T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONUNDAKİ YAĞLARIN OZONLANMASI VE KİNETİK PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÇAĞLAR KULU

DANIŞMAN
Prof. Dr. SERKAN NACİ KOÇ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Proses ve Reaktör Tasarımı Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 18.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Proses ve Reaktör Tasarımı Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Prof. Dr. SERKAN NACİ KOÇ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi
Kimya Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İSMAİL BOZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi
Kimya Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Nil ACARALI
Yıldız Teknik Üniversitesi
Kimya-metalurji Fakültesi
Kimya Mühendisliği Bölümü

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Deneysel kısımda desteklerinin esirgemeyen şirketim AKSUVİTAL başta olmak üzere laboratuvar personelimiz Ayşe AKAN ve ekibi Kübra, Eda, Gizem, Hicran, Helin, Özlem ve üniversite hocalarımız Ali Durmuş ve danışmanın SERKAN NACİ KOÇ'a teşekkür ederim

Nisan 2019 Çağlar KULU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**
TABLO LİSTESİ ..... **x**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xii**
ÖZET ..... **xiv**
SUMMARY ..... **xvi**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **3**
2.1 OZON 3
2.1.1 Ozon Nasıl Oluşur? 3
2.1.2 Ozonun Genel Özellikleri 3
2.1.3 Ozonun Başlıca Kullanım Alanları 4
2.1.4 Ozon Tedavisi 5
2.1.5 Hareket Mekanizması 7
2.1.6 Tıpta Ozonun Topical Kullanımı 8
2.1.7 Ozon Gazı Üretimi 9
2.2 OZONLAMA 10
2.2.1 Ozonlama Sırasında Yağların Reaksiyon Mekanizması 10
2.2.2 Yağlarının ozonlanması sonuç oluşan ürünler 12
2.3 YAĞLARIN ÖZELLİKLER 14
2.3.1 Ayçiceği Yağı 14
2.3.1.1 Morfoloji *14*
2.3.1.2 Bilimsel Sınıflandırma *14*
2.3.1.3 Elde Edilme Yöntemi *15*
2.3.1.4 İçeriği *17*
2.3.1.5 Kullanım Alanları *18*
2.3.2 Ceviz Yağı 18

2.3.2.1 Morfoloji *18*
2.3.2.2 Bilimsel Sınıflandırma *18*
2.3.2.3 Elde Edilme Yöntemi *18*
2.3.2.4 İçeriği *19*
2.3.2.5 Kullanım Alanları *20*
2.3.3 Hint Yağı 20
2.3.3.1 Morfoloji *20*
2.3.3.2 Bilimsel Sınıflandırma *21*
2.3.3.3 Elde Edilme Yöntemi *21*
2.3.3.4 İçeriği *22*
2.3.3.5 Kullanım Alanları *23*
2.3.4 Zeytin Yağı 23
2.3.4.1 Morfoloji *23*
2.3.4.2 Bilimsel Sınıflandırma *24*
2.3.4.3 Elde Edilme Yöntemi *24*
2.3.4.4 İçeriği *24*
2.3.4.5 Kullanım Alanları *25*
2.3.5 Hindistan Cevizi Yağı 26
2.3.5.1 Morfoloji *26*
2.3.5.2 Bilimsel Sınıflandırma *27*
2.3.5.3 Elde Edilme Yöntemi *27*
2.3.5.4 İçeriği *27*
2.3.5.5 Kullanım Alanları *28*
3. MALZEME VE YÖNTEM 30
3.1 YAĞLARDA OZONLANMA 30
3.2 YAĞLARDA PEROKSİT SAYISI TAYİNİ 31
3.3 SERBEST YAĞ ASİTLERİ TAYİNİ 32

