyun 20 C de 1.330 kırılma indisine sahip olması gerekmektedir. Tüm yağların kırılma indisi bazlı değerler arasında o yağ için karakteristiktir. Kırılma indisi yağların doymuşluğu ile ilgili olmakla beraber oksidasyon, serbest yağ asidim ve sıcaklık gibi faktörlerin de etkisi vardır. Ölçüm için yağın içerisindeki tortu maddelerinin uzaklaştırılması için yağ süzgeç kağıdında süzülmalıdır. Numunenin rutubetsiz olması gereklidir. Hatta bunun için susuz sodyum sülfat üzerinden süzülür. Deneyin yapıldığı cihazın sıcaklık derecesi 20° (-1,+1) olmalıdır. Prizmalar tamamen alkol yeterli pamuk ile silinerek kuru ve temiz olmalıdır. Cihazın prizması bir ya da iki damla zeytin yağ damlatılarak tamamen kaplatılır ve kapatılır. Prizmaya koymuş olduğumuz yağ numunesinin refraktometre ile aynı dereceye gelmesi için birkaç dakika bekletilir. Refraktometre ve ışık kaynağı doğru bir okumayı sağlayacak şekilde ayarlanır. Ölçüm için üç tekerrür alınır ve çıkan kırılma indisi değerlerinin ortalaması alınır.

Kırılma indisi ölçümünün yapıldığı sıcaklık standart sıcaklık değerinden farklı ise, aşağıdaki gibi düzeltme yapılmalıdır (MEB, 2012).

$$n_t = n_{t1} + (t_1 - t) F(t_1, t \text{ den büyük ise})$$

$$n_t = n_{t1} - (t_1 - t) F(t_1, t' \text{ den küçük ise})$$

t: standart sıcaklık (20 ya da 40 °C)

t1: okumanın yapıldığı sıcaklık, °C

nt: standart sıcaklıktaki kırılma indisi

nt1: okunan kırılma indisi

F: 20 °C civarında 0,00035, 40 °C ve yukarısında 0,00036 değerinde olan düzeltme katsayısı

2.3.2 Isıl İletkenlik Ölçümü

Kararsız rejim metotlu çizgisel ısı kaynaklı asıl iletkenlik probuna sahiptir. Çizgisel ısı kaynağı olarak elektrikli ısıyan tel ve sıcaklığı ölçebilmek için termo kalıp kullanılmıştır. Isıtıcı tel ve termo kalıp bir enjektör iğnesi içine yerleştirilmiştir (Sweat ve Haugh, 1974).

Araştırmada 10 farklı kapta 3'er tekerrürlü muhafaza edilen zeytinyağının ısı iletkenlikleri ölçülmüştür. Bu amaçla her saklama kabında 50 mL plastik kaplara konulmuş ve ısı iletkenlik cihazının iğneli probuna daldırılarak sabitlenmiştir. Isıl iletkenlik ölçümü için 90 sn beklenmiş ve sonuç kayıt edilmiştir. Ölçmeye başlarken mikro işlemci, ısıyanın sabitlenmesi için 30 sn. 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).

2.3.3 İstatistiksel Yöntemler

Çalışmanın istatistiksel modeli aşağıda verilen doğrusal modele göre yapılmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + S_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = i. faktörün, J. seviyesine ait gözlem değeri

μ = Populasyona ilişkin ortalama

F_i =i. Faktörün etkisi (Z, ZA, ZF, ZP)

S_j = J. seviyenin etkisi

ε_{ijk} = Hata

Faktörler ve seviyelere ilişkin ortalamaların karşılaştırılmasında TUKEY testi kullanılmıştır.

Sonuçlar yorumlanmış ve ortalamalar çizelgeleri oluşturulmuştur.

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1 Numunelerin Tağışış Öncesi Değerleri

2021 yılında hasat edilen zeytinden elde edilen zeytinyağı tağışış yapılmadan öncesinde ısı iletkenlik ve kırılma indisi değerleri 3 tekerrürlü olarak tespit edilmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Saf zeytinyağı kırılma indisi değerleri

Saf Zeytinyağı Kırılma İndisi (nd)			
1.	2.	3.	Ortalama
1,47359	1,47359	1,47358	1,47359

Çizelge 3.2. Saf zeytinyağın ısı iletkenlik değerleri

Saf Zeytinyağı Isı İletkenliği (W/m °C)			
1.	2.	3.	Ortalama
0,15	0,16	0,15	0,15

İlk ölçüm yapıldıktan sonra zeytinyağları belirlenen oranlarla tağışış yapılarak 3 tekerrürlü olarak ölçüme alınmıştır.

