

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ZEYTİNYAĞINDAKİ TAKLİT VE TAĞŞIŞIN NİTELİK VE
NİCELİK OLARAK BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA: MAKİNE
ÖĞRENMESİ YÖNTEMİ**

Berk DEMİROK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2021**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ZEYTİNYAĞINDAKİ TAKLİT VE TAĞŞIŞIN NİTELİK VE
NİCELİK OLARAK BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA: MAKİNE
ÖĞRENMESİ YÖNTEMİ**

Berk DEMİROK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2021**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Zeytinyağı	3
2.1.1. Zeytinyağının kalitesi	5
2.1.2. Zeytinyağı çeşitleri	5
2.1.3. Zeytinyağının faydaları	6
2.1.4. Zeytinyağı üretimi	7
2.1.5. Taklit-Tağış	8
2.2. Makine Öğrenmesi	9
2.2.1. Makine öğrenmesi tarihi ve gelişimi	9
2.2.2. Makine öğrenmesi terimleri	10
2.2.3. Yapay zeka	11
2.2.4. Derin öğrenme	11
2.2.5. Makine öğrenmesi algoritmaları	12
2.2.6. Makine öğrenmesi süreci adımları	15
2.2.7. Bazı makine öğrenmesi örnekleri	15
2.2.8. Gıda sanayisinde kullanım alanları	16
2.3. Önceki Çalışmalar	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.1.1. Kimyasallar	22
3.1.2. Kullanılan cihaz ve gereçler	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Yağ karışımlarının hazırlanması	23
3.2.2. Ekstraksiyon	23
3.2.3. Kromatografik şartlar	23
3.3. Kullanılan Makine Öğrenmesi Algoritmaları	24
3.3.1. K-En yakın komşu (K-NN)	24
3.3.2. Destek vektör makinesi (DVM)	25
3.3.3. Karar ağacı	26
3.4. Karışıklık Matrisi	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	29
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	42
5.1. Sonuçlar	42
5.2. Öneriler	43
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	49
EK 1. Saf zeytinyağına ait yağ asitleri kromatogramı	49
EK 2. Saf pamuk yağına ait yağ asitleri kromatogramı	49
EK 3. SZY+%1 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı	50
EK 4. SZY+%5 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı	50
EK 5. SZY+%10 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı	51
EK 6. SZY+%20 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı	51
EK 7. SZY+%40 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**ZEYTİNYAĞINDAKİ TAKLİT VE TAĞŞIŞIN NİTELİK VE NİCELİK OLARAK
BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA: MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMİ**

Berk DEMİROK

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR
Yıl: 2021, Sayfa: 53**

Bu çalışma, zeytinyağındaki taklit ve tağşışın makine öğrenmesi yöntemi kullanılarak nitelik ve nicelik olarak belirlenebilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, piyasadan elde edilen saf zeytinyağları ile pamuk yağları belirli oranlarda karıştırılmıştır. Böylece, saf zeytinyağı ve pamuk yağıyla birlikte, zeytinyağına %1, %5, %10, %20 ve %40 pamuk yağı ilave etmek suretiyle toplam 7 grup oluşturulmuştur. Herbir gruptan 20 adet olmak üzere toplamda 140 numune gaz kromatografisinde yağ asitleri kompozisyonu bakımından analize tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlardan %60'ı (84 numune) veri seti olarak, %40'ı ise test seti (56 numune) olarak kullanılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde Destek Vektör Makinesi (DVM), k-En Yakın Komşu (k-NN) ve Karar Ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Genel doğruluk değerleri karşılaştırıldığında %94,64'lük oranla DVM algoritmasının en yüksek doğruluk oranına sahip olduğu görülmüştür. Bunu sırasıyla %89,29 ve %83,93'lük oranlarla k-NN ve Karar Ağacı algoritmaları takip etmiştir. Zeytinyağındaki taklit ve tağşışın hem nitelik hem de nicelik olarak belirlenmesinde makine öğrenmesi yöntemleri özellikle de DVM algoritması rahatlıkla kullanılabilir.

ANAHTAR KELİMELER: Zeytinyağı, taklit, tağşış, yağ asitleri kompozisyonu, makine öğrenmesi

ABSTRACT

A STUDY ON THE DETERMINATION OF IMITATION AND ADULTERATION IN OLIVE OIL IN TERMS OF QUALITY AND QUANTITY: MACHINE LEARNING METHOD

MSc Thesis

Berk DEMİROK

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

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Yasin YAKAR

Year: 2021, Page: 53

This work was aimed to determine the imitation and adulteration in olive oil in terms of quality and quantity by using machine learning method. In the study, pure olive oils which obtained from the market, were mixed with cotton seed oil certain proportions. Thus, by adding %1, %5, %10, %20, %40 cottonseed oil to olive oil and with pure olive oil and cottonseed oil a total of 7 groups were performed. A total of 140 samples (20 from each group) were analysed in Gas Chromatography in terms of fatty acid composition. The 60% (84 samples) of the obtained results were used as data set and 40% (56 samples) of the obtained results were used as test sets. Support Vector Machine (SVM), k-Nearest Neighbor (k-NN), and Decision Tree algorithms were used to evaluate the results. When the general accuracy values were compared, it was seen that the SVM algorithm had the highest accuracy rate with 94.64%. This was followed by k-NN and Decision Tree algorithms with 89.29% and 83.93% values. Machine learning methods, especially the SVM algorithm, can be easily used to determine imitation and adulteration in olive oil in terms of quality and quantity.

KEYWORDS: Olive oil, imitation, adulteration, fatty acid composition, machine learning

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimi ve tez sürecinde bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Yasin YAKAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Makine öğrenmesi algoritmaları uygulamalarında desteğini esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kerim KARADAĞ'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında benden desteklerini ve sevgisini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Zeytin meyvesi ve zeytin yağının tarih boyunca yayılması	3
Şekil 2.2. Zeytin üretiminde önemli ülkeler	4
Şekil 2.3. Makine öğrenmesi ve öğrenme türleri	11
Şekil 2.4. Makine öğrenmesi algoritmaları	12
Şekil 3.1. K=3 ve K=5 olduğunda K-NN sınıflandırması örneği	24
Şekil 3.2. Destek vektör makinesi modeli	25
Şekil 3.3. Doğrudan postaya yanıt sunan karar ağacı	26
Şekil 4.1. DVM algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu	37
Şekil 4.2. K-NN algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu	38
Şekil 4.3. Karar ağacı algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu	39
Şekil 4.4 Algoritmaların genel doğruluk oranları.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Zeytinyağı ve pamuk yağı karışım oranları tablosu	23
Çizelge 3.2. Karışıklık matrisi tablosu	27
Çizelge 4.1. Zeytinyağı ve pamuk yağına ait olması gereken değerler (%)	29
Çizelge 4.2. Saf zeytinyağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu(%)	30
Çizelge 4.3. Saf pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)	31
Çizelge 4.4. Zeytinyağı+%1 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu.....	32
Çizelge 4.5. Zeytinyağı+%5 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu.....	33
Çizelge 4.6. Zeytinyağı+%10 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu...	34
Çizelge 4.7. Zeytinyağı+%20 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu...	35
Çizelge 4.8. Zeytinyağı+%40 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu ..	36
Çizelge 4.9. DVM doğruluk oranları.....	40
Çizelge 4.10. K-NN doğruluk oranları.....	40
Çizelge 4.11. Karar ağacı doğruluk oranları	40

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

DVM	Destek Vektör Makinesi
FID	Flame Ionization Detector (Alev İyonizasyon Dedektörü)
GC	Gaz Kromatografisi
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
K-NN	K-En Yakın Komşu
KOH	Potasyum Hidroksit
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LIBS	Lazer Oluşturmalı Plazma Spektroskopisi
MIR	Mid-Infrared Spektroskopisi
NIR	Yakın İnfrared Spektroskopisi
PY	Pamuk Yağı
RSDE	Rastgele Alt uzay Diskriminant Topluluğu
SPY	Saf Pamuk Yağı
SZY	Saf Zeytinyağı
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TD-NMR	Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YSA	Yapay Sinir Ağları
ZY	Zeytinyağı

1. GİRİŞ

Günümüzde dünyamızın nüfusu hızla ve katlanarak artmaktadır. Hızla artan nüfusun daha iyi beslenebilmesi için daha fazla ürün elde etmek, ürünlerin raf ömürlerini uzatmak, daha ucuza mal etmek ve tüketicilerin almak isteyecekleri daha uygun ürünler elde etmek için gıdalar üzerinde birçok işlem yapılmaktadır. Bununla birlikte yapılan çok çeşitli hilelerle tüketicinin kandırılması ihtimali de artmaktadır (Başoğlu, 1986).

Tüketicinin doğal, katkısız ve sağlığa yararlı gıdaları tercih etmesi, Akdeniz beslenme modeline olan ilgi ve talebin artmasına neden olmuştur. Bu modelin en önemli bileşeni olan zeytinyağı içeriğindeki birçok faydalı bileşik ile insan sağlığına faydalı yönde etki etmektedir (Konuşkan ve Altan, 2007).

Artan nüfusla birlikte tüketicinin doğal ve sağlığa olumlu yönde etkili olan zeytinyağına talebi de artmıştır. Zeytinyağının yüksek fiyatından dolayı, daha düşük kalitede ve fiyattaki yağlarla sık sık tağşişe maruz kalmasına neden olmuştur. Tüketici açısından bu durum ekonomik bir kayıp olmakla birlikte daha da önemlisi sağlık sorunlarına da yol açmaktadır (Yıldırım, 2015).

Günümüzde en fazla hile yapılan ürünlerin başında gelen zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu aralıkları ilgili bakanlık tarafından Resmi Gazete’de yayınlanan tebliğde belirtilmiştir. Gaz kromatografisinde yapılan analizlerde analize alınan numunenin aralıkta olması uygunluk için yeterlidir. Aralıkta olmayan numuneler için de uygun olmadığı belirtilip yapılan tağşişin oranı bilinmemektedir.

Teknolojik gelişmelerle birlikte herhangi bir konu hakkında veri elde etmek ve elde edilen bu verileri muhafaza etmek basitleşmiştir. Toplanan bu veriler gıdadan güvenliğe birçok alanda değerlendirilmektedir. Uygun algoritmaların kullanılarak topladığımız verilerden faydalanıp tağşişin oranını bulmamız teknolojinin gıda alanında faydalanılması açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmayla zeytinyağına pamuk yağı karıştırılmak suretiyle yapılan taklit ve tağşişin hem nitelik hem de nicelik olarak belirlenebilmesi amaçlanmıştır. Bunu sağlamak için makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanılmıştır.



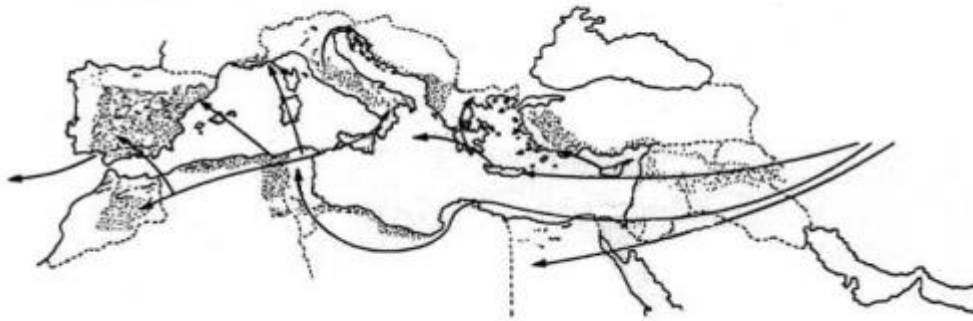
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Zeytinyağı

Kültürel anlamda insanlar tarafından yetiştiriciliğinin 6000 yıl kadar önceye dayandığı tahmin edilen zeytin meyvesinin ilk doğduğu yerin Yukarı Mezopotamya olarak adlandırılan bölge olduğu elde edilen verilerle tahmin edilmektedir. Ayrıca Güney Ön Asya'da da zeytin meyvesi üretiminin olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Tarihi çok eski olan zeytin meyvesi kutsal kitaplarda geçen 5 meyveden biridir. Zeytin meyvesinden elde edildiği haliyle herhangi bir işlem yapmaya gerek kalmadan kullanılabilen yegane yağ olmasından dolayı zeytinyağı çok eskiden beri sağlık, beslenme, güzellik ve aydınlatma amaçlı olarak kullanılmıştır.

Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi çok eski tarihli olan zeytin ağacı, anavatanı olan ve Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya olarak bilinen bölgeden, Anadolu üzerinden Yunanistan'a ve başta Libya ve Tunus olmak üzere Kuzey Afrika'ya iki koldan yayılmış, buradan da Fransa, İtalya ve İspanya gibi Avrupa ülkelerine ulaşmıştır (Gülal, 2015).

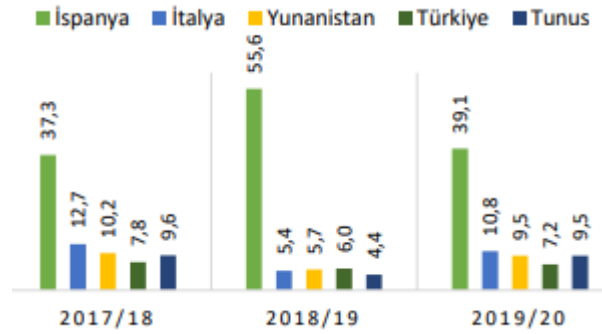


Şekil 2.1. Zeytin meyvesi ve zeytin yağının tarih boyunca yayılması (Gülal, 2015)

Kutsal kitaplarda yer alacak kadar önemli ve binlerce yıldan beri varolan zeytin meyvesi oleaceae familyası, olea cinsinin oleaeurope L. türüne aittir (Köseoğlu, 2006).

Zeytinyağı (oliveaoleum), zeytin çekirdeği ile birlikte sıkılarak, herhangi bir kimyasal işlem görmeye gerek kalmadan elde edilen şeffaf, rengi yeşili ve sarıyı andıran hoş kokulu bir sıvıdır (Armutçu ve ark., 2013).

Üretim alanlarının büyük bir çoğunluğu anavatani olan Akdeniz ülkelerinde olan zeytinin dünya üzerindeki üretim alanları yaklaşık 10 milyon hektardır. Dünya zeytinyağı rekoltesi ise yıllık yaklaşık olarak 3.2 milyon ton civarındadır. Aşağıdaki Şekil 2.2.'de Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) verilerinde görüldüğü gibi zeytin üretiminde söz sahibi birçok ülke vardır. Bunlar İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus'tur. Türkiye de bu ülkelerin başında gelmektedir (TEPGE, 2021).



Şekil 2.2. Zeytin üretiminde önemli ülkeler (TEPGE, 2021)

Ülkemiz açısından baktığımızda ise TÜİK verilerine göre, zeytin ağacı miktarımız yaklaşık olarak 182 milyon adettir. Ülkemizdeki Son 5 yıldaki zeytinyağı üretim ortalamasının ise yaklaşık 190 bin ton olduğu belirtilmektedir (Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2020).

Kendine has lezzeti, kokusu ve aroması bulunan zeytinyağının sağlıkla ilgili olumlu etkilerinin ortaya çıkması ve bu alanda çalışmalar yapılması ile üretimi geleneksel üretici ülkeler olmayan Amerika, Kanada, Avustralya, Japonya gibi ülkelerde de yaygınlaşmıştır (Özçelik ve Bayram, 2012).