3.4 VİSKOZİTE TAYİNİ....32
3.5 GAZ KROMATOGRAFİSİ....33
3.6 TERMAL ANALİZ VE KİNETİK HESAPLAMA YÖNTEMİ....34
4. BULGULAR....35
4.1 AYÇİCEK YAĞI....35
4.2 ZEYTİN YAĞI....43
4.3 CEVİZ YAĞI....48
4.4 HİNDİSTAN CEVİZ YAĞI VE AYÇİCEK YAĞI KARIŞIMI....53
4.5 HİNDİSTAN CEVİZ YAĞI....58
4.6 HİNT YAĞI....62
4.7 KARŞILAŞTIRMA VERİLERİ....66
4.8 TERMAL ANALİZ VE KİNETİK VERİLER....71
4.8.1 Zeytin Yağı....71
4.8.2 Ayçiçek Yağı....74
4.8.3 Hint Yağı....77
4.8.4 Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı....79
4.8.5 Ceviz Yağı....82
4.8.6 Kinetik Veri Sonuçları Ve Hesaplanması....85
5. TARTIŞMA VE SONUÇ....94
KAYNAKLAR....97
ÖZGEÇMİŞ....102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Korona deşarj yöntemi.---------- 10
Şekil 2.2: Ozonlama reaksiyonu. ---------- 11
Şekil 2.3: Ozonlama mekanizması. ---------- 11
Şekil 2.4: Ozonlama sonuç oluşabilecek ürünler ve reaksiyonları.---------- 12
Şekil 2.5: Oleik asitin ozonlanması sonucu parçalanma ürünleri. ---------- 13
Şekil 2.6: Ayçicek yağının üretim prosesi. ---------- 16
Şekil 3.1: Ozonlama şematik gösterim. ---------- 30
Şekil 4.1: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS tüm sonuçlarının şekilsel gösterimi. ------ 40
Şekil 4.2: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS 1., 10. Ve 50. Saat ham dataları. ---------- 42
Şekil 4.3: Serbest Asitlik Karşılaştırma Grafiği. ---------- 67
Şekil 4.4 Peroksit Sayısı Karşılaştırma Grafiği. ---------- 68
Şekil 4.5: Parçalanma ürünlerinin oluşum grafiği ve rekreasyona eğrileri. ---------- 69
Şekil 4.6: Toplam Doymamış yağ asitlerinin bozulma grafiği ve rekreasyona eğrileri. ----- 70
Şekil 4.7: Zeytin yağının DSC termal bozulma grafiği. ---------- 71
Şekil 4.8: Zeytin yağının 25^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. ---- 72
Şekil 4.9: Zeytin yağının 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. --- 73
Şekil 4.10: Ayçicek yağının DSC termal bozulma grafiği. ---------- 74
Şekil 4.11: Ayçicek yağının 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği**.** 75
Şekil 4.12: Ayçicek yağının 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. 76
Şekil 4.13: Hint yağının DSC termal bozulma grafiği. ---------- 77
Şekil 4.14: Hint yağının 25^0 C 13 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. ----- 78
Şekil 4.15: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı DSC termal bozulma grafiği. 79
Şekil 4.16: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. ---------- 80
Şekil 4.17: Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.---------- 81
Şekil 4.18: Ceviz Yağı DSC termal bozulma grafiği. ---------- 82
Şekil 4.19: Ceviz Yağı 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. ------- 83

Şekil 4.20: Ceviz Yağı 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği. ----- 84
Şekil 4.21: Zeytin yağının 25^0 C de ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği. ---------- 85
Şekil 4.22: Ayçicek Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği. ---------- 87
Şekil 4.23: Hint yağının 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği. ---------- 89
Şekil 4.24: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği. ---------- 90
Şekil 4.25: Ceviz Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği. ---------- 92