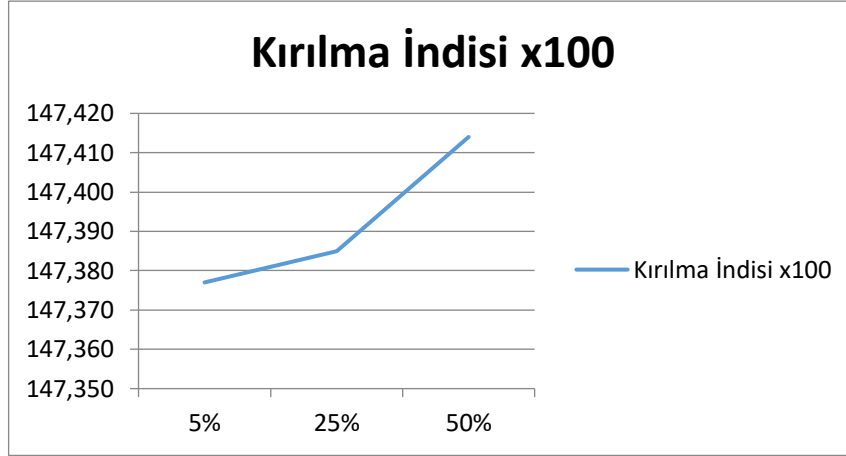
3.2 Tağışış Sonrası Ölçüm Değerleri

3.2.1 Kırılma İndisi Değerleri

Zeytinyağı ile yapmış olduğumuz tağışışların kırılma indisine ait değerler çizelgeler ve grafikler halinde verilmiştir.

Çizelge 3.3. Zeytinyağı ile ayçiçek yağı tağışış kırılma indisi değerleri

Zeytinyağı ile Ayçiçek Yağı Tağışış Kırılma İndisi (nd)				
	1.	2.	3.	Ortalama
A-5	1,47386	1,47387	1,47388	1,47387
A-25	1,47386	1,47385	1,47385	1,47385
A-50	1,47414	1,47414	1,47415	1,47414

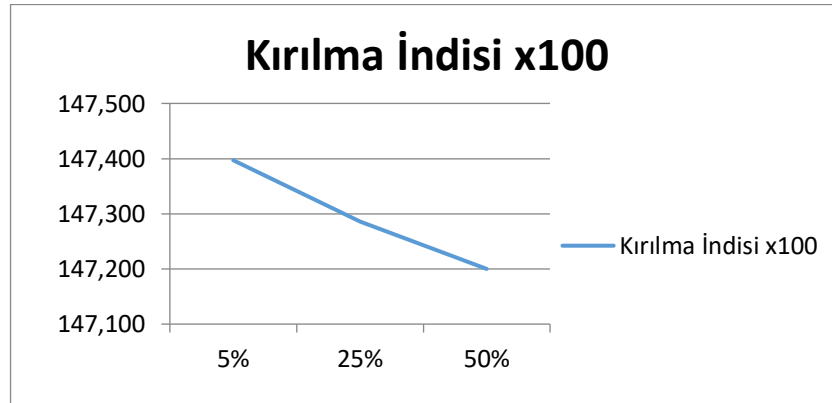


Şekil 3.1. Ayçiçek yağı ve zeytinyağı tağışışın kırılma indisi değerleri

Çizelge 3.3'ten de görülebileceği gibi ZA tağışışinde en yüksek kırılma indisi değerini 1,47414 değeri ile ZA %5'te elde edilirken, en düşük kırılma indisi değeri ise 1,47387 ile ZA %5 'de belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Zeytinyağı ile fındık yağı tağışışı kırılma indisi değerleri

Zeytinyağı ile Fındık Yağı Tağışışı Kırılma İndisi (nd)				
	1.	2.	3.	Ortalama
F-5	1,47386	1,47387	1,47388	1,47387
F-25	1,47386	1,47385	1,47385	1,47385
F-50	1,47202	1,47200	1,47199	1,47200

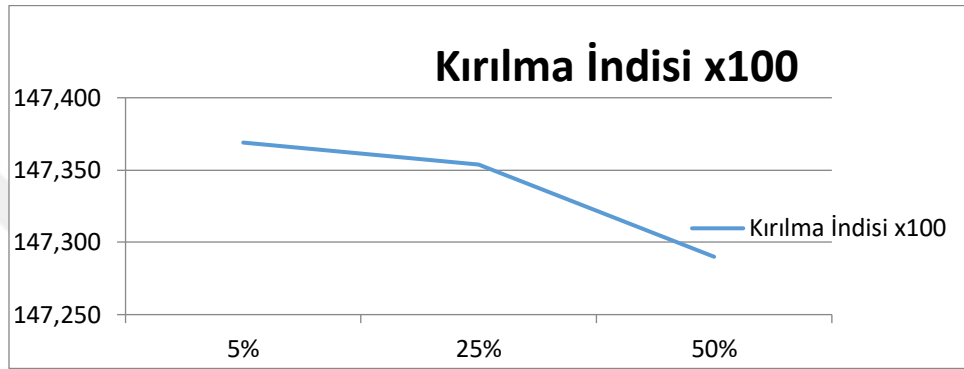


Şekil 3.2 Fındık yağı veya zeytinyağı tağışışinin kırılma indisi değerleri

Çizelge 3.4'ten de görülebileceği gibi ZF tağışışinde en yüksek kırılma indisi değerini 1,47387 değeri ile ZF %5'te elde edilirken, en düşük kırılma indisi değeri ise 1,47200 ile ZF %50 'de belirlenmiştir.