2.1.1. Zeytinyağının kalitesi

Zeytin meyvesi bölgelere ve çeşidine göre ufak değişiklikler olmakla beraber genel olarak %50'lik kısmı sudan oluşmaktadır. Bunu %22 ile yağ, %19.1 ile karbonhidrat ve % 5.8 ile selüloz takip etmektedir. Zeytin meyvesinin kalan kısmı da %1.6 protein ve %1.5 minerallerden oluşmaktadır (Doğru, 2019).

Zeytinyağının kalitesine, yetiştirilen zeytinin çeşidi, yetiştirilen bölgenin coğrafi iklim ve toprağın özellikleri ile beraber zeytin meyvesinin hasadı sırasındaki olgunluk derecesi oldukça etki etmektedir. Ayrıca tarımsal uygulamalar ve zeytinyağı üretim prosesleri de kaliteyi etkileyen önemli parametrelerdir (İlyasoğlu ve Özçelik, 2011).

Zeytinin kalitesine etki eden bu faktörlere baktığımızda zeytinin ulaştığı olgunluk derecesinin yaklaşık %50 oranında etki etmesi bunun ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Zeytin hasat teknolojisinin de yaklaşık olarak %30 oranında kaliteyi etkilediği görülmüştür. Yağ çıkarma işlemleri de yaklaşık olarak %15 oranında kaliteyi etkilemektedir. Muhafaza şekli de zeytinin kalitesine etki etmekte ve bu oranın da yaklaşık olarak %5 olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür (Öztürk ve ark. 2009). Hasat öncesi zeytine çok fazla zarar verdiği bilinen zeytin sineğine maruz kalan danelerden elde edilen yağlarda önemli ölçüde kalite bozuklukları görülmektedir. Bunların dışında zeytinyağının kalitesini bozan önemli bir faktör de havadaki oksijendir. Oksijen, zaman içerisinde yağın kalitesini bozarak peroksit oranının yükselmesine neden olur. Ayrıca kokuya karşı çok hassas olduğu için zeytinyağı her türlü kokudan uzak tutulmalıdır (Gemicioğlu, 2016).

2.1.2. Zeytinyağı çeşitleri

Zeytinyağı bitkisel yağlar sınıfına girmektedir. Onu kendi sınıfındaki diğer yağlardan ayıran en belirgin özelliği rafinasyon işlemlerine gerek kalmadan doğal olarak tüketilebilmesidir. Meyveye uygulanan fiziksel işlemler zeytinyağının doğal niteliklerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamaktadır (Aydın, 2015).

Türk Gıda Kodeksi zeytinyağı ve prina yağı tebliğine göre;

Natürel zeytinyağı; "Hasat edilen zeytinin doğal özelliklerinde herhangi bir değişikliğe sebep olmayacak bir ısı ortamında yalnızca fiziksel ya da mekanik işlemler uygulanarak (yıkama, santrifüj, filtrasyon) kendi kategorisindeki ürünlerin özelliklerini taşıyan yağlardır."

Natürel zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ölçümü yapılır. Eğer bu ölçüm %0.8 in altında ise natürel sızma zeytinyağı olarak adlandırılır. Yapılan ölçüm sonucunda bulunan değer %0.8 den büyük fakat %2 den küçük olduğu durumlarda natürel birinci zeytinyağı olarak adlandırılır. Elde edilen ölçüm %2 den büyük olduğunda ise ham zeytinyağı yani rafınlık zeytinyağı olarak adlandırılır. Rafine işleminden geçmiş olan zeytinyağı rafine zeytinyağı olarak adlandırılır ve serbest yağ asitliği %3 ün altındadır. Doğrudan tüketime uygun olan zeytinyağı ile rafinasyon işleminden geçmiş zeytinyağının karıştırılmasından ise riviera zeytinyağı elde edilir ve bunun da serbest yağ asitliği %1'in altındadır (Resmi Gazete, 2017).

2.1.3. Zeytinyağının faydaları

Zeytinyağının %98 gibi büyük bir yüzdesi majör bileşenler olan trigliseritler, yağ asitleri ve fosfatitlerden meydana gelmektedir. Kalan %2'lik küçük kısım ise minör bileşenlerden steroller ve fenolik maddelerden oluşmaktadır. Bunları serbest yağ asitleri ve hidrokarbonlar takip etmektedir. Yine alifatik ve triterpenik alkoller ile uçucu bileşenler de %2'lik kısımda yer almaktadır (Aydın, 2015).

Uluslararası standartlara göre zeytinyağının yağ asidi içerikleri; en önemli belirleyici olarak yaklaşık %56-83 oleik asitten oluşmaktadır. Palmitik asit %7.5-20 oranında bulunmaktadır. Linoleik asit de %3.5-20 oranında bulunmaktadır. Stearik asit oranına baktığımızda %0.5-3.5 oranında olduğunu görmekteyiz. Palmitoleik asit miktarına baktığımızda %0.3-0.5 oranında olduğu görülmektedir. Düşük miktarda olan linolenik asit %0-1.5 oranındadır. Yine düşük miktarda olan miristik asit ise %0-0.5 oranındadır. Bununla birlikte eser miktarda da diğer yağ asitlerini içermektedir (Armutçu ve ark., 2013).

Zeytinyağının özellikle kalp sağlığı üzerine olumlu etkileri yapılan çalışmalarla bilinmekte ve bu durum içerdiği yüksek orandaki doymamış yağ asitlerine (oleik asit) bağlanmaktadır (Özçelik ve Bayram, 2012).

Zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin etkili antioksidan özellikleri vardır. Yapılan birçok çalışmada bu fenolik bileşiklerin kötü kolesterolü engelledikleri görülmüştür. Zeytinyağının fazlaca tüketildiği bölgelerdeki insanların da bu tip hastalıklara yakalanma oranlarının düşük olması bu etkiyi gözler önüne sermektedir (Konuskan ve Altan, 2007).

2.1.4. Zeytinyağı üretimi

Zeytinyağı üretimi sırasında uygulanan işlemler genellikle dört adımdan oluşmaktadır. Öncelikle yaprak ayırma ve yıkama işlemi yapılır. Daha sonra kırma ve yoğurma işlemine geçilir. Yoğrulduktan sonra katı ve sıvı fazlar birbirinden ayrılır. En sonunda da sıvı faz ayrılarak zeytinyeği elde edilir (Özdoğan, 2018).

Yaprak ayırma ve yıkama işlemi:

Tesise getirilen zeytinler fanlar vasıtası ile yapraklarından ayrılıp zeytinler bir yerde toplanır. Daha sonra su vasıtasıyla zeytinin üzerindeki çamur gibi yabancı maddeler zeytinden ayrılır (Vlyssides ve Loizides, 2004).

Kırma ve yoğurma işlemi (Malaksasyon):

Kırma işlemdeki hedefimiz zeytini parçalayarak yağı açığa çıkarmaktır. Yoğurma işlemindeki amaç ise devamlı bir faz oluşturarak küçük yağ damlacıklarını büyük damlalar haline getirmektir. Böylelikle serbest yağ yüzdesini artacaktır.

Sıvı ve katı fazların ayrılması işlemi (Dekantasyon):

Katı ve sıvı fazların ayrılmasında birçok metod kullanılmaktadır. Bunlar; kuvvetli basınçla presleme, santrifüjleme, perkolasyon sistem ve doğal dinlendirmedir.

Sıvı fazların ayrılması (Seperasyon):

Buradaki amaç santrifüj işlemi uygulayarak zeytinyağını posasından ayırmaktır (Göğüş ve ark., 2009).

2.1.5. Taklit-tağşiş

Sadece ülkemizde değil bütün dünyada daha yüksek değere sahip olan, yüksek hacimli satışlarının olduğu her yerde, yasa dışı faaliyetlerle kar elde etme eğilimi hep vardır ve olacaktır. Bu faaliyetler ülkenin prestijine ve ülke ekonomisine büyük zararlar vermektedir. Ayrıca tüketici de ürünlere olan güvenini kaybetmektedir (Skevin ve ark., 2011).

“5996 sayılı veteriner hizmetleri, bitki sağlığı, gıda ve yem kanununa göre; **Tağşiş:** Bu Kanun kapsamındaki ürünlere temel özelliğini veren öğelerin ve besin değerlerinin tamamının veya bir bölümünün mevzuata aykırı olarak çıkarılmasını veya miktarının değiştirilmesini veya aynı değeri taşımayan başka bir maddenin, o madde yerine aynı maddeymiş gibi katılmasını ifade eder. **Taklit:** Bu Kanun kapsamındaki ürünlerin, şekil, bileşim ve nitelikleri itibarıyla yapısında bulunmayan özelliklere sahip gibi veya başka bir ürünün aynısıymış gibi göstermeyi ifade eder” (Resmi Gazete, 2010).

Gıdalarda yapılan taklit ve taşışlere örnekler:

- Sütün öz yağının alınarak, katıyağ ile karıştırılması. Böylece, yağlı süt imajı verilmesi.
- Son kullanma tarihi geçmiş sucukların yeni yapılan sucukların içine karıştırılarak yeniden imal edilmesi.
- Sucuğun içine konulmaması gereken akciğer parçalarının konulması.
- Kırmızı bibere kiremit tozunun katılması.
- Karabibere renk vermesi için kanserojen olan boyanın katılması.
- Ufalanmış peynirin tekrar kalıp peynir yapılarak satışa sunulması.
- Ekmeğe karbonat ile beyazlaştırılması.

- Beyaz peynire kireç atarak parlak beyaz olmasının sağlanması (Tenekeci, 2016).

Journal of FooScience’da yayınlanan Amerika Kamu Analizi Kurumu’nun verilerinde en çok hile yapılan ürünlerin başında zeytinyağı, süt, bal, portakal suyu, elma suyu, kahve ve safranın geldiği görülmektedir (Lashmi, 2012).

Yapılan araştırmalarda saf olmayan zeytinyağlarının safmış gibi satıldığı görülmekle birlikte zeytinyağında yapılan tağşişin genellikle fiyat olarak zeytinyağından düşük olan ayçiçek yağı, kanola yağı, pamuk yağı gibi tohum yağları kullanılarak tüketicinin yanıltıldığı görülmektedir (Rodney ve Gafner, 2020).

İlgili bakanlığın yayınladığı tebliğde zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu aralıkları verilmiş olup gaz kromatografisinde yapılan analizlerde analize alınan numunenin belirtilen aralıklarda olması uygunluk için yeterlidir. Aralıkta olmayan numuneler için de uygun olmadığı belirtilip yapılan tağşişin oranı bilinmemektedir. Bu nedenle yapacağımız çalışma oldukça önemlidir.

2.2. Makine Öğrenmesi

2.2.1. Makine öğrenmesi tarihi ve gelişimi

İnsanoğlu yüzyıllardır cansız varlıkları canlandırmayı onları harekete geçirmeyi düşünmüştür. Geçmişten başlayarak günümüze kadar robotlarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri de Osmanlı sarayı için tasarlanan bir otomattır. Baron Von Kempelen’in 1769 yılında yaptığı bu otomat birçok fuarda sergilenmiştir. Satranç oynayan bu otomat o zamanlarda katıldığı fuarlarda ilgiyle karşılanmıştır. Yaklaşık 4000 yıl öncesinden bu yanabaşlayan veri depolama isteğiyle birlikte, yapay zekâ ve yapay sinir ağlarında asıl gelişmeler son elli yılda gerçekleşmiştir (Öztürk ve Şahin, 2018).

Makine öğrenimi terimi ilk olarak 1959 yılında Arthur Samuel, tarafından bir bilgisayarın nasıl dama oyunu oynama ve karşısındakine üstünlük sağlama becerisi

kazanabildiğini göstermek için icat edildi. Bu programı diğerlerinden ayıran özelliği her oyunda daha iyiye gitmesiydi. Çünkü elde ettiği verilerle kazanmak için daha iyi yollar üretebiliyordu. Samuel'in tanımı daha sonra bilgisayarlara açıkça programlamadan öğrenme yeteneği veren bir çalışma alanı olarak genelleştirildi. Makine öğrenmesinin modern teorisi ve araçları ise 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Alan Turing gibi vizyonerler tarafından tasarlanmıştır (Deng ve ark., 2021).

O yıllarda Alan Turing bir makinenin bir insanı taklit etme yeteneğini test etmek amacıyla turing testini gerçekleştirdi. Bu testteki amaç makinenin bir röportaj sırasında insanla temas kurma yeteneğini ölçmektir. 1980'lerde yani "yapay zeka kışı" denilen dönemde yapay zeka geliştirme sürecini eleştiren birçok çalışma yayınlandı. 1990'lı yıllara geldiğimizde ise oyun teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte yapay zeka ve makine öğrenmesi alanındaki çalışmalar da hızlandı. Günümüzde yapay zeka ve makine öğrenmesi birçok araştırma ve çalışmada kullanılmaktadır (Çelik ve Altunaydın, 2018).

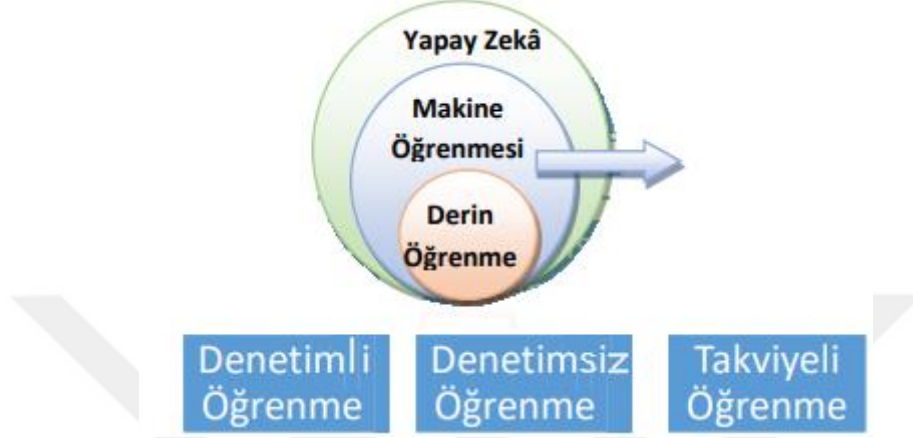
2.2.2. Makine öğrenmesi terimleri

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte yapılan işlemlerdeki verilerin de depolanması kolay hale gelmiştir (Atalay ve Çelik, 2017). Böylelikle büyük veri kavramı ortaya çıkmıştır. Kamu ve özel sektör çığ gibi büyüyen bu verilerden faydalanma ihtiyacı hissetmiştir (Kartal, 2015). Bu fazla miktardaki veriden faydalanılarak çıkarımların sağlanabilmesi için veri madenciliği (data mining) dediğimiz verilerin incelenerek içerisinden işe yarayan bilgilerin çıkarılması yöntemi gelişmiştir (Sarıman, 2011).

Veri madenciliği, tanımlayıcı ya da tahmine dayalı amaçlar için kullanılabilir. Belirli bir problemle ilgili en iyi sonucun elde edilmesi ise büyük miktarda verinin toplanması, depolanması ve işlenmesi sayesinde olur. Sonuç olarak veri madenciliği bir alana, makine öğrenmesi ise sadece kullanılan algoritmalara atıfta bulunur (Carvelo ve ark., 2019).

2.2.3. Yapay zeka

Yapay zeka, tıpkı biz canlılara benzer şekilde çözüm üretebilen ve karmaşık analizleri yapabilme yeteneğine sahip bir bilgisayar bilimi dalıdır. Buradaki asıl hedefimiz bizim gibi hareket edip tercihler yapabilen programlar meydana getirmektir.