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Ayçicek yağı bilimsel sınıflandırma. ---------- 14
Tablo 2.2: Ceviz yağı bilimsel sınıflandırma. ---------- 18
Tablo 2.3: Hint yağı bilimsel sınıflandırma. ---------- 21
Tablo 2.4: Zeytinyağı bilimsel sınıflandırma. ---------- 24
Tablo 2.5: Hindistancevizi yağı bilimsel sınıflandırma. ---------- 27
Tablo 3.1: Gc-Ms çalışma paremetreleri. ---------- 33
Tablo 4.1: Ayçicek yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği. ---------- 35
Tablo 4.2: Ayçicek yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği. ---------- 36
Tablo 4.3: Ayçicek yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 37
Tablo 4.4: Ayçicek yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 38
Tablo 4.5: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 39
Tablo 4.6: Zeytin yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği. ---------- 43
Tablo 4.7: Zeytin yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği. ---------- 44
Tablo 4.8: Zeytin yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 45
Tablo 4.9: Zeytin yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 46
Tablo 4.10: Zeytin yağı 65^0 C ozonlamana GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 47
Tablo 4.11: Ceviz yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği. ---------- 48
Tablo 4.12: Ceviz yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği. ---------- 49
Tablo 4.13: Ceviz yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 50
Tablo 4.14: Ceviz yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 51
Tablo 4.15: Ceviz yağı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 52
Tablo 4.16: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı serbest asitlik sonuçları ve grafiği. --- 53
Tablo 4.17: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği. - 54
Tablo 4.18: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 55
Tablo 4.19: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 56

Tablo 4.20: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 57
Tablo 4.21: Hindistan cevizi yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği. ---------- 58
Tablo 4.22: Hindistan cevizi yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.---------- 59
Tablo 4.23: Hindistan cevizi 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 60
Tablo 4.24: Hindistan cevizi 65^0 ozonlamana GC-MS sonuçları ve grafiği. ---------- 61
Tablo 4.25: Hint yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.---------- 62
Tablo 4.26: Hint yağı peroksit sonuçları ve grafiği.---------- 63
Tablo 4.27: Hint yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.---------- 64
Tablo 4.28: Hint yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.---------- 65
Tablo 4.29: Viskozite sonuçları ve grafiği(centi poise). ---------- 66
Tablo 4.30: Zeytin yağının 25^0 C ozonlanması sonrası KAS metoduna göre hesaplanmış kinetik veriler. ---------- 86
Tablo 4.31: Ayçicek Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler. ---------- 88
Tablo 4.32: Hint yağının 35^0 C ozonlanması sonrası KAS metoduna göre hesaplanmış kinetik veriler. ---------- 89
Tablo 4.33: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler.---------- 91
Tablo 4.34: Ceviz Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler. ---------- 93

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	**Açıklama**
C	: Celsius
K	: Kelvin
Cp	:Centipoise
Ea	: Aktivasyon Enerjisi
KAS	: Kissinger-Akahira-Sunose
Kısaltmalar	**Açıklama**
Nd	: Tesbit edilemedi
FFA	: Serbest Yağ asiti
Fas	: Yağ Asiti
C6:0	: Kaproik Asit (Hekzanoik Asit)
C8:0	: Kaprilik asit (Oktanoik asit)
C10:0	: Kaprik asit (Dekanoik asit)
C12:0	: Laurik asit (Dodekanoik asit)
C14:0	: Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C15:0	: Pentadesilik asit (Pentadekanoik asit)
C16:0	: Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)
C17:0	: Margarik asit (Heptadekanoik asit)
C18:0	: Stearik asit (Oktadekanoik asit)
C20:0	: Arakidik asit (Eikosanoik asit)
C22:0	: Behenik asit
C16:1 (n-7)	: Palmitoleik asit (cis-9-Hekzadekanoik asit)
C17:1 (n-7)	: Margaroleik asit (cis 10-Heptadekanoik asit)
C18:1cis (n-9)	: Oleik asit (cis-9-Oktadekanoik asit)
C18:1-trans(n-9)	: Elaidik asit (trans-9-Oktadekanoik asit)
C18:1-OH	: Rizinoleik asit
C20:1(n-9)	: Gadoleik asit (cis -11 Eikosenoik asit)
C18:2cis (n-6)	: Linoleik asit (LA) (cis-9-12-Oktadekadienoik asit)
C18:3 (n-3)	: Linolenik asit (α-linoleik asit.ALA)(cis-9-12-15- Oktadekatrienoik asit)
C18:3 (n-6)	: γ-linolenik asit

SFAs : Doymamış yağ asitleri

MUFAs : Tekli doymuş yağ asitleri

PUFAs : Çoklu doymuş yağ asitleri

n-3 PUFAs : Omega 3 Çoklu doymuş yağ asitleri

n-6 PUFAs : Omega 6 Çoklu doymuş yağ asitleri

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI YAĞ ASİTİ KOMPOZİSYONUNDAKİ YAĞLARIN OZONLANMASI VE KİNETİK PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÇAĞLAR KULU