Çizelge 3.5. Zeytinyağı ile pamuk yağı tağışı kırılma indisi değerleri

Zeytinyağı ile Pamuk Yağı Tağışı Kırılma İndisi (nd)				
	1.	2.	3.	Ortalama
P-5	1,47369	1,47368	1,47370	1,47369
P-25	1,47355	1,47353	1,47354	1,47354
P-50	1,47291	1,47290	1,47289	1,47290



Şekil 3.3. Pamuk yağı ve zeytinyağının kırılma indisi değerleri

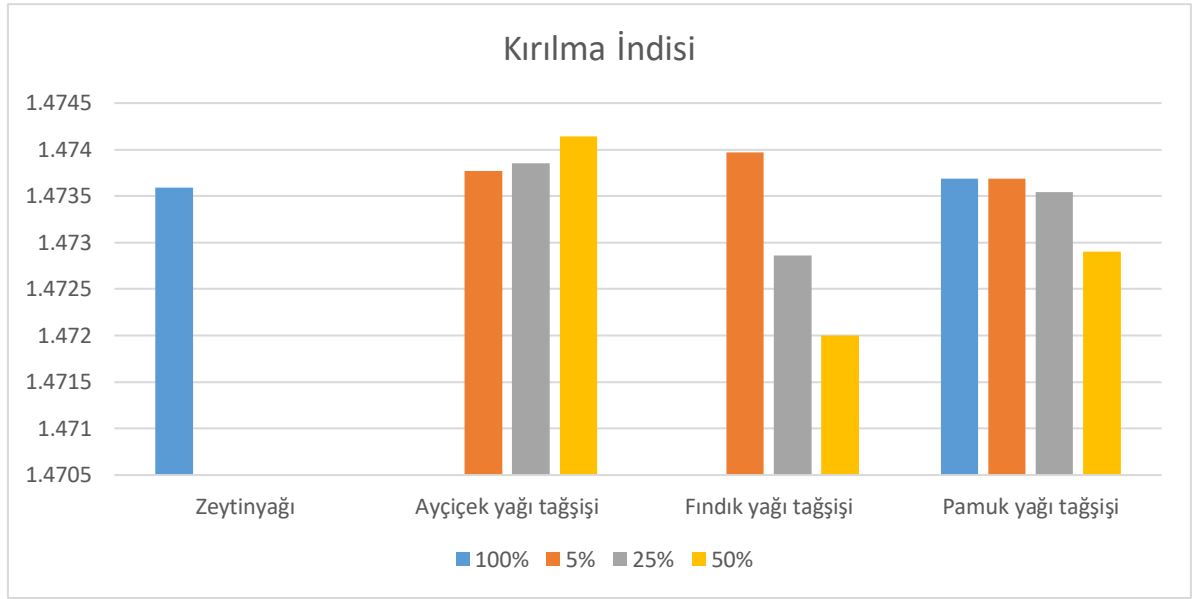
Çizelge 3.5'ten de görülebileceği gibi ZP tağışında en yüksek kırılma indisi değerini 1,47369 değeri ile ZP %5'te elde edilirken, en düşük kırılma indisi değeri ise 1,47290 ile ZP %50 'de belirlenmiştir.

Pamuk yağı ile zeytinyağı karışım oranı arttıkça kırılma indisinin azaldığı grafiğimiz ile gözlemlenmektedir.

Çizelge 3.6. Kırılma indisi ortalama değerleri

	%100	%5	%25	%50	Ort.
Z	1,473587				1,473587 ^{AB}
ZA		1,473770	1,473853	1,474143	1,473956 ^B
ZF		1,473970	1,473853	1,472003	1,473242 ^A
ZP		1,473690	1,473540	1,472900	1,473377 ^A
Ort.		1,473754 ^b	1,473708 ^b	1,473158 ^a	

Genel ortalamalar tablosu P=0.01 ; Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilir. (Aa,Bb) ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.4. Yapılan tüm tağışların kırılma indisi değerlerinin grafikte gösterimi

Çizelge 3.6. ‘dan da görülebileceği gibi Zeytinyağ tağışının belirlenmesinde kırılma indisi değerinin istatistiksel olarak $P < 0,01$ düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. (Ek-1) Kırılma indisinde en yüksek değerimiz 1,47414 ile Ayçiçek yağı ile zeytinyağının %50’lik hacimsel numunesinde görülmüştür.

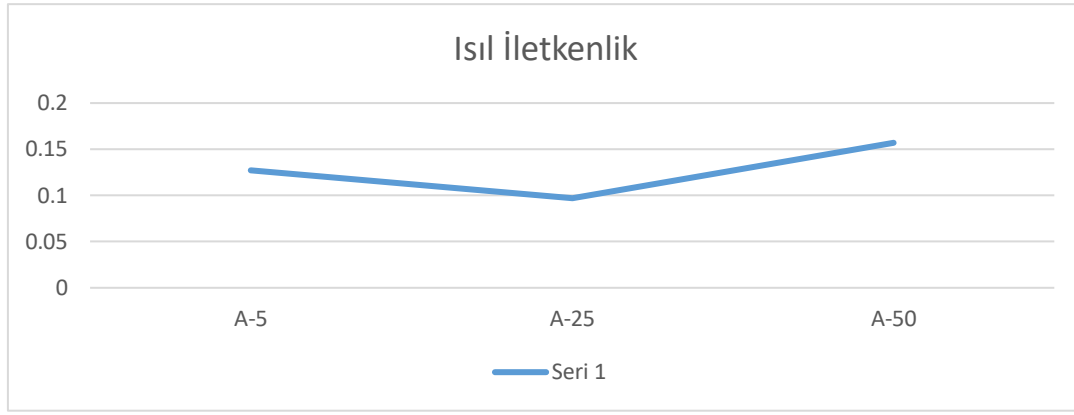
Faktörler açısından bakıldığında kırılma indisi değerleri ayırt edici faktör olarak görülmekte, özellikle fındık yağı ve pamuk yağı tağışları öne çıkmaktadır. Oranlar açısından bakıldığında özellikle %50’lik oran net olarak ayrılmaktadır.