Şekil 2.3. Makine öğrenmesi ve öğrenme türleri (Adar ve Delice, 2019)

Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi makine öğrenmesi yapay zekanın bir alt dalıdır. Ayrıca makine öğrenmesinin derin öğrenmeyi de kapsadığı görülmektedir. Şekilde aynı zamanda makine öğrenmesi algoritmalarının ayrıldığı üç grup da görülmektedir (Adar ve Delice, 2019).

2.2.4. Derin öğrenme

Bu yöntem yapılandırılmamış verilerde daha iyi performans gösteren bir sınıftır. Mevcut makine öğrenimi tekniklerinden daha iyi bir performans gösteren derin öğrenme, bir yada birden fazla katmandaki verilerden aşamalı olarak hesaplamaya olanak tanır (Mathew ve ark., 2021).

Yapay zekanın alt dalı olan makine öğrenmesi günlük hayatımızın her anında karşımıza çıkmaktadır. Google'da yaptığımız aramalar, facebookta tanıdığımız kişilerin çıkması, spam maillerin engellenmesi gibi birçok yerde örnekleri vardır.

Makine öğrenmesi, bilgisayarlarında insanlar gibi öğrenmelerini ve onlar gibi davranmalarını sağlayan, gözlem ve gerçek dünya etkileşimleri şeklinde veri ve bilgi besleyerek zaman içinde gelişmelerini sağlayan bilimdir. Kısaca bilgisayarın, öğretilen bilgileri ve tecrübeleri analiz edip gerçekte oluşabilecek bu tarz benzer olaylar hakkında karar verebilmesi ve oluşan problemlere çözümler üretebilmesi olarak tanımlanabilir (Selvi, 2019).

2.2.5. Makine öğrenmesi algoritmaları

Makine öğrenmesinin temel amacı, aldığı önceki verileri kullanarak yeni problemlere karşı çözüm bulmak, kendilerini geliştirmek için eğitebilecek modeller oluşturmaktır (Çelik ve Altunaydın, 2018). Şekil 2.4.'de Makine öğrenmesi algoritmaları verilmiştir (Şahin, 2018).



Şekil 2.4. Makine öğrenmesi algoritmaları (Şahin, 2018)

Makine öğrenmesi algoritmaları çalışma yöntemlerine göre denetimli (danışmanlı), denetimsiz (danışmansız) ve takviyeli (yarı danışmanlı) öğrenme olarak üçe ayrılır.

Denetimli öğrenmede sisteme bir eğitim veri seti ve bir test veri seti yüklenir. Böylelikle sonuçları bilinen veri setinden faydalanılarak sonuçları bilinmeyen verilerle ilgili tahminler yapılabilir (Kızılkaya ve Oğuzlar, 2018). Denetimsiz öğrenmede sadece girdiler vardır ve bu girdilere karşılık herhangi bir bilinen çıktı yoktur. Sistem

keşifler yaparak ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışır. Takviyeli ya da yarı danışmanlı öğrenmede ise girdi ve çıktılardan bazıları bilinmektedir. Az sayıdaki verilerden faydalanarak etiketlenmemiş verilerle ilgili bilgi sahibi olmaya çalışılmaktadır (Şahin, 2018).

Regresyon:

Danışmanlı öğrenme yöntemi olan regresyon, istenilen en az iki veya ikiden fazla değişken arasındaki birbirleri ile olan ilişkilerini incelenmesini sağlayan güçlü bir istatistiksel yöntemdir (Selvi, 2019). Veri bilimcilerin bir veya daha fazla tahmin değişkeninin (x) değerine dayalı olarak sürekli bir sonucu (y) tahmin etmesine olanak tanıyan matematiksel yöntemlerden oluşan makine öğrenmesine regresyon denir. Regresyon analizinde değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisi vardır. (Gök, 2017).

Naive bayes sınıflandırıcısı:

Adını İngiliz matematikçi Thomas Bayes'tan alan bu algoritmanın temelinde Bayes Theoremi yatmaktadır. Girdilerin boyutlarının yüksek olduğu durumlarda Naive Bayes algoritması kullanılabilir. Bu metotlar basit bir ifadeyle bir grubun sahip olduğu niteliğin diğer gruplarla alakası olmadığını düşünür. Her yeni ek bilgide olayların olasılıkları tekrar ele alınır (Şahin, 2018).

Destek vektör makinesi :

Destek vektör makinesi (DVM), sınıflandırma problemlerini çözmek için geliştirilmiş kolay bir denetimli öğrenme yöntemidir. Burada asıl amaç verileri sınıflara ayıran bir çizgi veya hiper düzlem oluşturmaktır. Böylelikle sadece eğitim setini değil bilinmeyen örnekleri de sınıflandırabilir (Demircan ve Elmacı, 2019).

K-En yakın komşu (K-NN):

Bu algoritma ile hangi gruba ait olduğu belli olmayan verilerin gruplandırılması amaçlanmıştır. Hesaplama yapılırken örnek veriye olan mesafe ölçülür(Çınar, 2019). Genel olarak öklid mesafesi kullanılır fakat güçlü ilişkili değişkenler için ilişkiye dayalı ölçüler tercih edilir. Bu metodun matematiksel olarak basit olması, istatistiksel

tahminlerden bağımsız oluşu ve etkinliğinin sınıfların alan dağılımına bağlı olmayışı diğerler metodlara karşı avantaj sağlamaktadır. Fakat her sınıftaki numune örneklerinde büyük farklar olduğu zaman bu metod iyi çalışmaz (Berrueta ve ark., 2007).

Karar ağacı:

Karar ağacı metodu test edilmelerinin çok kolay olması, yorumlanmasının ve görselleştirilmesinin de kolay olması nedeniyle çok yaygın olarak kullanılan bir sınıflandırma metodudur. Karar ağacı kök dediğimiz düğümlerden oluşmakta bunlar ilk hücreleridir. Bu kök hücrelerinin altında düğümleri ve düğümlerin altında da bize sonuç veren yapraklar bulunur (Özgür ve Erdem, 2012).

Kümeleme:

Danışmansız bir öğrenme yöntemi olan kümeleme, veri noktalarının gruplandırılmasını içeren bir makine öğrenmesi tekniğidir. Kümeleme yönteminde amaç benzer özelliklere sahip grupları ayırmak ve kümeler oluşturmaktır (Selvi,2019). Kümeleme oluşturulurken kümeye ait öğelerin birbirlerine yakınlığının çok, kümeler arasındaki yakınlığın ise az olması gerekmektedir. Burada asıl amaç, kümedeki üyelerin birbirlerine fazlasıyla benzediği fakat özellikleri bakımından kümelerin çok ayrıştığı gruplar elde etmektir (Sarıman, 2011).

K-means:

Yaygın olarak kullanılan K-means algoritması bir denetimsiz öğrenme yöntemidir. Bu algoritma n adet veriden oluşan bir kümeyi , k adet kümeye bölmek amacıyla oluşturulmuştur (Sarıman, 2011). K-means algoritmasındaki temel amaç kümeler arasındaki benzerliğin minimum düzeyde olması, küme içerisindeki benzerliklerin ise maksimum düzeyde olmasıdır (Güneş, 2017).

Yapay sinir ağları:

Yapay sinir ağları (YSA), girdi ve çıktı arasındaki bağlantıyı insan beynini taklit ederek sağlayan bilgi işlem yapılarıdır (Gallo, 2015).

Bunlar temel olarak ağırlıklarla çarpılan girdilerden oluşur ve daha sonra matematiksel bir fonksiyonla hesaplanan nöronun aktivasyonunu belirler. Başka bir fonksiyon da yapay nöronun çıktısını hesaplar. Yapay Sinir Ağları da bilgiyi işlemek için yapay nöronları birleştirir (Gershenson, 2019).

Bulanık mantık:

Günlük hayatımızda bir durumu ifade ederken her şey net olmayabilir. Bazı olayları kesinlik belirtmeden ifade edebiliriz. Havanın sıcaklığını belirtirken hafif sıcak gibi ifadeler kullanabiliriz. Bu gibi ifadeler bizim bazı olaylarda makinelerden daha iyi karar vermemizi sağlamaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı da kesin değerler yerine insanlarınkine yakın biçimde karar vermeyi amaçlar (Sofu ve ark. 2007).

2.2.6. Makine öğrenmesi süreci adımları

Makine öğrenmesi modeli oluşturabilmek için takip edilmesi gereken bazı adımlar vardır. Bunlar:

- Model oluşturabilmek için gerekli verinin toplanması
- Toplanan verilerin ön işlenmesi
- İşlenen verilerin temizlenmesi
- Temizlenen verilerin dönüştürülmesi
- Dönüştürülen verilerin eğitim ve test grupları halinde ayrılması
- Eğitim dataları kullanılarak bir model oluşturulması
- Test verileri kullanılarak oluşturulan modelin değerlendirilmesi
- Elde edilen sonuçlar yeterli ise uygulamaya geçilmesi (Kartal, 2015).

2.2.7. Bazı makine öğrenmesi örnekleri

Eğitim, sağlık, gıda sanayisi, otomotiv sektörü, tarım, finans, enerji, siber güvenlik gibi hayatın her alanında makine öğrenmesi karşımıza çıkmaktadır (Çelik ve Altunaydın, 2018).

Günümüzde makine öğrenmesinde kullanmak için ihtiyacımız olan veriler internet, e-postalar, fotoğraflar, mobil uygulamalar, alışveriş yaparken doldurduğumuz bilgiler ve sosyal medya hesaplarımızdaki bilgilerden elde edilmektedir. Bu veriler kişiler hakkında birçok bilgi vermekte ve firmaların hedef kitlelerini seçmelerine yardımcı olmaktadır. Örnek olarak MasterCard, dünya üzerindeki 210 ülkedeki 1.5 milyar kart kullanıcısının yapmış olduğu alışverişleri analiz ederek müşterilerinin alışkanlıklarını belirleyip onlara uygun çalışmalar yapmıştır. Amazon ve Netflix gibi uygulamalar üyelerinin geri bildirimleri ve tercihlerini dikkate alarak onlara uygun ürünleri daha isabetli hale getirmiştir (Atalay ve Çelik, 2017).

2.2.8. Gıda sanayisinde kullanım alanları

Günümüzün son derece rekabetçi pazarında kalite, modern gıda endüstrisi için çok önemli bir faktördür. Çünkü yüksek kaliteli ürün başarının temelini oluşturmaktadır. Kalite değerlendirme amacıyla birçok makine öğrenmesi algoritmaları gıda sanayisinde giderek fazla kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Ayıklama makineleri
- Sensörlü kameralarla güvenliğin sağlanması
- Ürün geliştirme
- Şarapların sınıflandırılması
- Elektronik burun
- Donmuş gıdalarda bakteri gelişiminin tahmini gibi örneklerle karşımıza çıkmaktadır (Sofu ve ark., 2007).

2.3. Önceki Çalışmalar

Ordukaya ve Karlik (2017), makine öğrenmesi ve elektronik burun kullanarak zeytinyağında kalite kontrolü üzerine bir çalışma yapmışlardır. Zeytinyağında, pahalı ve uzun olan analizlerin süresini ve maliyetini düşürmek amacıyla yapılan bu çalışmada 12 farklı zeytinyağı numunesi koku sensörleri olan elektronik burun ve makine öğrenmesi algoritmaları ile test edilip farklı algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada iki yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde 32 ikinci

yöntemde ise 8 girdi uygulanmıştır. Birinci ve ikinci yöntemdeki sonuçlara baktığımızda en yüksek doğruluğun %98.33'le karar ağacı algoritmasının sağladığını görmüşlerdir.

Demircan ve Elmacı (2019), denetimli örüntü tanıma ve gıda analizlerinde uygulamaları adlı çalışmalarında bu makine öğrenmesi algoritmasının gıda sanayisinde nerelerde ve nasıl kullanıldığını incelemişlerdir. Birçok alanda kullanıldığı görülen algoritmanın ileriki zamanlarda daha da yaygınlaşmasıyla gıda analizlerinde hızlı sonuçlar elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Sofu (2006), depolanma sırasında yoğurtlarda meydana gelen yapısal değişikliklerin makine öğrenmesi yöntemiyle yorumlanması üzerine bir çalışma yapmıştır. Makine öğrenmesi yöntemi olarak yapay sinir ağlarını kullanmıştır. Belirli günlerde yoğurtların pH miktarları hesaplanmış ve mikrobiyal analizler yapılarak sonuçları elde edilmiştir. Bu analizler sonucu elde ettiği dataları kullandığı algoritmaya vererek yoğurtların raf ömrü için bir tahmin formülü elde etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre yapay sinir ağlarının iyi sonuçlar vermesinden dolayı yoğurt raf ömrü süresinin belirlenmesinde mevcut yöntemlere alternatif olarak kullanılabileceğini görmüştür.

Güneş (2017), küflü olan kuru incirleri diğer incirlerden ayırabilmek için makine öğrenmesi yöntemlerinden faydalanmayı amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Bunun için hiperspektral görüntüleme faydalanarak verileri makine öğrenmesi algoritmalarına aktarmıştır. 192 adet incir örneğinin kullanıldığı deneysel çalışmada incir örneklerine ait aflatoksin ve küf ölçümleri mikrobiyolojik analizler ile yapılmış aflatoksin ve küf yaklaşımına göre ayrı ayrı etiketlenip farklı algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır. Elde ettiği sonuçları geleneksel yöntemlerle karşılaştırdığında Afl+ sınıflandırma hatasından kaynaklanan yüksek maliyetin minimum orana indirildiğini görmüştür.

Solak (2017), fındık meyvesini sınıflandırabilmek için makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmayı amaçlamıştır. Bunun için görüntü işleme tekniklerinden

faydalanmıştır. Bu çalışmada K-means ile ortalama tabanlı algoritmaları kullanılarak fındıkların küçük, orta ve büyük olarak sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. K-means ve ortalama tabanlı algoritmaların %90 ve %100 arasında benzerlik oranları bulunduğu görülmüştür.

Şenel (2020), kayısı iç çekirdeğini gruplara ayırabilmek için makine öğrenmesi yöntemlerini kullanmayı amaçlamıştır. Elde edilen veriler 7 farklı makine öğrenmesi yöntemiyle denenip karşılaştırılmıştır. Rastgele orman algoritmasının diğerlerinden daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

Ataş (2011), yapmış olduğu çalışmada aflatoksinli pul biberi diğer biberlerden etkili bir şekilde ayırmayı amaçlamıştır. Bunun için öncelikle hiperspektral görüntüleme tekniklerini kullanmıştır. Bu yöntemle elde ettiği verileri makine öğrenmesi algoritmalarına test ettirmiştir. Kullandığı DVM, yapay sinir ağları ve doğrusallık ayırmsallık sınıflandırıcısı yöntemlerinin %83.26 ve %87.5'lik bir doğrulukta sonuç verdiği görülmüştür.

Viejo ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada, ucuz ve taşınabilir bir elektronik burun ile makine öğrenmesi algoritması entegrasyonu ile kahve yoğunluğunu ve aromalarını hızlı bir şekilde tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, çalışmalarında farklı yoğunluk seviyelerine sahip dokuz ticari kahve örneğinin üçlü plakaları kullanılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmasından çıkan sonuçlar, kahvenin yoğunluğunu yüksek doğrulukta (%98) tahmin etmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

Cerdan ve ark., (2021), Tempranillo ve Tempranillo Blanco üzüm ve şaraplarını destek vektör makinesi makine öğrenme algoritması ile sınıflandırmak için temel fenolik, aromatik ve azot bileşiklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Analiz için altı tane Tempranillo ve altı tane Tempranillo Blanco üzümü ayrıca altı tane Tempranillo ve altı tane de Tempranillo Blanco şarabı numunesi kullanılmıştır. Azot ve fenolik bileşikler için Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi, uçucu bileşikler için ise Gaz

Kromatografisi – Kütle Spektrometresi kullanılmıştır. Sonuç olarak bazı kimyasal bileşiklerin şarap ve üzüm ayrımları için iyi bir tahmin verici olabileceği görülmüştür.