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Serkan Naci KOÇ

Genel manada 1850' lerde ameliyathanelerde dezenfekten olarak kullanılmaya başlayan ozon sonraları soğuk hava depolarında gıdaların raf ömürlerini uzatmak üzerine sonrasında da zaman ile güvenli, düşük maliyetli, kolay elde edilebilme, atık bırakmama gibi önemli özellikleri sebebi ile birçok alanda kullanımı yaygınlaşmıştır. Medikal ve kozmetik alanında birçok metot ile kullanılabilen ozonun, özellik ile bu iki alanda kolay ve pratik bir kullanım alanını sağlayan yağlar ile reaksiyonun gerçekleştirilip, ozonlanmış yağ adı ile piyasada bulunmaktadır. Bu yağlar medikal alanda genellikle anti-bakteriyel özelliği sebebi ile kullanmaktadır. Kozmetik alanda cilt lekeleri, cilt renginin beyazlatılmasında, kepekli saç sorunların da kullanılmaktadır. Hindistan cevizi yağı, ceviz yağı, Hint yağı, Zeytin yağı, Ayçiçek yağı gibi sabit pres yağları ile denemeler yapılmış, bu yağlar farklı tekli ve çiftli doymamış yağ asitleri ve karbon sayılarının farklı oluşu sebebi ile tercih edilmiştir. Verilen ozon miktarına göre değişimli ölçmek için 1,2, 5, 10, 50, 100 saat gibi farklı sürelerde, sıcaklığın reaksiyon etkisini anlamak adına 25, 35 ve 65 derece selsiyus değerlerinde baloncuk yöntemi ile ozonlanmıştır. Alınan örneklerde serbest asitlik , peroksit sayısı tayinleri ve GS-MS cihazı ile yağların

kompozisyonundaki değişim incelenmiştir. Etkileşmenin daha iyi anlaşılması için viskozite değerleri de kontrol edilmiştir. Bu çalışmada farklı ozonlama sürelerinde ve sıcaklıkların da işlenmiş yağının oksidasyon kinetiği araştırılmıştır. Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ile non-izotermal, izo-dönüşümlü çalışmalar ile Kinetik hız sabiti (k), aktivasyon enerjisi (Ea), aktivasyon hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerde serbest asitlik değerinin çalışılan sıcaklık ile daha çok paralellik gösterdiği, peroksit sayısının ozonlanma süresi ve miktarı ile paralellik göstererek arttığı sonrasında ileri reaksiyonlar sebebi ile düştüğü saptanmıştır. Kinetik parametrelerde genel olarak maksimum dönüşüm hızının kabul edildiği Tp sıcaklık değerinde aktivasyon enerjisinin (Ea) ozonlanmamış yağlara karşın daha kararlı yapılar oluşup arttığı gözlemlenmiştir.

Haziran 2016, 119 sayfa.

Anahtar kelimeler: ozon, ozonlama , ayçicek yağı , hindistan cevizi yağı, ceviz yağı, zeytin yağı, hint yağı

SUMMARY

M.Sc. THESIS

OZONATION OF THE OILS IN DIFFERENT FATTY ACID COMPOSITION AND INVESTIGATION OF KINETIC PARAMETERS

ÇAĞLAR KULU

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Chemical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Serkan Naci KOÇ

In general , in the 1850s, the ozone began to be used as a disinfectant in the operating rooms, and then it used to extend the shelf life of foods in cold storage areas, following that due to its important features like Safe, cost-effective, easy to obtain, non-waste properties, it has widespread in many areas of use. Ozone, which can be used with many methods in medical and cosmetic field, is reacted with oils which provide an easy and practical usage area in these two areas and it is in the market with the name of ozonated oil. These oils are commonly used in the medical field to treat skin infections as an antibacterial product. In cosmetic area, it can be used in skin blemishes, whitening of skin color, and hair problems. Experiments were made with press oils such as coconut oil, walnut oil, castor oil, olive oil, sunflower oil. These oils were preferred due to the different single and double unsaturated fatty acids and carbon numbers. To measure the change according to the amount of given ozone, oil was ozonated different periods such as 1,2, 5, 10, 50, 100 hours. It was ozonated by bubble method at 25 , 35 and 65 degrees Celsius to understand effect of the temperature on the reaction, free acidity,