3.2.2 Isıl İletkenlik Analiz Sonuçları

Zeytinyağı ile yapmış olduğumuz tağışların ısı iletkenliklerine ait değerler çizelgeler ve grafikler halinde verilmiştir.

Çizelge 3.7. Zeytinyağı ile ay çiçek yağının belirli oranlarda tağışı sonucu elde edilen ısı iletkenlik değerleri

Zeytinyağı ile Ayçiçek Yağı Tağışı Isıl İletkenlik (W/m °C)			
	1.	2.	3.
Ortalama			
A-5	0,12	0,14	0,12
A-25	0,09	0,11	0,09
A-50	0,16	0,15	0,16

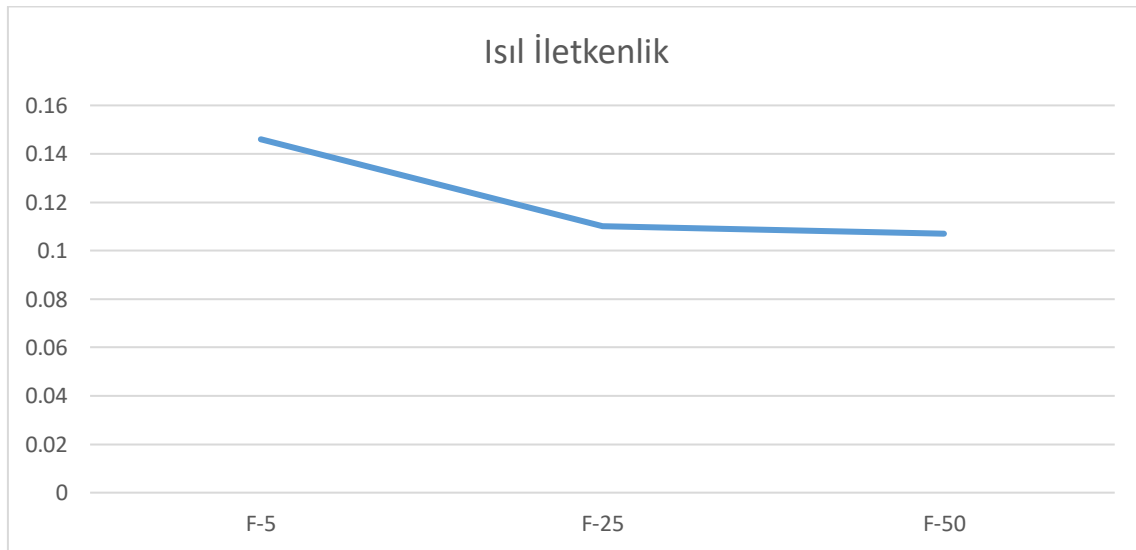


Şekil 3.5. Ayçiçek yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik değeri grafikte gösterimi

Çizelge 3.7’ de görülebileceği gibi ZA tağışışinde en yüksek ısı iletkenlik değeri 0,157değeri ile ZA %25’te elde edilirken, en düşük ısı iletkenlik değeri ise 0,097 ile ZP %25’de belirlenmiştir.

Çizelge 3.8. Zeytinyağı ile fındık yağının belirli oranlarda tağışışı sonucu elde edilen ısı iletkenlik değeri

Zeytinyağı ile Fındık Yağı Tağışışı Isıl İletkenlik (W/m °C)				
	1.	2.	3.	Ortalama
F-5	0,15	0,15	0,14	0,146
F-25	0,10	0,11	0,12	0,11
F-50	0,10	0,12	0,10	0,107



Şekil 3.6. Fındık yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik değeri

Çizelge 3.8’ de görülebileceği gibi ZF taşışında en yüksek ısı iletkenlik değeri 0,146 değeri ile ZF %5’te elde edilirken, en düşük ısı iletkenlik değeri ise 0,107 ile ZF %50’de belirlenmiştir.

Çizelge 3.9. Zeytinyağı ile pamuk yağının belirli oranlarda taşışı sonucu elde edilen ısı iletkenlik değeri

Zeytinyağı ile Pamuk Yağı Taşışı Isıl İletkenlik (W/m °C)				
	1.	2.	3.	Ortalama
P-5	0,16	0,15	0,16	0,156
P-25	0,15	0,14	0,15	0,146
P-50	0,14	0,16	0,14	0,146