Hau ve ark., (2020), zeytinyağında fındık yağı ve ayçiçeği yağı kullanılarak yapılan tağışışın Düşük Alan Nükleer Manyetik Rezonans ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanarak hızlı bir şekilde bulmayı amaçlamışlardır. Saf zeytinyağı %10 ile %100 arasında fındık yağı ve ayçiçeği yağı ile karıştırılarak analizleri yapıp sonuçlar elde edilmiştir. Düşük alan nükleer manyetik rezonans spektroskopisi ile entegre edilen Evrişimli Sinir Ağları algoritmasının %89.29 doğruluk ve %81.25 hassasiyet ile sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre Evrişimli Sinir Ağları algoritmasıyla birleştirilmiş Düşük Alan Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi hızlı bir saf zeytinyağı doğrulaması yapabileceği görülmüştür.

Gyftokostas ve ark., (2021), zeytinyağının özgünlüğü ve coğrafi kökenine göre sınıflandırılması için makine öğrenmesi algoritmaları ve Lazer Etkileşimli Plazma Spektroskopisi ile entegrasyonu amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada 139 sızma zeytinyağı örneği kullanılmış ve bunun için Lineer Diskriminant Analizi, Çok Değişkenli Desen Analizi, Rastgele Karar Ormanları ve Çok Değişkenli Gradyan Arıtılmış Sınıflandırıcısı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar makine öğrenmesi destekli Lazer Etkileşimli Plazma Spektroskopisinin sızma zeytinyağının coğrafi kökeninin hızlı bir şekilde doğrulaması için güçlü ve etkili bir araç olabileceğini göstermiştir.

Qi ve ark., (2020), bu çalışmada, Çin’de domuz eti menşeinin izlenebilirliğini kolaylaştırmak için mineral elementlerin parmak izi analizini ve makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmayı amaçlamaktadır. Sonuçlar bize yedi bölgenin her birinin karakteristik bir element içerik profiline sahip olduğunu göstermektedir. Menşei izlenebilirlik modelinin performansını arttırabilmek için yaygın kullanılan makine öğrenmesi algoritmaları tanıtılmıştır. Böylelikle yüksek performanslı bir orijin izleme modeli elde edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma, bir ülkede domuz eti örneklerini ayırt etmek için makine öğrenmesi destekli mineral element analizinin uygulanabileceğini göstermektedir.

Bizzani ve ark., (2020), portakal suyundaki çözünür pektin içeriği değişikliklerinin izlenmesi için Mid-Infrared (MIR) Spektroskopisi, Zamansal Alanda Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (TD-NMR) ve makine öğrenmesi algoritmalarına dayalı hızlı bir yaklaşım elde etmeyi amaçlamışlardır. Farklı hasatları temsil eden 109 tane portakal suyu numunesi MIR, TD-NMR ve referans metod kullanılarak analiz edilmiştir. MIR ve TD-NMR verilerinin iki grupta kümelenmesi için denetimsiz makine öğrenmesi algoritmaları uygulanmıştır. Sonuç olarak MIR verilerine dayalı olarak makine öğrenmesi algoritmalarıyla %85 ve %89 arasında bir doğrulukta sınıflandırma modeli oluşturulabilmekte olduğu görülmüştür.

Parastar ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada, tavuk etinin orijinalliğini ölçmek için işlenmiş Yakın Infrared Spektroskopisi (NIR) ve makine öğrenmesi algoritmalarının entegrasyonu amaçlanmıştır. Çalışmada Rastgele Alt Uzay Diskriminant topluluğu (RSDE) metodunun yapay sinir ağları ve DVM gibi diğer yöntemleri önemli ölçüde geride bıraktığı görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma makine öğrenimi algoritmaları ile birleştirilmiş NIR spektroskopisinin tavuk etinin özgünlüğünü belirlemek için kullanışlı ve hızlı bir araç olduğu görülmüştür.

Najafabadi ve ark., (2021), bileşen özelliklerini kullanarak soya fasülyesi verimini modellemek ve optimize etmek için makine öğrenmesi ve genetik optimizasyon algoritmalarının uygulanmasını amaçlamışlardır. Soya fasülyesindeki en verimli beş verim bileşeni özelliği, dört ortamda yetişen 250 genotipten oluşan bir kullanılarak ölçülmüştür. Bu veriler Çok Katmanlı Algılayıcılar, Çapsal Tabanlı Fonksiyon ve Rastgele Orman makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak toplam soya fasülyesi tohum verimini tek tek ve toplu olarak torbalama yöntemine dayalı bir birleştirme yöntemiyle tahmin etmek için kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar soya fasülyesi verimi ve bileşenleri arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşıldığını ortaya koymuştur.

Yapılan bir çalışmada, zeytinyağının asitlik derecesi ve coğrafi köken bakımından basit, güvenilir ve hızlı bir şekilde sınıflandırılabilmesi için Lazer Oluşturmalı Plazma Spektroskopisi (LIBS) spektrumlarında yer alan bilgilerin

alınması ve makine öğrenmesi metodları ile entegre edilmesi amaçlanmıştır. Farklı asitlik derecesinde sekiz zeytinyağı numunesi LIBS spektrumunda analiz edilmiş ve daha sonra farklı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak veriler değerlendirilmiştir. Doğrusal Diskriminant analizi, Rastgele Orman ve Destek Vektör Makineleri algoritmalarında %90'dan yüksek bir doğruluk elde edilmiştir. Sonuç olarak LIBS tekniğinin makine öğrenmesi algoritmalarıyla birleşimi zeytinyağının asitlik derecesi ve coğrafi köken bakımında kontrolü için çok hızlı ve güvenilir bir araç olduğu görülmüştür (Gazeli ve ark., 2020).

Hong ve He (2020), yaptıkları bu çalışmada, Longjing çayının coğrafi kökeninin belirlenmesinde kullanılan Hiperspektral Görüntüleme Sistemleri ile makine öğrenmesi algoritmalarını birleştirmeyi amaçlamışlardır. Hiperspektral Görüntüleme Sistemleri ile elde ettikleri verileri Destek Vektör Makinesi ve Persiyel En Küçük Kare Ayırıcı analiz metodu ile test ettiklerinde %84'ün üzerinde bir doğrulukta sonuç verdiğini görmüşlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Analizlerde kullanılacak zeytinyağı ve pamuk yağı yerel firmalardan 4 farklı örnek ve 1'er kg olarak temin edilmiştir. Çalışmalara başlamadan önce numunelerin analizleri yapılmış ve saf oldukları görülmüştür.

3.1.1. Kimyasallar

Yağ asitleri kompozisyonu analizinde kullanılan izooktan (%99.5), sodyum hidrojen sülfat (%99), sodyum klorür (%99.5) ve metanollü potasyum hidroksit (2 N) Merck'ten (Darmstadt, Almanya) temin edilmiştir. 37'li yağ asitleri standartı Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir.

3.1.2. Kullanılan cihaz ve gereçler

- Genel laboratuvar malzemeleri
- Gaz kromatografi cihazı (Thermo marka TraceUltra)
- Detektör (FID)
- Hidrojen, kuru hava ve helyum gazları
- Şırınga
- Vial
- Santrifüj tüpü
- Titreşimli karıştırıcı
- Hassas terazi
- Otomatik pipet
- Kapaklı tüp (20 ml)

3.2.Yöntem

3.2.1. Yağ karışımlarının hazırlanması

Saf zeytinyağına belirli oranlarda pamuk yağı karıştırılmak suretiyle Çizelge 3.1.'de gösterilen karışımlar elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Zeytinyağı ve Pamuk Yağı Karışım Oranları Tablosu

Gruplar	Karışım oranları	Örnek sayısı (n)
1 SZY	10 g SZY	20
2 SZY+%1 PY	9.9 g SZY+0.1 g SPY	20
3 SZY+%5 PY	9.5 g SZY+0.5 g SPY	20
4 SZY+%10 PY	9.0 g SZY+1.0 g SPY	20
5 SZY+%20 PY	8.0 g SZY+2.0 g SPY	20
6 SZY+%40 PY	6.0 g SZY+4.0 g SPY	20
7 SPY	10 SPY	20

3.2.2.Ekstraksiyon

Yağ asitlerinin gaz kromatografisinde analiz edilebilmesi için metilleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlem TS EN ISO 12966:2 metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Deney tüpüne 100 mg yağ numunesi ve 2 ml izooktan çözültisi konulduktan sonra karıştırılmıştır. 200 µl 2 N metanollü potasyum hidroksit (KOH) çözültisi ilave edilerek 1 dk süreyle tekrar karıştırılmıştır. Daha sonra tüpün içerisine %40'lık NaCl çözültisinden 2 ml eklenerek karıştırılmıştır. Üstteki izooktan fazı bir vialle aktarılmış ve 1 g kadar sodyum hidrojen sülfat eklenerek çalkalanmıştır. 30 dk bekletilip üst kısımdaki fazdan 1 µl alınarak GC cihazına enjekte edilmiştir (TS EN ISO 12966-2, 2017).

3.2.3.Kromatografik şartlar

Yağ asitleri bileşiminin belirlenebilmesi amacıyla, Thermo marka, TraceGC Ultra model, FID (Flame Ion Dedector) dedektörlü gaz kromatografisi cihazı kullanılmıştır. Yağ asitlerinin ayırımı için 60m'lik HP-88 kolon kullanılmıştır. İnjektör

bloğunun ısısı 280 ve 250 °C olacak şekilde düzenlenmiştir. 50 °C ‘de 2 dk beklenip 20 °C/dk artışla 180 °C’ye ulaşılacak şekilde ayarlanmıştır. Bu değerden de 5°C/dk artışla 230 °C’ye gelinmiş ve bu ısıda 5.5 dk beklenmiştir. Split oranı 1/50 olacak şekilde düzenlenmiştir. İnjektasyon miktarı ise 1 µl olarak düzenlenmiştir.

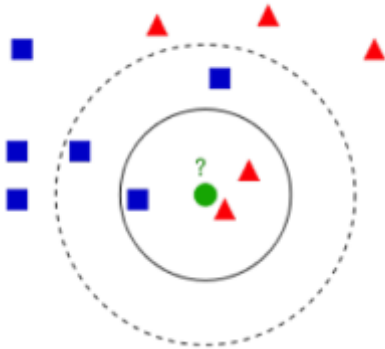
3.3. Kullanılan Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Makine öğrenmesi algoritması seçimi genellikle problemin türüne göre yapılmaktadır. Bu çalışmaya uygun olan K-en yakın komşu(K-NN), Destek vektör makinesi(DVM) ve Karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır.

3.3.1. K-En yakın komşu (K-NN)

Bu algoritma basit ve etkili bir makine öğrenmesi algoritması olduğu için makine öğrenmesi uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Lee ve ark.,2019). Bu sınıflandırıcının özü esas olarak test edilen örnekler ve eğitim örneklerinin arasındaki mesafeyi ya da benzerlikleri ölçmeye bağlıdır (Prasath ve ark., 2019).

Buradaki “K” en yakın komşuların sayısını temsil etmektedir. İki temel değer olan uzaklık ve komşuluk sayısı üzerinden yapılan hesaplamalarda k değeri sonuca direkt etki etmektedir (Lee ve ark., 2019).



Şekil 3.1. K=3 ve K=5 olduğunda K-NN sınıflandırması örneği (Prasath ve ark., 2019)

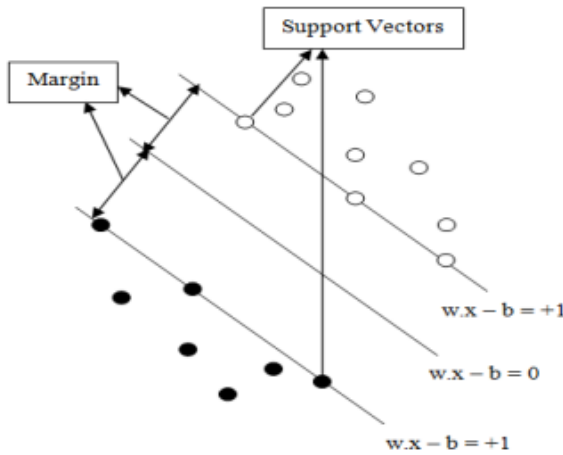
Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi $k=3$ olduğunda soru işareti ona noktayı kırmızı üçgen sınıfı, $k=5$ olduğunda ise mavi kare sınıfı olarak tanımladığını görmekteyiz (Prasath ve ark., 2019).

K-NN algoritmalarında uzaklık ölçütleri olarak öklid uzaklığı, manhattan uzaklığı, chebyshev uzaklığı, minkowski uzaklığı ve kosinüs uzaklığı kullanılmaktadır (Zhu ve Zhang, 2020). Basit ve kullanışlı olan bu algoritmanın, düşük verimlilik, dışarıdan girilen k verilerine karşı duyarlılığı ve uzaklık ölçütlerine olan hassasiyeti de algoritmanın dezavantajları olarak görülebilir (Pala ve ark., 2019).

3.3.2. Destek vektör makinesi (DVM)

En iyi makine öğrenme algoritmalarından olan Destek Vektör Makinesi (DVM) Vapnik tarafından geliştirilmiş ve daha iyi deneysel performans gibi umut verici özelliklerinden dolayı popülerlik kazanmıştır. Sınıflandırma problemleri çözmek için geliştirilen destek vektör makineleri son zamanlarda regresyon problemleri çözmek için genişletilmeye başlanmıştır (Jakkula, 2011).

Çalışma prensibine baktığımızda DVM'nin iki farklı grubu birbirinden etkili bir şekilde ayırabilen bir çizgi veya hiper-düzlem tanımlaması esasına dayandığı görülmektedir (Kavzoğlu ve Colkesen, 2010).



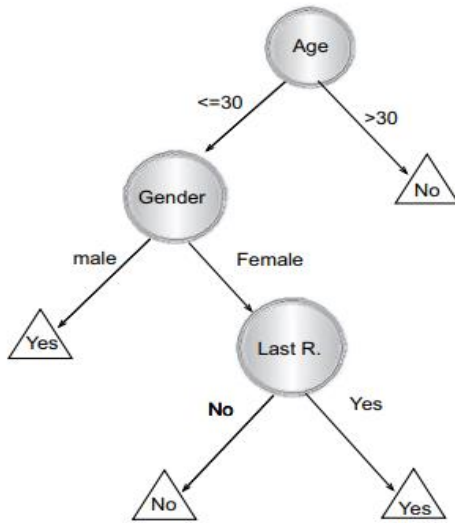
Şekil 3.2. Destek vektör makinesi modeli (Pradhan, 2012)

Şekil 3.2.'de destek vektör makinesi tekniğini temsil eden basit bir model oluşturulmuştur. Buradaki amaç gelecek olan verinin hangi sınıfta yer alacağına karar verebilmektir. Sınıflandırma yapabilmek amacıyla iki sınıfı ayıran bir doğru çizilmesi gerekmektedir. Böylelikle model üç farklı çizgiden oluşur. Bu hiper düzlemi birlikte oluşturan üç satır ve kenarlarında uzanan hiper düzleme destek vektörleri denir (Pradhan, 2012).