peroxide number was determined in the samples and the change in product composition was investigation with GS-MS. Viscosity values measured for better understanding of reaction. In this study we investigated the oxidation kinetics of oil processed at different ozonation times and temperatures. Kinetic rate constant (k), activation energy (Ea), were calculated according to non-isothermal and non-conversion studies with differential scanning calorimetry. In the calculated values, the free acidity value showed more parallelism with the studied temperature. It was determined that the peroxide value increased with the ozonation time and amount of ozon and then decreased by further reaction. It was observed that the activation energy (Ea) at the temperature Tp, which generally accepted as the maximum conversion rate in kinetic parameters, was increased in comparison to non-ozonated oils

June 2019, 119 pages.

Keywords: ozone, ozonation, sunflower oil, coconut oil, walnut oil, olive oil, castor oil

1. GİRİŞ

Ozonlanmış zeytinyağı, 1900'lü yılların başında, tüberkülozu tedavi etmek için ozonun yağdan geçirilerek nefes alınması sırasında , kazayla keşfedildi. Uzun süren işlemlerden sonra, zeytinyağı bir jele dönüştü ve bu jel uzun süre ozonu tutuyor gibiydi, bu da onu çeşitli hastalıklarda kullanılan harika bir merhem haline getirdi.[1].
Meşhur mucit Nikola Tesla bu yağı pazarlayan ilk kişi oldu ve 1904 gibi kısa bir süre önce ülkenin her yerindeki eczanelerde Glycozone adı altında satılıyordu. [2]

Ozon tedavisi ve ozon yağlarının kullanımı, Amerika Birleşik Devletleri'nde 1900'lü yılların başlarında ve ortalarında gelişmeye başlamıştı, ancak kimyasal rakiplerinin bunu reddetmeye çalıştıkları zamanın birçok doğal çözümü gibi. Antibiyotiklerin ve yeni ilaç tedavilerinin ortaya çıkması ile ilaç satıcıları ilaçlarını hastalıkları tedavi etmenin yeni yolu olarak itti. FDA, ilaç şirketlerinin pazarı haline geldi ve tıp doktorlarının kullandığı ozon tedavilerini yasakladı.[3]

Ancak şimdi, ozon tedavisi çok büyük bir geri dönüş yaşıyor dünya çapında araştırılıyor ve 20'den fazla ülkede hastanelerde ve kliniklerde kullanılıyor .

On dokuzuncu yüzyılın ortalarında keşfedilen bir gaz olan ozon (O3), mesomerik durumların varlığı nedeniyle dengesiz bir yapıda üç oksijen atomundan oluşan bir moleküldür. Gaz renksizdir, koku halinde yanar ve sıvı veya katı halde patlayıcıdır. 20 ° C'de 40 dakikalık bir yarı ömre ve 0 ° C'de yaklaşık 140 dakikalık bir ömre sahiptir. Temel işlevi, insanları UV radyasyonunun zararlı etkilerinden korumaktır.[4]

En genel kullanımı çok güçlü okside etme özelliğinden sebep çok etkili dezenfekte etme kapasitesi sayesinde, hemen hemen her ülkede içme suyu sağlayan arıtma tesislerinde dezenfektan olarak kullanılır. Kullanım alanlarının tamamı aktif oksijenin (Ozon O_3) etkili oksitleyici ajan olmasından kaynaklanır, bu sebepten en etkili anti bakteriyel ve antivirütik biridir, yine bu yüzden de iyi bir koku gidericidir. Güneşin ultraviyole ışını ve yıldırım anında ortaya çıkan elektrik arkları ile aktivasyon enerjisini geçen oksijen atomunun oksijen gazına

bağlanması ile oluşur. Dünyanın etrafında koruyucu kalkan olarak bulunur ve canlıları güneşin radyasyon etkisine karşı korur.[5]