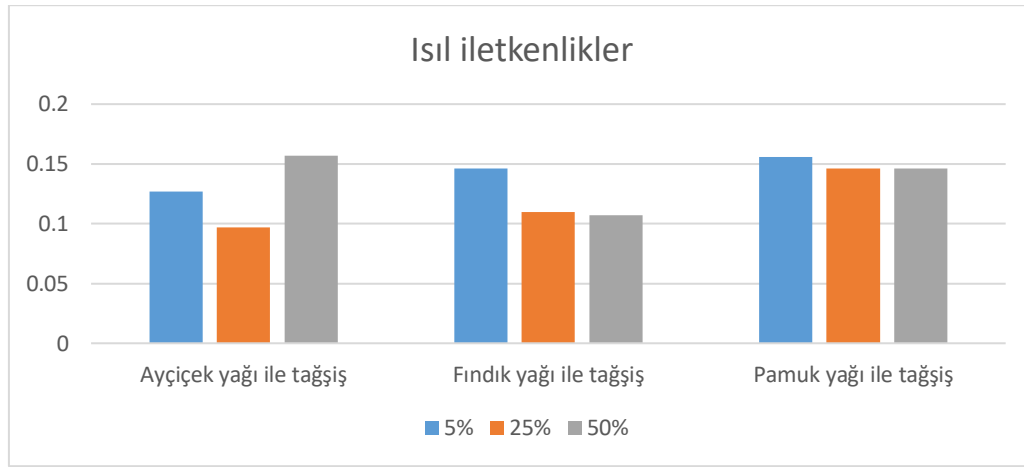
Şekil 3.7. Pamuk yağı ve zeytinyağının ısı iletkenlik değeri

Çizelge 3.9’ de görülebileceği gibi ZP taşışında en yüksek ısı iletkenlik değeri 0,156 değeri ile ZP %5’te elde edilirken, en düşük ısı iletkenlik değeri ise 0,146 ile ZP %50’de belirlenmiştir.

Çizelge 3.10. Üç bitkisel yağın belirli oranlarda tağışı sonucu elde edilen ısıl iletkenlik değerleri

	(%100)	%5	%25	%50	Ort.
Z	0,15333				0,1533 ^B
ZA		0,126667	0,096667	0,156667	0,126667 ^A
ZF		0,146667	0,11000	0,106667	0,121111 ^A
ZP		0,156667	0,146667	0,146667	0,15000 ^B
Ort.		0,145833 ^b	0,126667 ^a	0,140833 ^{ab}	

Genel ortalamalar tablosu $P=0.01$; Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilir. (Aa,Bb) ortalamalar arasındaki fark önemlidir.



Şekil 3.8. Isıl iletkenlik değerlerinin grafik üzerinde gösterimi

Çizelge 3.10. 'dan da görülebileceği gibi zeytinyağı tağışının belirlenmesinde ısıl iletkenlik değerinin istatistiksel olarak $P<0,01$ düzeyinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. (Ek-2) Isıl iletkenlik en yüksek değerimiz 0,156667 ile Pamuk yağı ile zeytinyağının %5'lik hacimsel numunesinde görülmüştür.

Faktörler açısından bakıldığında özellikle ay çiçek yağı ve fındık yağı ile yapılan tağışlar ısıl iletkenlik açısından ayırt edici bir özellik olduğu görülürken pamuk yağı ile yapılan tağışın ısıl iletkenlik değerleri açısından saf zeytinyağı ile benzeştiği söylenebilir. Karışım oranları açısından ise oran arttıkça ısıl iletkenliğin belirleyici bir özellik olduğu görülebilir.

Yapılan bir araştırmada sıcaklık, nanopartiküllerin şekli, kontrasyon vb. faktörler ısıl iletkenliği etkilediğini, sıcaklık ve konsantrasyonda ki artışın daha yüksek ısıl iletkenlik değerinin bulunmasına neden olduğu bildirilmiştir (Ahmedi, Mirlohi, Nazari ve Ghasempur, 2018)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Zeytinyağı diğer yağlara göre özellikle daha sağlıklı olması bakımından yoğun talep görmektedir. Fakat sınırlı üretimi yoğun talep görmesi haksız kazanç elde edilmek istenmesi yüksek fiyat nedeniyle içerisine kalitesi düşük ya da uygun fiyatlı bitkisel yağlar ile karıştırılarak taklit ve tağşiş yapılmaktadır. Genellikle taklit ve tağşiş yapısı zeytinyağına benzeyen pamuk yağı, fındık yağı, ayçiçek yağı, soya yağı ve kanola yağı ile yapıldığından bu yağlar arasından tercih edilmektedir.

Çalışmamızda söz konusu diğer üç bitkisel yağ %5, %25, %50 oranlarında, zeytinyağı ile karıştırılarak bilinçli tağşiş yapılmış ve bu tağşişler kırılma indisi ve ısıl iletkenlik değerleri açısından analizlere tabi tutulmuş ve bu değerlerin tağşişi belirlemede belirleyici olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Araştırma sonuçlarına ve daha önceki bu konuda yapılan çalışmalara göre kırılma indisi ve ısıl iletkenlik değerlerinin tağşişi belirlemede etkili parametreler olduğu tespit edilmiş.