Çoğunlukla örüntü tanıma için kullanılan Destek Vektör Makinelerinin günümüzde görüntü tanıma, konuşma tanıma, metin sınıflandırma, yüz tanıma gibi birçok alanda uygulandığına şahit olmaktadır (Pradhan, 2012).

3.3.3. Karar ağacı

Karar ağacı algoritması test edilmesi ve yorumlanması oldukça kolay olduğu için sınıflandırma ve regresyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Karar güğümleri ve yaprak güğümlerinden oluşan bu algorithmada kökten başlanarak güğümlere ve yapraklara ulaşılır (Sheen ve Rajesh, 2008). Şekil 3.3.'de potansiyel bir müşterinin doğrudan bir postaya yanıt verip veremeyeceğini gösteren bir karar ağacı oluşturulmuştur (Rokach ve Maimon, 2005).



Şekil 3.3. Doğrudan postaya yanıt sunan karar ağacı (Rokach ve Maimon, 2005)

3.4. Karışıklık Matrisi

Karışıklık Matrisi (Confusion Matrix) data gruplandırma programları tarafından düzenlenen tahmin edilen değer ve gerçek değer hakkında bilgi içerir. Sınıflandırma algoritmaları doğruluk yüzdeleri bu verilere göre değerlendirilebilir. Çizelge 3.2.'de bahsettiğimiz bu karışıklık matrisi tablosu gösterilmiştir (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021).

Çizelge 3.2. Karışıklık matrisi tablosu (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021)

		Tahmin edilen değer	
		Pozitif	Negatif
Gerçek değer	Pozitif	<i>Doğru Pozitif(TP)</i>	<i>Yanlış Negatif(FN)</i>
	Negatif	<i>Yanlış Pozitif(FP)</i>	<i>Doğru Negatif(TN)</i>

Doğruluk: Bir modelin başarısını gösteren en faydalı ölçüt doğruluk değeridir. Denklem 3.1'de görüldüğü gibi doğru olarak tahmin edilen örnek sayısının toplam örnek sayısına oranı olarak ifade edilmektedir (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021).

$$\text{Doğruluk} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3.1)$$

Kesinlik: Hassasiyet olarak da bilinen kesinlik, Denklem 3.2'de görüldüğü gibi doğru pozitifin , doğru pozitif ve yanlış pozitifin toplamına oranıdır (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021).

$$\text{Kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3.2)$$

Duyarlılık: Geri çağırma olarak da bilinen duyarlılık, Denklem 3.3'de görüldüğü gibi doğru pozitifin , doğru pozitif ve yanlış negatifin toplamına oranıdır (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021).

$$Duyarlılık = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3.3)$$

F-Skoru: Bir modelin doğruluğunun kesinlik ve duyarlılığı birleştiren genel bir ölçüsüdür. Denklem 3.4’de görüldüğü gibi kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalaması olarak ifade edilebilir (Uyanık ve Kasapbaşı, 2021).

$$F - Skoru = \frac{2 * Duyarlilik * Kesinlik}{Duyarlilik + Kesinlik} \quad (3.4)$$

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

İlk olarak çalışmada kullanılacak ZY ve PY'larının yağ asidi kompozisyonları belirlenerek herhangi bir taklit ve tağşiş olup olmadığı bakımından Türk Gıda Kodeksine (TGK) göre değerlendirilmiştir. ZY ve PY'na ait olması gereken değerler Çizelge 4.1.'de verilmiştir (Resmî Gazete, 2012; Resmî Gazete, 2017). Yapılan değerlendirmede yağların ilgili tebliğlere göre uygun oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.1. Zeytinyağı ve pamuk yağına ait olması gereken değerler (%)

Yağ asitleri	formülü	ZY	PY
Miristik Asit	C14:0	≤0,03	0,6-1,0
Palmitik Asit	C16:0	7,5-20	21,4-26,4
Palmitoleik Asit	C16:1	0,3-3,5	≤1,2
Heptadekanoik Asit	C17:0	≤0,4	≤0,1
Heptadesenoik Asit	C17:1	≤0,6	≤0,1
Stearik Asit	C18:0	0,5-5,0	2,1-3,3
Oleik Asit	C18:1	55,0-83,0	14,7-21,7
Linoleik Asit	C18:2	2,5-21,0	46,7-58,2
Linolenik Asit	C18:3	≤1,0	≤0,4
Araşidik Asit	C20:0	≤0,6	0,2-0,5
Eikosenoik Asit	C20:1	≤0,5	≤0,1
Behenik Asit	C22:0	≤0,2	≤0,6
Lignoserik Asit	C24:0	≤0,2	≤0,1

7 grup (SZY, ZY+%1PY, ZY+%5PY, ZY+%10PY, ZY+%20PY, ZY+%40PY, SPY) ve her bir grupta 20 örnek olacak şekilde toplam 140 adet yağ örneği hazırlanarak GC'de analiz edilmiştir. Her analizde tebliğde belirtilen toplam 13 farklı yağ asidi değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Çizelge 4.2.'de saf zeytinyağına ait yağ asitleri kompozisyonu verilmektedir.

Çizelge 4.2.Saf zeytinyağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu(%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
Palmitik Asit	14,24	15,04	16,68	17,89	15,14	14,17	14,97	14,91	14,23	14,25
Palmitoleik Asit	1,13	1,42	1,15	1,42	1,2	1,06	1,42	1,41	0,92	0,94
Heptadekanoik Asit	0,12	0,14	0,17	0,14	0,13	0,04	0,13	0,12	0,15	0,17
Heptadesenoik Asit	0,2	0,24	0,28	0,21	0,2	0,12	0,25	0,25	0,23	0,25
Stearik Asit	3,36	3,05	3,13	3,48	3,26	3,33	3,11	3,08	3,44	3,48
Oleik Asit	70,07	71,64	65,33	63,58	69,26	70,35	71,49	71,54	67,22	67,15
Linoleik Asit	9,38	7,14	11,93	11,74	9,47	9,44	7,12	7,15	11,86	11,94
Araşidik Asit	0,46	0,45	0,31	0,43	0,37	0,47	0,44	0,45	0,5	0,52
Linolenik Asit	0,59	0,72	0,81	0,68	0,54	0,57	0,66	0,67	0,78	0,79
Eikosenoik Asit	0,25	0,68	0,21	0,17	0,2	0,24	0,23	0,23	0,29	0,3
Behenik Asit	0,13	0,11	0,09	0,08	0,09	0,13	0,1	0,11	0,13	0,13
Lignoserik Asit	0,07	0,07	0,05	0,04	0,03	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Palmitik Asit	14,64	15,86	17,29	16,52	14,66	14,57	14,94	14,57	14,24	14,45
Palmitoleik Asit	1,28	1,29	1,29	1,31	1,13	1,24	1,42	1,17	0,93	1,11
Heptadekanoik Asit	0,13	0,16	0,16	0,14	0,09	0,09	0,13	0,14	0,16	0,15
Heptadesenoik Asit	0,22	0,26	0,25	0,21	0,16	0,19	0,25	0,24	0,24	0,24
Stearik Asit	3,21	3,09	3,31	3,37	3,3	3,22	3,1	3,26	3,46	3,34
Oleik Asit	70,86	68,49	64,46	66,42	69,81	70,92	71,52	69,38	67,19	69
Linoleik Asit	8,26	9,54	11,84	10,61	9,46	8,28	7,14	9,51	11,9	10,1
Araşidik Asit	0,46	0,38	0,37	0,4	0,42	0,46	0,45	0,48	0,51	0,49
Linolenik Asit	0,66	0,77	0,75	0,61	0,56	0,62	0,67	0,73	0,79	0,72
Eikosenoik Asit	0,47	0,45	0,19	0,19	0,22	0,24	0,23	0,26	0,3	0,38
Behenik Asit	0,12	0,1	0,09	0,09	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13
Lignoserik Asit	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07

Saf pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Saf pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,69	0,75	0,67	0,69	0,64	0,64	0,61	0,94	0,77	0,72
Palmitik Asit	22,14	22,84	21,98	21,83	22,92	21,91	21,73	26	23,55	22,49
Palmitoleik Asit	0,49	0,51	0,49	0,56	0,53	0,53	0,53	0,67	0,56	0,5
Heptadekanoik Asit	0,08	0,08	0,08	0,09	0,02	0,01	0,05	0,05	0,06	0,08
Heptadesenoik Asit	0,09	0,05	0,03	0,06	0,04	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Stearik Asit	2,62	2,43	2,61	2,44	2,5	2,49	2,37	2,04	2,28	2,53
Oleik Asit	17,66	17,41	17,24	19,97	19,76	19,8	18,07	15,32	15,92	17,54
Linoleik Asit	55,65	54,86	55,38	53,63	52,77	53,89	56,03	53,67	55,49	55,26
Araşidik Asit	0,27	0,2	0,25	0,21	0,26	0,25	0,24	0,2	0,33	0,24
Linolenik Asit	0,04	0,21	0,21	0,25	0,23	0,22	0,15	0,18	0,13	0,13
Eikosenoik Asit	0,1	0,05	0,08	0,06	0,07	0,07	0,04	0,07	0,08	0,08
Behenik Asit	0,01	0,08	0,09	0,09	0,12	0,11	0,12	0,04	0,06	0,05
Lignoserik Asit	0,07	0,03	0,06	0,04	0,06	0,06	0,07	0,06	0,04	0,05

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,71	0,68	0,67	0,64	0,63	0,78	0,86	0,75	0,72	0,7
Palmitik Asit	22,41	21,91	21,48	21,52	21,82	23,67	24,78	23,02	22,45	22,16
Palmitoleik Asit	0,5	0,53	0,55	0,53	0,53	0,6	0,62	0,53	0,5	0,51
Heptadekanoik Asit	0,08	0,09	0,06	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08
Heptadesenoik Asit	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04
Stearik Asit	2,52	2,53	2,47	2,5	2,48	2,26	2,16	2,4	2,52	2,52
Oleik Asit	17,33	18,61	19,87	19,78	18,44	16,7	15,62	16,73	17,43	17,97
Linoleik Asit	55,12	54,51	54,2	54,13	55,35	54,9	54,58	55,37	55,19	54,81
Araşidik Asit	0,23	0,23	0,24	0,26	0,25	0,22	0,27	0,28	0,23	0,23
Linolenik Asit	0,21	0,23	0,24	0,23	0,19	0,17	0,16	0,13	0,17	0,22
Eikosenoik Asit	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07
Behenik Asit	0,09	0,09	0,11	0,12	0,12	0,08	0,05	0,05	0,07	0,09
Lignoserik Asit	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05

Çizelge 4.4.'de saf zeytinyağına %1 oranında karıştırılan pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.4. Zeytinyağı+%1 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,2	0,02
Palmitik Asit	14,36	14,21	14,14	14,92	15,18	17,52	14,25	14,25	14,19	14,29
Palmitoleik Asit	1,06	1,13	1,09	1,38	1,42	1,72	0,93	0,93	0,9	1,1
Heptadekanoik Asit	0,12	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14	0,16	0,16	0,12	0,12
Heptadesenoik Asit	0,12	0,18	0,19	0,22	0,24	0,26	0,24	0,21	0,21	0,15
Stearik Asit	3,31	3,3	3,37	2,99	3,07	2,8	3,47	3,42	3,42	3,31
Oleik Asit	69,49	69,69	69,7	71,23	70,94	69,37	66,69	66,51	67,74	69,59
Linoleik Asit	10,08	9,87	9,9	7,67	7,55	7,02	12,5	12,45	11,69	9,98
Araşidik Asit	0,45	0,46	0,47	0,45	0,43	0,29	0,49	0,51	0,49	0,46
Linolenik Asit	0,61	0,58	0,58	0,59	0,65	0,64	0,79	0,78	0,68	0,6
Eikosenoik Asit	0,23	0,23	0,23	0,24	0,22	0,16	0,27	0,29	0,21	0,23
Behenik Asit	0,12	0,12	0,13	0,11	0,09	0,04	0,1	0,11	0,11	0,12
Lignoserik Asit	0,04	0,07	0,06	0,05	0,04	0,01	0,03	0,06	0,03	0,06

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,12	0,11	0,02	0,02
Palmitik Asit	14,18	14,53	15,05	16,35	15,89	14,25	14,22	14,24	14,23	14,35
Palmitoleik Asit	1,11	1,24	1,4	1,57	1,33	0,93	0,92	1	1,1	1,17
Heptadekanoik Asit	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,14	0,12	0,12	0,13
Heptadesenoik Asit	0,19	0,21	0,23	0,25	0,25	0,23	0,21	0,18	0,17	0,2
Stearik Asit	3,34	3,18	3,03	2,94	3,14	3,45	3,42	3,36	3,32	3,26
Oleik Asit	69,7	70,47	71,09	70,16	68,03	66,6	67,13	68,67	69,64	70,08
Linoleik Asit	9,89	8,79	7,61	7,29	9,76	12,48	12,07	10,83	9,93	9,34
Araşidik Asit	0,47	0,46	0,44	0,36	0,39	0,5	0,5	0,47	0,46	0,46
Linolenik Asit	0,58	0,59	0,62	0,65	0,72	0,79	0,73	0,64	0,59	0,58
Eikosenoik Asit	0,23	0,24	0,23	0,19	0,22	0,28	0,25	0,22	0,23	0,23
Behenik Asit	0,13	0,12	0,1	0,07	0,07	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Lignoserik Asit	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06

Çizelge 4.5.'de saf zeytinyağına %5 oranında karıştırılan pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.5. Zeytinyağı+%5 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04	0,06	0,04
Palmitik Asit	14,43	14,48	14,52	15,17	14,81	14,65	14,31	14,42	14,57	14,46
Palmitoleik Asit	1,08	1,09	1,08	1,34	1,37	1,87	0,91	0,89	0,9	1,09
Heptadekanoik Asit	0,12	0,12	0,11	0,03	0,07	0,08	0,13	0,16	0,14	0,12
Heptadesenoik Asit	0,19	0,19	0,19	0,19	0,2	0,27	0,23	0,22	0,16	0,19
Stearik Asit	3,28	3,33	3,34	3,1	3,1	2,42	3,36	3,41	3,19	3,31
Oleik Asit	66,89	67,5	67,64	69,07	65,8	65,95	64,99	64,41	64,98	67,2
Linoleik Asit	11,68	11,81	11,7	9,57	13,12	13,92	14,4	14,03	14,25	11,75
Araşidik Asit	0,4	0,44	0,44	0,45	0,45	0,24	0,42	0,47	0,49	0,42
Linolenik Asit	0,56	0,57	0,56	0,65	0,66	0,47	0,75	0,77	0,77	0,57
Eikosenoik Asit	0,2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,06	0,25	0,28	0,28	0,22
Behenik Asit	0,12	0,13	0,11	0,09	0,1	0,03	0,08	0,1	0,13	0,13
Lignoserik Asit	0,07	0,05	0,04	0,07	0,05	0,01	0,03	0,07	0,07	0,06