Yıldırımlar gibi elektrik akımları sayesinde oluşan ozon, havayı temizler. Ozon gazı, oksijen molekülüne bir oksijen atomunun reaksiyonu sonucu oluşan renksiz, keskin kokulu bir gazdır. Kabaca Oksijenin yüksek enerji taşıyan ve reaksiyona girme aktifliği yüksek olan bir şeklidir. Atmosferde bulunan en önemli gazlardan biridir ve dünyamızdaki biyolojik dengeyi korumaya yardımcı olur. Zararlı ışınları engeller. Asla, yanlış bilindiği gibi havamızda "kirlilik yaratan bir gaz değildir. Dünyada yaşamı mümkün kılar. [5]

Günümüzde, ozonun birçok faydasından yararlanmak amacıyla ozon üretim teknolojileri geliştirilmiştir. Sağlık ve iyileşme oksijensiz gerçekleşemez. İnsan gıdasız 1-2 ay, susuz 1-2 hafta fakat oksijen olmadan, ancak 5 dakika yaşayabilir. Oksijen en temel gereksinimimizdir. Birçok hastalık, ihtiyaç olan doku ve organlara yeniden yeterli oksijen sağlanmasıyla önlenebilir veya tamamen iyileştirilebilir.[5]

2. GENEL KISIMLAR

2.1 OZON

2.1.1 Ozon Nasıl Oluşur?

Ozon mesomerik durumların varlığı nedeniyle karasız bir yapıda olduğun için depolanması mümkün olmayan bir maddedir. Bu sebepte üretimli esnasında kullanılması ve kullanılacağı yerde üretilmesi gerekmektedir. Ozonun , doğayı taklit eden makineler de hava veya saf oksijen gazına yüksek elektrik deşarjı sayesinde, oluşumu gerçekleşmektedir.

Yıldırımlı gibi enerji yoğunluğu fazla atmosferik koşullarında, bu yüksek enerjinin boşalması ile oluşan elektrik arkları, oksijen molekülünü parçalayarak ve bu parçalanan atomu , bir diğer oksijen molekülüne bağlanması ile oluşur. Doğada ozon, yıldırımları ek olarak güneşten gelen mor ötesi ışınların atmosferdeki oksijeni parçalayarak ozon moleküllerine çevirmesi sonucu oluşur.[6] Stratosferde, atmosferden sağlanan elektriksel enerji ile ozon oluşumu meydana gelir ve bu tabakada herhangi bir dış etki olmadan ozon konsantrasyonu 0,10–0,40 ppm'e seviyelerindedir. Ozon, Dünya'nın etrafında koruyucu kalkan olarak yer alır ve öldürücü radyasyon etkisine karşı tüm canlıları korur [6,7]

Yüksek gerilim trafolarnın, yüksek gerilim hatlarının, Televizyonların ve, Fotokopi makinesi arkasında ozon kokusu hissedilebilir.

2.1.2 Ozonun Genel Özellikleri

FDA (Food and Drug Administration) ve USDA (United States Department of Agriculture) tarafından onaylanmış ve organik olarak sertifikalandırılmıştır. FDA gıda katkı maddeleri yönetmeliğinde ozonun antimikrobiyal ajan et, kümes hayvanları ve diğer gıda üretimlerinde ozonun gaz halde ve su ile birlikte güvenli ve etkili bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.[5]

Ozon molekülü oksijen atomunun simetrik açılımıdır.

Özellikleri

Ozon renksiz bir gaz, mavi siyah bir sıvı ve siyah bir kristaldir.[8]

Adı: Ozon, Triatomik oksijen, Aktif oksijen

Molekül ağırlığı: 47,997 g/mol [8]

Kaynama: -111,9 C

Renk: - 146 C açık mavi sıvı halde

Renk: - 220 C koyu mavi kristal halde

Renk: renksiz veya mavimsi gaz[8]

Koku: 0,02 ppm den sonra keskin koku, Yarılanma ömrünü tamamladıktan sonra koku kalmaz.