Kırılma indisi ve ısıl iletkenlik ölçümleri, zeytinyağı tağşişinde zeytinyağı dışında diğer bitkisel yağlarla yapılan tağşişlerin belirlenmesinde kullanılabilecek etkili yöntemler olmakla birlikte bunların yanında tağşişi belirlemede etkili diğer parametrelerinde birlikte değerlendirilmesinin daha etkili olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmedi, M.H., Mirlohi, E., Nazari, M.A., &Ghasempur, R. (2018, 9 1). A review of thermal conductivity of various nanofluids. *Jouurnal of Molecular Kiquids*, 265, 181-188.
- Akman, G. (2021). *Gıda savunma, risk analizi ve riski azaltma yöntemleri*. 15 Kasım 2022, Erişim adresi: <https://www.gursahakman.com/gida-savunma/>
- Alpaslan Turgut, Ismail Tavman& Şebnem Tavman (2009) *Yemeklik Yağların Termal İletkenliğinin Geçici Kızgın Tel Yöntemiyle Ölçümü*, *International Journal of FoodProperties*, 12:4, 741-747, Erişim adresi: [10.1080/10942910802023242](https://doi.org/10.1080/10942910802023242)
- Anonim, (2022). Zeytinyağda tağşış ve hile nedir? Nasıl anlaşılır? 29 Aralık 2022, Erişim adresi : <https://www.kristalyaglari.com/blog/icerik/zeytinyaginda-tagsis-ve-hile-nedir>
- Anonim, (2010). Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)
- Anonim, (2011). Lipitler, MEGEP Yayınları
- Anonim, (2023). Otomatik dijital refaktometre, 15 Mayıs 2023. Erişim adresi <https://www.hanonlab.com/Product-Category/A670-Auto-Digital-Refractometer.html>
- Anonim, (2023). Zeytinyağın bileşenleri nelerdir?, 13 Mayıs 2023. Erişim adresi <https://www.komilizeytinyagi.com.tr/zeytinyaginin-bilesenleri-nelerdir>
- Anonim. (2011). Zeytin hamuru hazırlama, Ankara.
- Anonim. (2020). Antik çağ Akdeniz’inde zeytin ve zeytinyağı. 10 kasım 2020, Erişim adresi: <https://nereye.com.tr/antik-cag-akdenizinde-zeytin-ve-zeytinyagi/>
- Anonymous.1998. Türk Gıda Kodeksi. Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik.
- Arslan, FN, Akın, G., Elmas, Ş. NK, Yılmaz, I., Janssen, HG ve Kenar, A. (2019). Soğuk preslenmiş çörek otu tohumu yağının özgünlüğünün ve tağşışının hızlı tespiti: ATR-FTIR spektroskopisi ve çok değışkenli veri analizi ile senkronize floresansın karşılaştırmalı bir çalışması. *Gıda Kontrolü* , 98 , 323-332.
- ASHRAE, A. (2005). *Handbook of fundamentals. American society of heating refrigeratingand air conditioningengineers*, Atlanta, GA.
- ASHRAE, A. (2005). Temel bilgiler el kitabı. *Amerikan Isıtma Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneğı*, Atlanta, GA .
- ASHRAE. 1981. Temel El Kitabı, Cilt 31, 1–21. Atlanta, GA: ASHRAE..
- Assmann, G., Wahrburg, U. (2007). Zeytinyağının Azınlık Bileşenlerinin Sağlık Üzerine Etkileri. <http://www.foodinfo.net/tr/products/olive/olive06.htm>.
- Axelsson, L., Franzén, M., Ostwald, M., Berndes, G., Lakshmi, G., & Ravindranath, N. H. (2012). *Jatropha cultivation in southern India: assessing farmers' experiences*. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(3), 246-256.

Ayvaz, T. (2016). *Gıdalarda refraktif indeks ve renk tayini*. 5 Ocak 2023, Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr/14264282-Gıdalarda-refraktif-indeks-ve-renk-tayini.html>

Bailey, A.E.,(1951) . Industrial Oil and Fat Pruducts. Second Completely Revised and Augmented Edition, New York, 967s.

Becker B. , Frice B. , (2003). *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (ikinci baskı).

Boskou D.,(1996). History and Characteristics of the Olive Tree. (D. BOSKOU, editör) Olive Oil. Chemistry And Technology. AOCS Press, Champaign, Illinois. 1-6.

Boskou, D., 2000.Mediterranean Diets. (A.P. SIMPOPOULOS, F. VISIOLI, editörler). Olive Oil. World Review of

Carson, J. K. (2006). *Review of effective thermal conductivity models for foods*. International Journal of Refrigeration, 29(6), 958-967.

Ch. J. Boukouvalas, M.K. Krokida, Z.B. Maroulis, D. Marinos-Kouris. (2006) *Density and Porosity: Literature Data Compilation for Foodstuffs*. International Journal of Food Properties 9:4, pages 715-746.

Cirak, O.,Icyer, N. C., & Durak, M. Z. (2018). Rapiddetection of adulteration of milksfromdifferent speciesusingFourierTransformInfraredSpectroscopy (FTIR). TheJournalof DairyResearch, 85(2), 222– 225. <https://doi.org/10.1017/S0022029918000201>

CodexAlimentarius 2001. Fats, OilsandRelatedProducts, Sec. Ed.

COI/T.15/NC.no.2/Rev. 10 8November 2001

Çağlar, M. Y., Demirci, M., Şahiner, A., Çakır, B., & Çağlar, A. F. (2019). *Gıda Analizlerinde Kullanılan Spektroskopik Teknikler*. Akademik Gıda, (March), 121– 130. <https://doi.org/10.24323/akademikgida.544975>

D. Gürocak, “Farklı saklama koşullarında saklanan zeytinyağının bazı fizikokimyasal özelliklerinin saptanması” Yüksek Lisans Tezi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye, 2023.