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,04	0,04	0,02	0,01	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Palmitik Asit	14,5	14,85	14,99	14,73	14,48	14,37	14,5	14,51	14,48	14,67
Palmitoleik Asit	1,09	1,21	1,36	1,62	1,39	0,9	0,9	0,99	1,09	1,15
Heptadekanoik Asit	0,12	0,07	0,05	0,08	0,11	0,15	0,15	0,13	0,12	0,09
Heptadesenoik Asit	0,19	0,19	0,2	0,24	0,25	0,23	0,19	0,18	0,19	0,19
Stearik Asit	3,34	3,22	3,1	2,76	2,89	3,39	3,3	3,25	3,32	3,28
Oleik Asit	67,57	68,36	67,44	65,88	65,47	64,7	64,7	66,09	67,38	67,96
Linoleik Asit	11,76	10,64	11,35	13,52	14,16	14,22	14,14	13	11,75	11,2
Araşidik Asit	0,44	0,45	0,45	0,35	0,33	0,45	0,48	0,46	0,43	0,44
Linolenik Asit	0,57	0,61	0,66	0,57	0,61	0,76	0,77	0,67	0,57	0,59
Eikosenoik Asit	0,23	0,23	0,23	0,15	0,16	0,27	0,28	0,25	0,22	0,23
Behenik Asit	0,12	0,1	0,1	0,07	0,06	0,09	0,12	0,13	0,12	0,11
Lignoserik Asit	0,05	0,06	0,06	0,03	0,02	0,05	0,07	0,07	0,05	0,05

Çizelge 4.6.'da saf zeytinyağına %10 oranında karıştırılan pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.6.Zeytinyağı+%10 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,06	0,07	0,07	0,06	0,02	0,02	0,07	0,08	0,08	0,07
Palmitik Asit	15,34	14,73	14,97	15,42	15,07	15,06	14,84	14,57	14,94	15,04
Palmitoleik Asit	1,06	1,05	1	1,31	1,41	1,41	0,89	0,89	0,92	1,06
Heptadekanoik Asit	0,12	0,12	0,08	0,12	0,13	0,13	0,15	0,15	0,1	0,12
Heptadesenoik Asit	0,18	0,18	0,18	0,23	0,22	0,23	0,23	0,21	0,09	0,18
Stearik Asit	3,17	3,29	3,37	3,07	3,05	3,1	3,38	3,33	3,52	3,23
Oleik Asit	64,56	65,13	65,79	66,37	65,42	66,1	62,06	61,49	62,82	64,85
Linoleik Asit	14,14	13,99	13,28	11,99	12,87	12,33	16,69	16,06	15,93	14,07
Araşidik Asit	0,4	0,45	0,46	0,44	0,46	0,43	0,48	0,44	0,5	0,43
Linolenik Asit	0,54	0,55	0,39	0,61	0,66	0,65	0,72	0,73	0,72	0,55
Eikosenoik Asit	0,21	0,22	0,23	0,19	0,24	0,22	0,27	0,26	0,19	0,22
Behenik Asit	0,12	0,13	0,12	0,12	0,09	0,11	0,12	0,08	0,14	0,13
Lignoserik Asit	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,03	0,05	0,07

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,07	0,07	0,04	0,02	0,05	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Palmitik Asit	14,85	15,2	15,25	15,07	14,95	14,71	14,76	14,99	14,94	15,02
Palmitoleik Asit	1,03	1,16	1,36	1,41	1,15	0,89	0,91	0,99	1,04	1,09
Heptadekanoik Asit	0,1	0,1	0,13	0,13	0,14	0,15	0,13	0,11	0,11	0,1
Heptadesenoik Asit	0,18	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	0,15	0,14	0,18	0,19
Stearik Asit	3,33	3,22	3,06	3,08	3,24	3,36	3,43	3,38	3,28	3,28
Oleik Asit	65,46	66,08	65,9	65,76	64,08	61,78	62,16	63,83	65,15	65,77
Linoleik Asit	13,64	12,64	12,43	12,6	14,51	16,38	16	15	13,85	13,14
Araşidik Asit	0,46	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,46	0,44	0,45
Linolenik Asit	0,47	0,5	0,64	0,66	0,69	0,73	0,73	0,63	0,51	0,49
Eikosenoik Asit	0,23	0,21	0,22	0,23	0,25	0,27	0,23	0,2	0,22	0,22
Behenik Asit	0,13	0,12	0,11	0,1	0,12	0,1	0,11	0,13	0,13	0,12

Çizelge 4.7.'de saf zeytinyağına %20 oranında karıştırılan pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.7. Zeytinyağı+%20 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,12	0,18	0,14	0,09	0,11	0,12	0,11	0,1	0,13	0,15
Palmitik Asit	15,51	17,33	15,77	16,3	15,93	15,97	15,78	15,32	15,8	16,42
Palmitoleik Asit	0,98	1,17	0,98	1,22	1,42	1,39	0,85	0,81	0,86	1,08
Heptadekanoik Asit	0,12	0,11	0,02	0,05	0,14	0,13	0,14	0,1	0,1	0,12
Heptadesenoik Asit	0,12	0,19	0,13	0,17	0,24	0,21	0,17	0,15	0,14	0,16
Stearik Asit	3,18	2,88	3,1	2,96	3,04	3,15	3,18	3,24	3,25	3,03
Oleik Asit	59,97	58,72	59,95	61,29	60,39	59,44	56,97	57,8	57,72	59,35
Linoleik Asit	18,72	18,06	18,68	16,64	17,13	17,77	21,29	20,77	20,32	18,39
Araşidik Asit	0,43	0,44	0,41	0,4	0,43	0,46	0,44	0,45	0,4	0,44
Linolenik Asit	0,49	0,5	0,45	0,49	0,66	0,66	0,62	0,66	0,68	0,5
Eikosenoik Asit	0,14	0,16	0,2	0,16	0,23	0,23	0,23	0,2	0,23	0,15
Behenik Asit	0,12	0,07	0,1	0,09	0,11	0,11	0,13	0,1	0,08	0,1
Lignoserik Asit	0,06	0,02	0,04	0,04	0,06	0,06	0,07	0,07	0,04	0,04

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,16	0,12	0,1	0,12	0,12	0,11	0,12	0,14	0,16	0,14
Palmitik Asit	16,55	16,04	16,12	15,95	15,88	15,55	15,56	16,11	16,49	16,29
Palmitoleik Asit	1,08	1,1	1,32	1,41	1,12	0,83	0,84	0,97	1,08	1,09
Heptadekanoik Asit	0,07	0,04	0,1	0,14	0,14	0,12	0,1	0,11	0,09	0,05
Heptadesenoik Asit	0,16	0,15	0,21	0,23	0,19	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16
Stearik Asit	2,99	3,03	3	3,1	3,17	3,21	3,25	3,14	3,01	3,01
Oleik Asit	59,34	60,62	60,84	59,92	58,21	57,39	57,76	58,53	59,34	59,98
Linoleik Asit	18,37	17,66	16,89	17,45	19,53	21,03	20,55	19,36	18,38	18,02
Araşidik Asit	0,43	0,41	0,42	0,45	0,45	0,45	0,43	0,42	0,43	0,42
Linolenik Asit	0,48	0,47	0,58	0,66	0,64	0,64	0,67	0,59	0,49	0,47
Eikosenoik Asit	0,18	0,18	0,2	0,23	0,23	0,22	0,22	0,19	0,17	0,18
Behenik Asit	0,09	0,1	0,1	0,11	0,12	0,12	0,09	0,09	0,09	0,09
Lignoserik Asit	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04

Çizelge 4.8.'de saf zeytinyağına %40 oranında karıştırılan pamuk yağı numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 4.8. Zeytinyağı+%40 pamuk yağı karışım numunelerine ait yağ asitleri kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Miristik Asit	0,26	0,27	0,25	0,18	0,27	0,21	0,16	0,26	0,44	0,27
Palmitik Asit	17,18	16,97	15,8	17,48	17,46	16,67	17,3	16,85	17,55	17,08
Palmitoleik Asit	0,88	0,86	0,79	1,05	1,05	0,95	0,76	0,75	0,72	0,87
Heptadekanoik Asit	0,1	0,11	0,1	0,03	0,1	0,11	0,12	0,1	0,3	0,11
Heptadesenoik Asit	0,16	0,16	0,14	0,05	0,15	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16
Stearik Asit	3,01	2,97	2,73	2,84	2,86	2,94	3,1	3,09	3,38	2,99
Oleik Asit	48,9	49,97	44,12	50,36	50,94	50,33	47	47,94	47,97	49,44
Linoleik Asit	28,37	27,5	25,4	26,8	25,64	27,12	30,25	29,62	28,21	27,94
Araşidik Asit	0,37	0,39	0,33	0,39	0,36	0,37	0,41	0,4	0,39	0,38
Linolenik Asit	0,4	0,44	0,39	0,45	0,46	0,42	0,44	0,44	0,51	0,42
Eikosenoik Asit	0,17	0,18	0,16	0,15	0,2	0,18	0,14	0,21	0,21	0,18
Behenik Asit	0,12	0,12	0,09	0,12	0,1	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12
Lignoserik Asit	0,06	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,09	0,09	0,07

Yağ asitleri	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Miristik Asit	0,26	0,22	0,23	0,24	0,19	0,21	0,35	0,35	0,26	0,24
Palmitik Asit	16,39	16,64	17,47	17,07	16,99	17,08	17,2	17,31	16,73	16,51
Palmitoleik Asit	0,83	0,92	1,05	1	0,86	0,76	0,74	0,8	0,85	0,87
Heptadekanoik Asit	0,11	0,07	0,07	0,11	0,12	0,11	0,2	0,2	0,11	0,09
Heptadesenoik Asit	0,15	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,14	0,15	0,16	0,12
Stearik Asit	2,85	2,79	2,85	2,9	3,02	3,1	3,24	3,19	2,92	2,82
Oleik Asit	47,05	47,24	50,65	50,64	48,67	47,47	47,96	48,7	48,24	47,14
Linoleik Asit	26,45	26,1	26,22	26,38	28,69	29,94	28,92	28,07	27,19	26,28
Araşidik Asit	0,36	0,36	0,38	0,37	0,39	0,41	0,4	0,39	0,37	0,36
Linolenik Asit	0,42	0,42	0,46	0,44	0,43	0,44	0,48	0,47	0,42	0,42
Eikosenoik Asit	0,17	0,16	0,18	0,19	0,16	0,18	0,21	0,19	0,17	0,16
Behenik Asit	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,1	0,11	0,11	0,11
Lignoserik Asit	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,09	0,08	0,06	0,06

Verilerin değerlendirilmesinde Destek vektör makineleri (DVM), K-NN ve Karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmalarda elde edilen dataların %60'ı (84 örnek) eğitim, %40'ı ise test (56 örnek) amacıyla kullanılmıştır.

Destek vektör makinesi (DVM):

DVM yöntemi kullanılarak yapılan gruplandırmada elde edilen sonuçlar Şekil 4.1.'de verilmiştir. Test için, 7 grup ve her bir grupta 8 örnek olmak üzere toplamda 56 örnek kullanılmıştır. Şekil 2 incelendiğinde 8 adet SZY örneğinin 6 tanesinin doğru pozitif (TP) tahmin edildiği (TP), 2 tanesinin ise yanlış negatif tahmin edildiği (FN) görülmektedir. ZY+%1 PY örneklerinden ise 1 tanesi yanlış pozitif (FP) tahmin edilmiş diğer 7'si ise doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir. ZY+%5 PY, ZY+%10 PY, ZY+%20 PY, ZY+%40 PY ve SPY gruplarındaki tüm sonuçlar doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir.

True Class	SZY	6	1		1			
	SZY+%1PY	1	7					
	SZY+%5PY			8				
	SZY+%10PY				8			
	SZY+%20PY					8		
	SZY+%40PY						8	
	SPY							8
		SZY	SZY+%1PY	SZY+%5PY	SZY+%10PY	SZY+%20PY	SZY+%40PY	SPY
		Predicted Class						

Şekil 4.1.DVM algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu

K-En yakın komşu (k-NN):

Test için 7 grup ve her bir grupta 8 örnek olmak üzere toplamda 56 örnek kullanılmıştır. Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi 8 adet SZY örneğinin 7 tanesinin doğru pozitif (TP) tahmin edildiği 1 tanesinin ise yanlış negatif (FN) tahmin edildiği görülmektedir. ZY+%1 PY örneklerinden ise 4 tanesi doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir. Buna karşılık algoritma, ZY+%1 PY örneklerinden 3 tanesini yanlış pozitif (FP), 1 tanesini ise yanlış negatif (FN) olarak tahmin etmiştir. ZY+%20 PY grubunda ise 7 adet örnek doğru pozitif (TP), 1 adet örnek ise yanlış negatif (FN) olarak tahmin edilmiştir. ZY+%5 PY, ZY+%10 PY, ZY+%40 PY ve SPY gruplarındaki tüm sonuçlar doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir.

True Class	SZY	7	1					
	SZY+%1PY	3	4	1				
	SZY+%5PY		8					
	SZY+%10PY			8				
	SZY+%20PY			1	7			
	SZY+%40PY					8		
	SPY						8	
		SZY	SZY+%1PY	SZY+%5PY	SZY+%10PY	SZY+%20PY	SZY+%40PY	SPY
		Predicted Class						

Şekil 4.2. K-NN algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu

Karar ağacı:

Test için, 7 grup ve her bir grupta 8 örnek olmak üzere toplamda 56 örnek kullanılmıştır. Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi 8 adet SZY örneğinin 5 tanesinin doğru pozitif (TP) tahmin edildiği 3 tanesinin ise yanlış negatif (FN) tahmin edildiği görülmektedir. Algoritma, 1 örneği ZY+%1 PY, 1 örneği ZY+%5 PY ve 1 örneği ise ZY+%10 PY bularak hatalı tahmin etmiştir. ZY+%1 PY örneklerinden ise 3 tanesi yanlış pozitif (FP), 5 tanesi ise doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir. Algoritma, ZY+%1 PY örneklerinden 3 tanesini SZY olarak tahmin etmiştir. ZY+%5 PY örneklerinden ise 2 tanesi yanlış negatif (FN), 6 tanesi ise doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir. Algoritma, ZY+%5 PY örneklerinden 2 tanesini ZY+%10 PY olarak tahmin etmiştir. ZY+%20 PY grubunda ise 1 adet örnek ZY+%10 PY olarak yanlış negatif (FN) tahmin edilmiştir. ZY+%40 PY ve SPY gruplarındaki tüm sonuçlar doğru pozitif (TP) tahmin edilmiştir.

True Class	SZY	5	1	1	1			
	SZY+%1PY	3	5					
	SZY+%5PY			6	2			
	SZY+%10PY				8			
	SZY+%20PY				1	7		
	SZY+%40PY						8	
	SPY							8
		SZY	SZY+%1PY	SZY+%5PY	SZY+%10PY	SZY+%20PY	SZY+%40PY	SPY
		Predicted Class						

Şekil 4.3. Karar ağacı algoritmasına ait karışıklık matrisi tablosu

Çizelge 4.9’da destek vektör makinesine ait doğruluk oranları verilmiştir.

Çizelge 4.9. DVM doğruluk oranları

Grup	Doğruluk (%)	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skoru
SZY	94,64	0,75	0,86	0,80
ZY+%1 PY	96,43	0,88	0,88	0,88
ZY+%5 PY	100	1,0	1,0	1,0
ZY+%10 PY	98,21	1,0	0,89	0,94
ZY+%20 PY	100	1,0	1,0	1,0
ZY+%40 PY	100	1,0	1,0	1,0
SPY	100	1,0	1,0	1,0
Genel Doğruluk		94,64		

Çizelge 4.10’da k-NN algoritmasına ait doğruluk oranları verilmiştir.