Sudaki çözünürlük O^0 C derece: $3xe^{-5}$ g / 100 g [8]

Yoğunluk: 2,144 gr/L (O^0 C) [8]

Yanıcılık: Yanıcı değil. Ancak Yanma olayını kuvvetle destekler

Yangın ve Patlama riski: Ozon kararsız bir gazdır ve normal koşullarda oksijene ayrışır. Ancak demir, bakır, krom gibi elementlerin bulunduğu bir ortamda yüksek sıcaklıkta patlayıcı olabilir.[5,8]

2.1.3 Ozonun Başlıca Kullanım Alanları

- Ortam havası temizleme
- Suların dezenfeksiyonunda
- Tat, renk, bulanıklık ve koku gideriminde
- Ağır metallerin uzaklaştırılmasında

- Bakteri ve virüslerin dezenfeksiyonunda
- Hava ile bulaşan hastalıkların gideriminde
- Aflatoksin arındırılmasında
- Gıda ve havada kükürt giderilmesinde
- Klima sistemlerinde
- İnsan kanında bulunan virüs gideriminde
- Cilt hastalıklarında
- Virüslerin sebep olduğu hastalıklarda
- Kronik yorgunlukta
- Akne, sedef dirençli mantar gibi cilt hastalıklarında
- Zor iyileşen enfekte yaralarda[5]

2.1.4 Ozon Tedavisi

Ozon tedavisi, uzun yıllar boyunca geniş çapta çalışılmış ve kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Etkileri tutarlı bir şekilde kanıtlanmıştır, azda olsa küçük ölçüde yan etkileri de vardır. Hastalığı tedavi etmek ve yaraları dezenfekte etmek için kullanılan Medikal O_3, tarihi ve kullanımı 150 yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Enfeksiyonları, yaraları ve çoklu hastalıkları tedavi etmek için etkinliği belgelenmiş ozon, 1900 lerin başlarında önce içme suyunu dezenfekte etmek için kullanılmaya başlanmıştır. Ozonun, 114 kadar hastalığı tedavi ettiği bilinmektedir.[9] Ozon tedavisi 1800'lerden beri kullanılıyor olup 1896'da dahi Nikola Tesla ABD'deki ilk O3 jeneratörünü patentlendi ve daha sonra da "Tesla Ozone Şirketi" ni kurdu. Birinci dünya savaşı sırasında (1914-1918) O3'ün anti bakteriyel özellikleri ve mevcut birkaç diğer tıbbi değeri ile tropikal olarak efekte yaralara uyguladı ve O_3'ü sadece enfeksiyonun giderilmesiyle değil, aynı zamanda hemodinamik ve anti-inflamatuar özelliklere de sahip olduğu için bu alanlarda da kullanılmaktadır. 1980'lerin sonunda, Alman hekimlerin, HIV hastalarını 03-AHT

(Otohemoterapi) ile başarılı bir şekilde tedavi ettikleri bildirilmiştir. Bu yüzden Kanadalı yetkililer AIDS hastalarında 03-AHT'nin güvenliğini ve etkinliğini test etmek için çalışmaya izin verdi. Ozon in vitro testlerde umut vermiştir. Ozon, HIV'in ekstrakorporeal kan örneklerinin dezenfekte edilmesinde etkili görülmüştür ama ne yazık ki AIDS hastaları için, 03-AHT in vivo çalışmalarında etkisiz olduğunu kanıtlamıştır.[10]

1987 Sivilce , AIDS, alerji, beyin dokusu katılaşması ,dolaşım bozuklukları , karaciğer sirozu, sistit, yatak yaraları, kangren, hepatit, uçuk, yüksek kolasterol, kolit, timor, kanser, kemik iliği iltehabi, parkinson , rometizma, raynaud rahatsızlığı , kepek , omurga ağrıları, ağız iltehabı, eklem rahatsızlıkları, toplardamar iltahabı,acık yaralar, üroloji, vaskuler ameliyatlar, incinme iyileşmelerinde çalışılmıştır. [11]

1988 uçuk, AIDS ve nezle, yaralar, yanmalar, staphylococus enfeksiyonu, mantar ve radyasyon yaraları, kangren, fikstur , hemoroid ve anal yaralar. Diyabet ve damar sertliği ,mide kanserlerinde suya karıştırıp uygulamaları, mantar üremelerinde ve yüzey ulserlerde, cilt irritasyonlarında, çalışılmalar vardır.[12]