Dıraman, H. (2006). *Tereyağı Ve Naturel Zeytinyağında Muhtemel Tağşişlerin Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi Kullanılarak Cis Trans Yağ Asitleri Düzeyi İle Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma*. Akademik Gıda, 4 (4) , 3-10. Retrievedfrom <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/issue/55841/764881>

- Doğan, O., (2019). *Gıdada taşışın tarihi ve politik ekonomisi üzerine bir inceleme*, 10 Aralık 2022, https://www.researchgate.net/publication/341671940_Gidada_Tagsisin_Tarihi_ve_Politik_Ekonomisi_Uzerine_Bir_Incelemehutt
- Fontana, A.J., Wacker, B., Campbell, C. S., & Campbell, G.S. (1998) . Simultanes thermal conductivity, thermal resistivity, and thermal diffusivity measurement of selected foods and soil. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. Doi:10.13.031/2013.5543
- Frankel, E. ve ark. (2011) Evaluation of Extra Virgin Olive Oil Sold in California. UC Davis Olive Center.
- Giansante ve diğerleri, 2003; Lanteri ve diğerleri, 2002; Ollivier ve diğerleri, 2003; Boggia ve diğerleri, 2002; Kayahan 2006; Bayrak, 2010).Gromadzka, J. ve Wardencki, W. (2011). Yemeklik Bitkisel Yağ Analizlerinde Eğilimler. Bölüm B. Farklı Analitik Tekniklerin Uygulanması. Pol. J. Gıda Bes. Sci., 61(2), 89–99. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0009-5>
- Gürdeniz, G. ve Özen, B. (2009). Orta kızılötesi spektral verilerin kemometrik analizi ile sızma zeytinyağında taşış tespiti. *Gıda Kimyası*, 116(2), 519–525. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.068>
- H. Kocabiyik, B. Kayisoglu, D. Tezer. (2009) *Effect of Moisture Content on Thermal Properties of Pumpkin Seed*. International Journal of Food Properties 12:2, pages 277-285.
- Hutt, PB ve Hutt, PBI (1984). Gıdanın taşışına ve yanlış markalanmasına ilişkin hükümet düzenlemelerinin geçmişi. *Gıda İlaç Kozm. LJ*, 39 , 2.
- Incropera, F.P. ve De Witt, D.P. (1996). *Isı ve Kütle Transferinin Temelleri*, New York: John Wiley&Sons.
- Inmaculada Gómez, Francisco C. Ibañez, María José Beriain.(2019) *Physicochemical and sensory properties of sous vide meat and meat analog products marinated and cooked at different temperature-time combinations*. International Journal of Food Properties 22:1, pages 1693-1708.
- İçyer, NC, Durak, MZ (2020). *Bitkisel yağlarda taşış belirleme metotları: fourier dönüşümlü yanma (ftir) spektroskopisi*. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 1(2), 138-149.
- James K. Carson. (2014) *Measurement and Modelling of Thermal Conductivity of Sponge and Yellow Cakes as a Function of Porosity*. International Journal of Food Properties 17:6, pages 1254-1263.

James K. Carson. (2015) *Thermal Conductivity Measurement and Prediction of Particulate Foods*. International Journal of Food Properties 18:12, pages 2840-2849.

James K. ve Carson (2017). Uluslararası soğutma dergisi. (74th). içinde (458-464).

Jiménez-sotelo, P., Hernández-martínez, M., Osorio-revilla, G., Meza-márquez, OG, García-ochoa, F., & Gallardo-, T. (2016). *Gıda Katkı Maddeleri ve Bulaşanlar: Bölüm A Ayçiçeği ve soya fasulyesi yağları ile üçlü karışımlarda avokado yağının doğrulanması için kemometri ile birleştirilmiş ATR-FTIR spektroskopisinin kullanımı*. Gıda Katkı Maddeleri ve Bulaşanlar: Bölüm A, 33(7), 1105–1115. <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1203073>

K.C. Kavvadias, V.Z. Maroulis, M.K. Krokida, M.S. Rahman. (2009) *Development of a Versatile Database for Transport Properties of Foods*. International Journal of Food Properties 12:3, pages 522-535.

K.W. Schlichting, N.P. Padture, P.G. Klemens, “Thermal Conductivity of Dense and Porous Ytria-Stabilized Zirconia”, Journal of Materials Science, Vol.36, pp.3003-3010, 2001.

Kaleci, N. (2010) . Konveksiyonel ve organik olarak yerleştirilen Ayvalık zeytin çeşidinin bazı meyve özellikleri, yağ asitleri ve tokoferol seviyelerinin belirlenmesi. *Zeytin Bilimi*, 1(2), 79-84.

Kayahan, M. & Tekin A. (2006). *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi*. Ankara: Filiz Matbaacılık. Keçeli, T. (2008)

Kayahan, M., Tekin, A. (2006). *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi*. TBMM Gıda Mühendisleri Odası, Filiz Matbaacılık San. ve Tic. Ltd.Şti., 198s, Ankara.

Kaye, G. W. C., & Higgins, W. F. (1928). *The thermal conductivities of certain liquids. Proceedings of the Royal Society of London*. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, 117(777), 459-470.

Keskin, H. (1987). *Besin kimyası* (1-2). İstanbul: İ. Ü Yayınları

Kıvrak, M. (2022). Zeytinyağı kalite kontrol kriterleri. 5 Ocak 2023, Erişim adresi: http://mucahitkivrak.baun.edu.tr/index_dosyalar/122-zeytinyagi-analiz-yontemleri.pdf

Krokida, M. K., Panagiotou, N. M., Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. (2001). *Isı iletkenliği: Gıda maddeleri için literatür verilerinin derlenmesi*. Uluslararası Gıda Özellikleri Dergisi, 4(1), 111-137.