Çizelge 4.10. k-NN doğruluk oranları

Grup	Doğruluk (%)	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skoru
SZY	92,86	0,88	0,70	0,78
ZY+%1 PY	92,86	0,50	1,0	0,67
ZY+%5 PY	96,43	1,0	0,80	0,89
ZY+%10 PY	98,21	1,0	0,89	0,94
ZY+%20 PY	98,21	0,88	1,0	0,93
ZY+%40 PY	100	1,0	1,0	1,0
SPY	100	1,0	1,0	1,0
Genel Doğruluk		89,29		

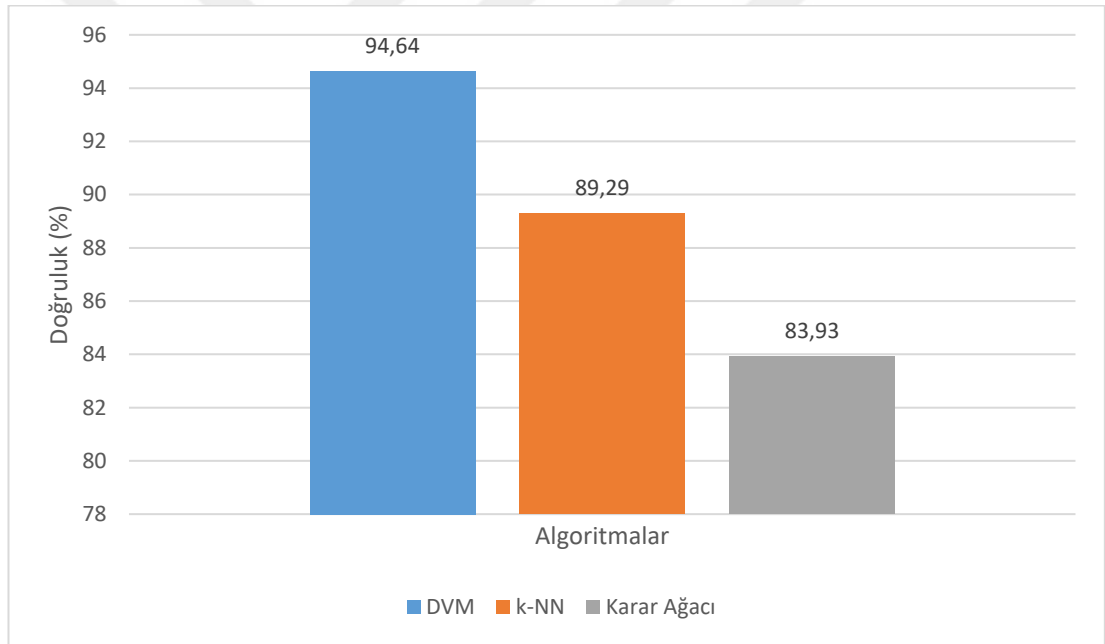
Çizelge 4.11’de karar ağacı algoritmasına ait doğruluk oranları verilmiştir.

Çizelge 4.11. Karar ağacı doğruluk oranları

Grup	Doğruluk (%)	Kesinlik	Hassasiyet	F1 Skoru
SZY	89,29	0,63	0,63	0,63
ZY+%1 PY	92,86	0,63	0,83	0,71
ZY+%5 PY	94,64	0,75	0,86	0,80
ZY+%10 PY	92,86	1,0	0,67	0,80
ZY+%20 PY	98,21	0,88	1,0	0,93
ZY+%40 PY	100	1,0	1,0	1,0
SPY	100	1,0	1,0	1,0
Genel Doğruluk		83,93		

Kullanılan algoritmaların değerlendirilmesi:

Zeytinyağında yapılan taklit ve tağşişin hem nitelik hem de nicelik olarak belirlenebilmesi amacıyla DVM, k-NN ve karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Genel doğruluk değerleri karşılaştırıldığında Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi %94.64'lük oranla DVM algoritmasının en yüksek doğruluk oranına sahiptir. K-NN algoritması, %89.29'luk doğruluk oranına sahip olup 3. sırada yer alan karar ağacı algoritmasının doğruluk oranı ise %83.93 olduğu görülmüştür. DVM algoritması, zeytinyağına pamuk yağı katılmak suretiyle yapılacak bir taklit veya tağşişi hem nitelik hem de nicelik olarak en yüksek doğruluk oranıyla tahmin edebilen makine öğrenmesi algoritması olmuştur.



Şekil 4.4 Algoritmaların genel doğruluk oranları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Zeytinyağı, Akdeniz diyetinin en önemli bileşeni olarak beslenme, sağlık ve hoş duyuşsal özellikleri nedeniyle tüm dünyada önemli bir besin maddesi olarak tüketilmektedir. Yüksek oranlı tekli doymamış yağ asitleri, vitaminler ve antioksidanlar gibi üstün besleyici nitelikleri nedeniyle diğer yağlara kıyasla oldukça önemli bir yere sahiptir. Zeytinyağının, kan basıncını düşürdüğü, arterlerin tıkanmasını ve sertleşmesini azalttığı, hasarlı hücre ve dokuları onardığı, kanser hücreleriyle savaştığı, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) seviyesini düşürdüğü yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Ayrıca yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyesini artırdığı, astım semptomlarını hafiflettiği ve hücre zarı bütünlüğünü arttırdığı için fonksiyonel gıda olarak da bilinmektedir (Meenu ve ark., 2019).

Sağlık üzerine birçok olumlu etkisi zeytinyağını diğer yağlara kıyasla daha kaliteli ve katma değeri yüksek bir ürün haline getirmiştir. Bu nedenle zeytinyağının sağlıklı ve lezzetli olması, sınırlı üretimi, yüksek fiyatı ve yoğun talep görmesi, haksız kazanç elde etmek isteyenlerin iştahını kabartmakta, dolayısıyla da daha düşük kaliteli ve ucuz bitkisel yağlar ile karıştırmak suretiyle sıklıkla taklit ve tağşişe uğratarak tüketici aldatılabilmektedir.

Ülkemizde zeytinyağında taklit ve tağşiş çoğunlukla, pamuk yağı, kanola yağı ve soya yağı ile yapılmaktadır. Yapılan taklit ve tağşişin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri de GC ile yapılan yağ asiti kompozisyonudur. Yapılan analizlerde elde edilen değerlerin standartlarda belirtilen değerlerin arasında çıkması beklenir. Değerlerden bir tanesi bile farklı çıkarsa, zeytinyağının tağşişli olduğu anlamına gelmektedir. Bununla birlikte zeytinyağına hangi yağdan ve ne oranda tağşiş uygulandığı konusunda fazla bir çalışma bulunmamaktadır.

Günümüzde makine öğrenmesi yöntemleri gıda alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Farklı analiz yöntemleriyle test edilen örnekler farklı makine öğrenmesi algoritmalarıyla değerlendirilmekte ve zeytinyağında yapılan taklitler ve tağşişler ortaya çıkarılabilmektedir. Yaptığımız bu çalışmada zeytinyağına pamuk yağı karıştırılmak suretiyle yapılan taklit ve tağşişi belirlemek için DVM, k-NN ve karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Bunlar içerisinde DVM algoritması en yüksek doğrulukla zeytinyağına pamuk yağı eklenek yapılan taklit ve tağşişi tespit etmiştir.

5.2. Öneriler

Günümüzde yaygın olarak tağşişe maruz kalan zeytinyağı sadece pamuk yağıyla değil, diğer birçok bitkisel yağlarla karıştırılıp tüketici kandırılmaktadır. Bu çalışmada yapılan pamuk yağı ve zeytinyağı karışımı analizleri gibi saf zeytinyağı, soya, kanola ve ayçiçek yağı gibi çeşitli yağlarla da belirli oranlarda karıştırılıp analiz edilebilir ve elde edilen veriler farklı makine öğrenmesi algoritmaları uygulanarak test edilebilir. Böylece zeytinyağında yapılan taklit ve tağşişler hem nitelik hem de nicelik olarak makine öğrenmesi yöntemleriyle kısa sürede ve yüksek doğrulukla belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- ADAR, T., ve DELİCE, E.K., 2019. Türkiye’de Makine Öğrenmesi İle İlgili Yapılan Tez Çalışmalarına Yönelik Bir Literatür Taraması. <https://www.researchgate.net/publication/336717656>.
- ARMUTÇU, F., NAMUSLU, M., YÜKSEL, R., ve KAYA, M., 2013. Zeytinyağı ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenleri, Antioksidan Özellikleri ve Klinik Etkileri. *Konuralp Tıp Dergisi*, 5(1), 60-68.
- ATALAY, M., ve ÇELİK, E. 2017. Büyük Veri Analizinde Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- ATAŞ, M., 2011. Dokulu Gıdaların Sınıflandırılmasında Hiperspektral Görüntüleme ve Makine Öğrenmesi. *Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Enformatik Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 137s.*
- AYDIN, S., 2015. Natürel Sızma Zeytinyağı Sterol Bileşiminin Optimizasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 93s.*
- BAŞOĞLU, F., 1986. Bitkisel Yağlarda Bulunan Sabunlaşmayan Maddelerden Yararlanarak Tağşişin Saptanması. *Gıda* (1), 11-21.
- BERRUETA, L.A., SALCES, R.M. A., ve HEBERGER, K., 2007. Supervised Pattern Recognition in Food Analysis. *Journal Of Chromotography A*, 1158, 196-214.
- BIZZANI, M., FLORES, D.W.M., COLNAGO, L. A., ve FERREIRA, M. D., 2020. Monitoring of Soluble Pectin Content in Orange Juice by Means of MIR and TD-NMR Spectroscopy Combined with Machine Learning. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127383>.
- CARVELO, A.M.J., CASADO, A.G., BAGUR, M. G., ve RODRIGUEZ, L.C., 2019. Alternative Data Mining / Machine Learning Methods For The Analytical Evaluation Of Food Quality and Authenticity. *Food Research International*, 122, 25-39.
- CERDAN, T.G., COSTA, N.L., BRETON, P.R., BARBOSA, R., BAROJA, E., VIDAURRE, J.M.M., ROMAN, S.M., URTURI, I. S., ve ALVAREZ, E.P. P., 2021. The Most Important Parameters to Differentiate Tempronillo and Tempronillo Blanco Grapes and Wines Through Machine Learning. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02049-6>.
- ÇELİK, Ö., ve ALTUNAYDIN, S.S., 2018. A Research On Machine Learning Methods and Its Applications. *Journal Of Educational Technology and Online Learning*, 1(3), 25-37.
- ÇINAR, İ., 2019. Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Pirinç Çeşitlerinin Sınıflandırılması. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 123s.*
- DEMİRCAN, B., ve ELMACI ,Y., 2019. Denetimli Örüntü Tanıma ve Gıda Analizlerinde Uygulamaları. *Akademik Gıda*, 17(3), 419-438.
- DENG, X., CAO, S., ve HORN, A.L., 2021. Emerging Applications Of Machine Learning In Food Safety. *Annual Review Of Food Science and Technology*, 12: 22.1-22.26.

- DOĞRU, E., 2019. Zeytin Yaprağı İlavesi ile Ayvalık Çeşidi Zeytin Meyvesinden Üretilen Natürel Zeytinyağının Oksidatif Stabilitésinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 40s.
- ESNAF, SANATKARLAR ve KOOPERATİFÇİLİK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2020. 2019 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu. Ankara.
- GALLO, C., 2015. Artificial Neural Networks: Tutorial. <https://www.researchgate.net/publication/261392612>.
- GAZELİ, O., BELLOU, E., STEFAS, D., ve COURIS, S., 2020. Laser-Based Classification of Olive Oils Assisted by Machine Learning. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125329>.
- GEMİCİOĞLU, Y., 2016. Türkiye’de Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yöntemler ve Makine Sistemlerinin Varlığı. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 41s.
- GERSHENSON, C., 2003. Artificial Neural Networks for Beginners. <https://www.researchgate.net/publication/1956697>.
- GÖĞÜŞ, F., ÖZKAYA, M.T., ve ÖTLEŞ, S., 2009. Zeytinyağı. Eflatun Yayınevi, Ankara, 274s.
- GÖK, M., 2017. Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Akademik Başarının Tahmin Edilmesi. Gazi Üniversitesi, 5(3), 139-148.
- GÜLAL, T., 2015. Zeytinyağı Üretim Tekniklerinin Tarihsel Gelişimi ve Birbirleriyle Karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 47s.
- GÜNEŞ, A., 2017. Hiperspektral Görüntüleme ve Makine Öğrenmesi Teknikleri İle Küflü Kuru İncirlerin Tahratsız Olarak Tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 104s.
- GYFTOKOSTAS, N., STEFAS, D., KOKKINOS, V., BOURAS, C., ve COURIS, J., 2021. Laser-Induced Breakdown Spectroscopy Coupled with Machine learning as a Tool for Olive Oil Authenticity and Geographic Discrimination. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84941-z>.
- HONG, Z., ve HE, Y., 2020. Rapid and Nondestructive Discrimination of Geographical Origins of Longjing Tea Using Hyperspectral Imaging at Two Spectral Ranges Coupled with Machine Learning Methods. [doi:10.3390/app10031173](https://doi.org/10.3390/app10031173).
- HOU, X., WANG, G., WANG, X., GE, X., FAN, Y., JIANG, R., ve NIE, S., 2021. Rapid Screening for Hazelnut Oil and High-Oleic Sunflower Oil in Extra Virgin Olive Oil Using Low-Field Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry and Machine Learning. *J Sci Food Agric*, 101, 2389-2397.
- İLYASOĞLU, H., ve ÖZÇELİK, B., 2010. Memecik Zeytinyağlarının Biyokimyasal Karakterizasyonu. *Gıda*, 36(1), 33-41.
- JABUER, H., ZRIBI, A., MAKNI, J., REBAI, A., ABDELHEDI, R., ve BOUAZIZ, M., 2014. Detection Of Chemlali Extra-Virgin Olive Oil Adulteration Mixed With Soybean Oil, Corn Oil and Sunflower Oil By Using GC and HPLC. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 4893-4904.
- JAKKULA, V., 2011. Tutorial on Support Vector Machine. School of EECS. <https://course.ccs.neu.edu/cs5100f11/resources/jakkula.pdf>
- KARTAL, E., 2015. Sınıflandırmaya Dayalı Makine Öğrenmesi Teknikleri ve Kardiyolojik Risk Değerlendirmesine İlişkin Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 147s.

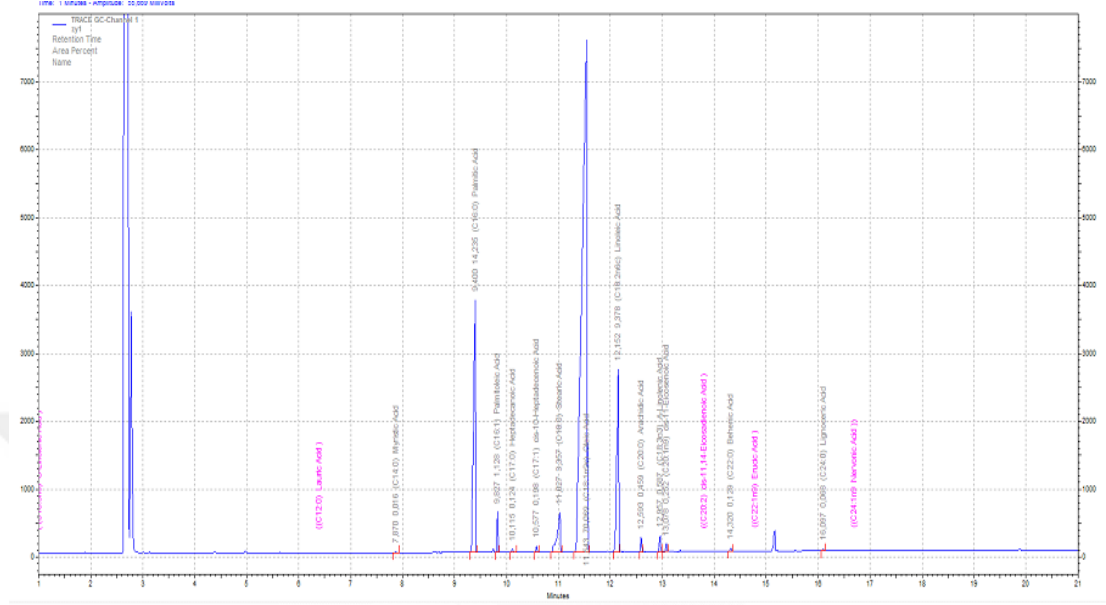
- KAVZOGLU, T., ve COLKESEN, İ., 2010. Destek Vektör Makineleri ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarının Etkilerinin İncelenmesi. <https://www.researchgate.net/publication/275037555>.
- KIZILKAYA, M., ve OĞUZLAR, A., 2018. Bazı Denetimli Öğrenme Algoritmalarının R Programlama Dili ile Kıyaslanması. <https://www.researchgate.net/publication/333165904>.
- KONUŞKAN, D.B., ve ALTAN, A., 2007. Zeytin ve Zeytinyağında Doğal Olarak Bulunan Biyoaktif Bileşikler ve Fizyolojik Etkileri. *Gıda*, 33(6), 297-302.
- KÖSEOĞLU, O., 2006. Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağının Kalitesi İle Acılığı Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 83s.
- LAKSHMI, V., 2012. Food Adulteration. *International Journal Of Science Inventions Today*, 1(2): 106-113.
- LEE, T.R., WOOD, W. T., ve PHRAMPUS, B.J., 2019. A Machine Learning (KNN) Approach to Predicting Global Seafloor Total Organic Carbon. *Biochemical Cycles*, 33: 37-46.
- MAILER, R.J., ve GAFNER, S., 2020. Adulteration Of Olive Oil. <https://www.researchgate.net/publication/339146580>.
- MATHEW, A., AMUDHA, P., ve SIVAKUMARI, S., 2021. Deep Learning Techniques: An Overview. <https://www.researchgate.net/publication/341652370>.
- MEENU, M., CAI, Q., ve XU, B., 2019. A Critical Review On Analytical Techniques to Detect Adulteration of Extra Virgin Olive Oil. *Trends in Food Science and Technology*. 91:391-408.
- NAJAFABADI, M. Y., TULPAN, D., ve ESKANDARI, M., 2021. Application of Machine Learning and Genetic Optimization Algorithms for Modelling and Optimizing Soybean Yield Using its Component Traits. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250665>.
- ORDUKAYA, E., ve KARLİK, B., 2017. Quality Control Of Olive Oils Using Machine Learning and Electronic Nose. <https://doi.org/10.1155/2017/9272404>.
- ÖZÇELİK, B., ve BAYRAM, B., 2012. Zeytinyağının Biyoaktif Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Yararları. *Akademik Gıda*, 10(1): 77-84.
- ÖZDOĞAN, D., 2018. Türkiye’de Zeytinyağında Kalite ve Markalaşmanın İncelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Aydın, 133s.
- ÖZGÜR , A., ve ERDEM, H., 2012. Saldırı Tespit Sistemlerinde Kullanılan Kolay Erişilen Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5(2): 41-46.
- ÖZTÜRK, K., ve ŞAHİN, M.E., 2018. Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zeka’ya Genel Bir Bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2): 25-36.
- ÖZTÜRK, F., YALÇIN, M., ve DIRAMAN, H., 2009. Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(2): 35-51.
- PALA, M.A, ÇİMEN, M.E., BOYRAZ, Ö.F., YILDIZ, M.Z., ve BOZ, A.F., 2019. Meme Kanserinin Teşhis Edilmesinde Karar Ağacı ve KNN Algoritmalarının Karşılaştırmalı Başarım Analizi. <https://doi.org/10.33793/acperpro.02.03.47>.

- PARASTAR, H., KOLLENBURG, G.V., WEESEPOEL, Y., DOEL, A.V.D., BUYDENS, L., ve JANSEN, J., 2020. Integration of handheld NIR and Machine Learning to "Measure and Monitor" Chicken Meat Authenticity. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107149>.
- PRADHAN, A., 2012. Support Vector Machine. <https://www.researchgate.net/publication/275331297>.
- PRASATH, S.B.V., ALFEILAT, H.A.A., HASSANAT, A.B.A., LASASSMEH, O., TARAWNEH, A.S., ALHASANAT, M. B., ve SALMAN, H.S.E., 2019. Effects of Distance Measure Choice on KNN Classifier Performance. *Big Data*. 7(4): 221-248.
- RESMÎ GAZETE, 2010. Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. Kanun No: 5996, Ankara.
- RESMÎ GAZETE, 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği. Tebliğ No: 2012/29, Ankara.
- RESMÎ GAZETE, 2017. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği. Tebliğ No: 2017/26, Ankara.
- ROKACH, L., ve MAIMON, O., 2005. Decision Trees. <https://www.researchgate.net/publication/225237661>.
- QI, J., LI, Y., ZHANG, C., WANG, C., WANG, J., GUO, W., ve WANG, S., 2021. Geographic Origin Discrimination of Pork From Different Chinese Regions Using Mineral Elements Analysis Assisted by Machine Learning Techniques. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127779>.
- SARIMAN, G., 2011. Veri Madenciliğinde Kümeleme Teknikleri Üzerine Bir Çalışma: K-Means ve K-Metoids Kümeleme Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(3): 192-202.
- SELVİ, E., 2019. Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Biyolojik Oksijen İhtiyacının Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya*, 39s.
- SHEEN, S., ve RAJESH, R., 2008. Network Intrusion Detection Using Feature Selection and Decision Tree Classifier. <https://www.researchgate.net/publication/224377436>.
- SKEVIN, D., KRALJIC, K., MILETIC, L., OBRANOVIC, M., NEDERAL, S., ve PETRICEVIC, S., 2011. Adulteration Of Oblica Virgin Olive Oil With Edible Sunflower and Refined Olive Pomace Oil. *Croatian Journal Of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 6(3-4): 117-122.
- SOFU, A.B., 2006. Yoğurtların Depolanma Esnasında Mikrobiyal ve Kimyasal Değişimlerinin Bilgisayarlı Görüntüleme Sistemiyle Belirlenmesi ve Elde Edilen Verilerin Yapay Sinir Ağlarıyla Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta*, 98s.
- SOFU, A., DEMİR, N., ve EKİNCİ, F.Y., 2007. Gıda Bilimi ve Teknolojisi Alanında Yapay Zeka Uygulamaları. *Gıda*, 32(2): 93-99.
- SOLAK, S. ve ALTINIŞIK, U., 2018. Görüntü İşleme Teknikleri ve Kümeleme Yöntemleri Kullanılarak Fındık Meyvesinin Tespit ve Sınıflandırılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1): 55-56.
- ŞAHİN, E., 2018. Makine Öğrenmesi Yöntemleri ve Kelime Kümesi Tekniği İle İstenmeyen E-posta / E-posta Sınıflaması. *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara*, 60s.

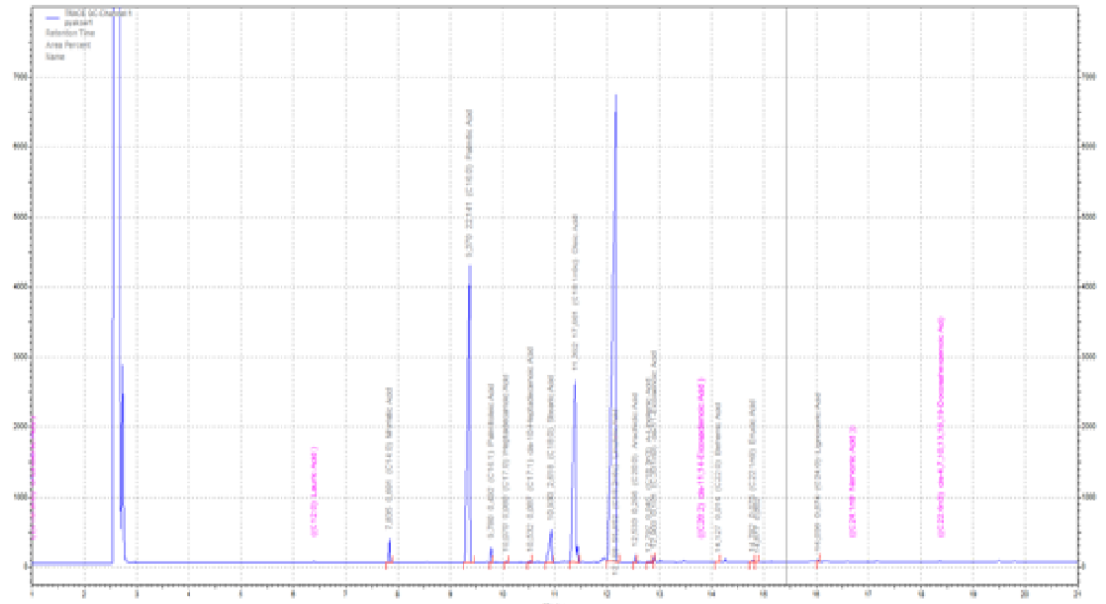
- ŞENEL, A.F., 2020. Makine Öğrenmesi Algoritmaları Kullanılarak Kayısı İç Çekirdeklerinin Sınıflandırılması. BEÜ Fen Bilimler Dergisi, 9(2): 807-815.
- TARIMSAL EKONOMİ ve POLİTİKA GELİŞTİRME ENSTİTÜSÜ, 2021. Tarım Ürünleri Piyasaları: Zeytinyağı. Ankara.
- TENEKECİ, O., 2016. Gıda Endüstrisinde Uygulanan Taklit / Tağşişler ve Hileler: Kavrulmuş İç Yerfıstığı Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 80s.
- TS EN ISO 12966-2, 2017. Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar – Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Gaz Kromatografisi – Bölüm 2: Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Hazırlanması. Ankara.
- UYANIK, F., ve KASAPBAŞI, M.C., 2021. Telekomünikasyon Sektörü için Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi Teknikleri ile Ayrılan Müşteri Analizi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9 (2021): 172-191.
- VLYSSIDES, A., ve LOIDES, M., 2004. Integrated Strategic Approach for Reusing Olive Oil Extraction By-Products. Journal of Cleaner Production, 12: 603-605.
- VIEJO, C.G., TONGSON, E., ve FUENTES, S., 2021. Integrating a Low -Cost Electronic Nose and Machine Learning Modelling to Assess Coffee Aroma Profile and Intensity. <https://doi.org/10.3390/s21062016>.
- YILDIRIM, S.S., 2015. Natürel Sızma Zeytinyağına Rafine Fındık Yağı İle Yapılan Tağşişin Yağ Asitleri ve Sterol Dağılımları İle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 64s.
- ZHU, Z., ve ZHANG, M., 2020. K-Nearest Neighbours (KNN) Classification with Different Distance Metrics. Fundamentals of Data Science, CS245,14.

EKLER

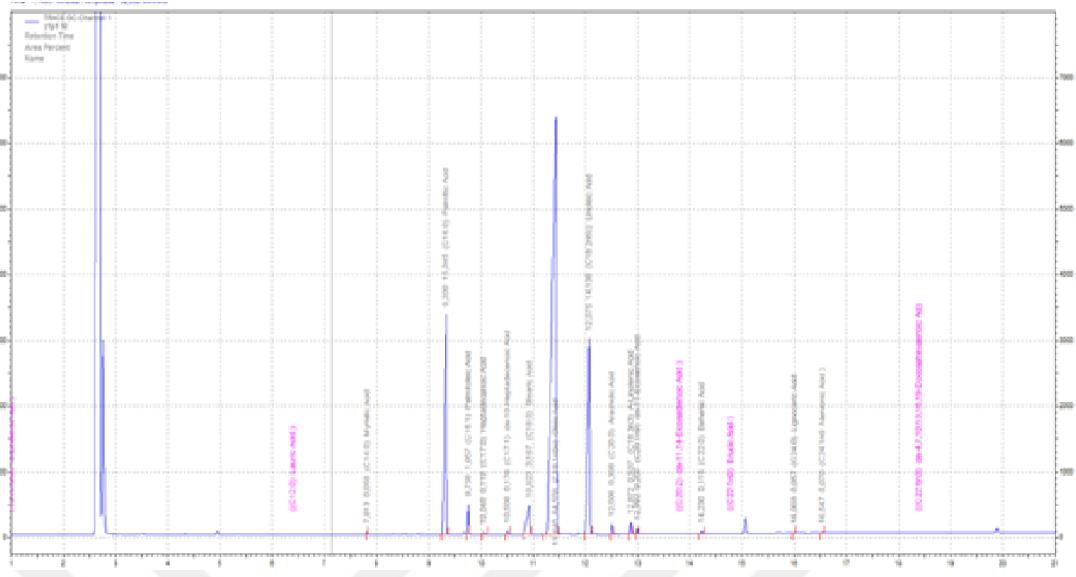
EK 1. Saf Zeytinyağına ait yağ asitleri kromatogramı



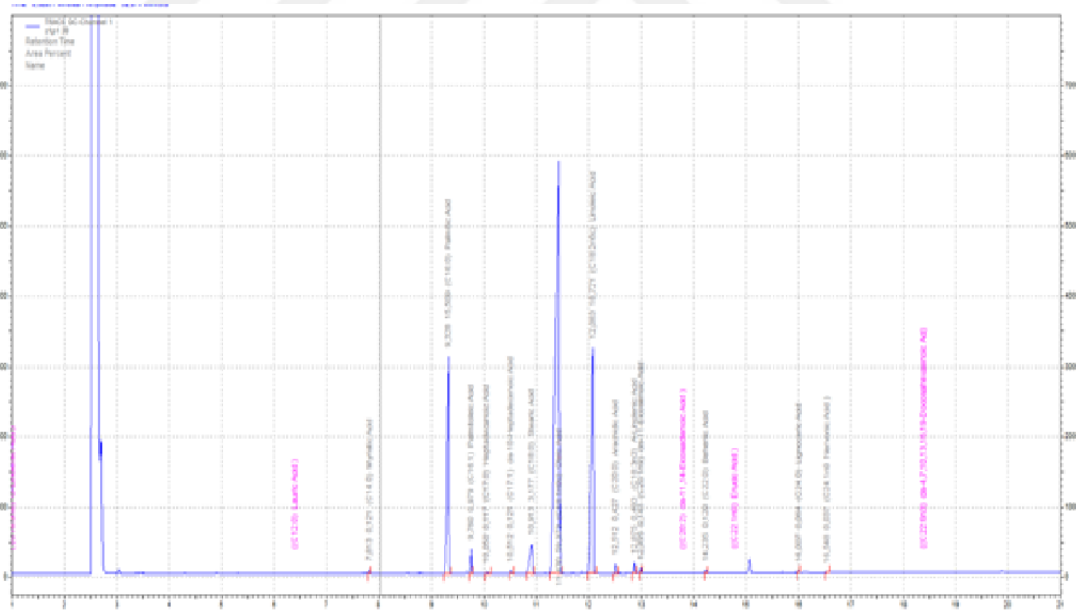
EK 2. Saf pamuk yağına ait yağ asitleri kromatogramı



EK 5. SZY+%10 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı



EK 6. SZY+%20 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı



EK 7. SZY+%40 SPY karışımına ait yağ asitleri kromatogramı