Krokida, M.K., Panagiotou, N.M., Maroulis, Z.B. ve Saravacos, G.D. 2001. *Gıda Maddeleri İçin Isı İletkenlik Tahmini: Nem İçeriği ve Sıcaklığın Etkisi*. Uluslararası Gıda Özellikleri Dergisi, 4(1): 111–137.

- Lerna, Ä. NP, Ardenne, PID, Euren, MARCM, Arci, DILG ve Uiz, Ä. UYK (2005). *Zeytinyağında fındık yağı varlığının ft-raman ve ft-mır spektroskopisi ile tespiti*. J. Agric. Gıda Kimyası, 53, 6201–6206. <https://doi.org/10.1021/jf050595n>
- M. K. Krokida, P. A. Michailidis, Z. B. Maroulis, G. D. Saravacos. (2002) *Literature data of thermal conductivity of foodstuffs*. International Journal of Food Properties 5:1, pages 63-111.
- M. Q. Chen, L. Jia, T. T. Zhang. (2012) *Evaluation of Heat Transfer Coefficient During Drying of Typical Municipal Solid Waste Matrices with Significant Shrinkage at Medium Temperature*. Experimental Heat Transfer 25:3, pages 238-253.
- Marinos-Kouris, D., & Maroulis, Z. B. (2006). *Transport properties in the drying of solids*. handbook of industrial drying.
- Maroulis, Z. B., Saravacos, G. D., Krokida, M. K., & Panagiotou, N. M. (2002). *Thermal conductivity prediction for food stuffs: effect of moisture content and temperature*. International Journal of Food Properties, 5(1), 231-245.
- MEB, (2012) . Kimya teknolojisi , Ankara, 2012
- Olmsted, (2016) . Your Olive Oil Could Be Fake
- Özkal, S.G., & Tülek, Y. (2001). Değişik süt ve bitkisel yağ örneklerinde ısı iletkenlik değerlerinin deneysel olarak belirlenmesi. *Türk Mühendislik ve Çevre Bilimleri Dergisi* (25), 51-60.
- Özkan, Z. (2021). Tarım ürünleri piyasaları zeytinyağı. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Zeytinya%C4%9F%C4%B1,%20Ocak%202021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>
- P.V.K. Jagannadha Rao, Madhusweta Das, S.K. Das. (2008) *Thermophysical Properties of Sugarcane, Palmyra Palm, and Date-palm Granular Jaggery*. International Journal of Food Properties 11:4, pages 876-886.
- Prabhat Kumar, Pablo Coronel, Josip Simunovic, K.P. Sandeep. (2008) *Thermophysical and Dielectric Properties of Salsa Con Queso and its Vegetable Ingredients at Sterilization Temperatures*. International Journal of Food Properties 11:1, pages 112-126.
- RASFF, (2018). Te Rapid Alert System for Food and Feed 2017 Annual Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union

S. Grangjean, J. Absi, D.S. Smith, “Numerical Calculation of The Thermal Conductivity of Porous Ceramics Based on Micrographs”, Journal of The European Ceramic Society, Vol.26, pp.2669-2676, 2006.

Sağlam, C., Tan, F., & Aktaş, T. (2018). Changing of Viscosity and Thermal Properties of Olive Oil with Different Harvesting Methods and Waiting Period. *Technicglasnik*, 12(1), 50-54.

Spink, (2018). Glossary of Food Fraud Related Terms

Sweat, V.E. , & Haugh, C.G. (1974). A thermal Conductivity Probe For Small Food Samples. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 17(1),56*58.

Tarım Ürünleri Piyasa Raporu, (2021). Zeytinyağı. Erişim Adresi : <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Zeytinya%C4%9F%C4%B1,%20Ocak%202021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>

TEBGE, (2021). Zeytinyağı Ürün Raporu, Erişim Adresi : <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Ürün%20Raporları/2021%20Ürün%20Raporları/Zeytinyağı%20Ürün%20Raporu%202021-350%20TEPGE.pdf>

TÜİK, UZZK (2021). Zeytinyağı

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, (2017).

Türk Standardı, (2014). Zeytinyağı

Uğurlu Aşık H, Özkan G, (2011). Olgunlaşmanın zeytinyağı fizikokimyasal özellikleri ve oksidasyon stabilitesi üzerine etkisi.

Yaylın Kaya ve Yayla, (2020). Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 2020, 8 (4), 3108-312

Yaylın Kaya, S. , Yayla, F., (2020). Resmi verilere göre türkiye'de taklit ve tagsiş yapılan yiyecek ve içecekler.

EK-1. KIRILMA İNDİSİNE AİT V.A.T ANALİZ TABLOSU

Başlık	Kareler top.	Serbestlik derecesi	Kareler Ort.	F	Sig.
Faktör	2,612E-6	3	8,706E-7	4,761	,008**
Oranlar	2,638E-6	2	1,319E6	7,214	,003
Hata	5,486E6	30	1,829E-7		

**P<0,01

EK-2. ISIL İLETKENLİĞE AİT V.A.T ANALİZ TABLOSU

Başlık	Kareler top.	Serbestlik derecesi	Kareler Ort.	F	Sig.
Faktör	0,007	3	0,002	9,011	0,000**
Oranlar	0,002	2	0,001	4,495	0,020
Hata	0,008	30	0,000		

**P<0,01