1989 tumor metabolizmasında etkisi gözlendiği için kanser tedevisinde kullanıldı. Anlamlı bir immünostimülatör aktivitesi mevcuttur. LgG seviyesini yükseltmektedir. [11]

1990 vitro testlerde 5-fluorouracil ile birlikte kullanımında meme ve kolon kanserlerinde sinerjik etkisi ortaya konmuştur. Viral vakalarda kanı ozonlamada tedavi amaçlı kullanılmıştır. Kanı ozonlama lenfokinleri serbesitesini artırmaktadır.[10,13]

1991 virüs ve bakterileri de kapsayan mikroorganizmalar üzerinde oksidatif imhası nedeniyle antiseptik aktiviteye sahip olduğu bulundu.[10]

1992 ozon terapisinin burun ameliyatlarindan sonraki komplikasyonlarda anlamlı bir azalma olduğu bulundu.[14]

1993 ozonlanmış salin iritasyon çözeltisi olarak kullanılmasında periton boşluğundaki dışkı kanalında apse oluşumunu azaltığı bulundu.[15]

2.1.5 Hareket Mekanizması

Bakteri, virüs, mantar, maya ve protozoanın inaktivasyonu: Ozon tedavisi asıl yaptığı fosfolipidlerin ve lipoproteinlerin oksidasyonu yoluyla bakteriyel hücrenin bütünlüğünü bozar. Mantarlarda, O_3 belirli aşamalarda hücre büyümesini inhibe eder. Virüslerle, O_3 virüs kapsülünü zedelemekte ve virüs-hücre etkileşimini peroksidasyonla bozarak üreme döngüsüne zarar vermektedir. Ozonlama, virüsler tarafından istilaya karşı savunmasız hale getiren hücreler üzerindeki zayıf enzim kaplamaları, oksidasyona yol açarak vücudun elimine etmesine daha sonra bunları sağlıklı hücrelerle değiştirilmesine öncü olur.[10]

Oksijen metabolizmasının uyarılması: Ozon tedavisi, kırmızı kan hücresi glikoliz oranının artmasına neden olur. Bu, 2,3-difosfogliseratın uyarılmasına yol açar ki bu, dokulara salınan oksijen miktarında bir artışa yol açar. Ozon, ATP üretimini uyararak piruvatın oksidatif karboksilasyonunu artırarak Krebs döngüsünü aktive eder. Aynı zamanda NADH'de önemli bir azalmaya neden olur ve sitokrom C'yi okside etmeye yardımcı olur. Serbest radikal toplayıcılar ve hücre duvarı koruyucuları olarak hareket eden enzimlerin üretiminin bir uyarımı vardır: glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz. Bir vasodilatörün prostacyline üretimi de O_3 tarafından tetiklenir.[16]

Etki mekanizmasında idea edilenler;

1. Glutatyon, katalaz, superoksit dismutaz gibi, serbest radikallerin eliminasyonunda etkili olan enzimleri aktive eder. [17]
2. Glikolizi aktive eder, böylece:
   a.Oksijenin hemoglobinden ayrılmasını sağlar, yani doku oksijenizasyonunu artırır. [17]
   b.Metabolik detoksifikasyonda çok önemli bir rolü olan acetylcoenzyme-A'nın oluşumunu arttırır. [17]
   c.Mitokondriyal transport sistemini aktive ederek tüm hücrelerin metabolizmasını arttırır ve bu sayede mutajenik değişimlere karşı hücre savunmasını güçlendirir. [17]
   d.Eritrositlerin esnekliğini, kanın akışkanlığını ve arteryel oksijen basıncını (PO2) arttırır.Eritrositlerdeki rulo formasyonunuazaltır. [17]
3. Düşük dozlarda lökositoz ve fagositozu indükleyerek immün sistemi stimüle eder. Ancak yüksek dozlarda immün sistemi inhibe eder. [17]

4. Retikülo-endotelyal sistemi stimüle ederek dokuların tamir mekanizmasını destekler. [17]
5. Güçlü germisid aktivitesi vardır ve birçok patojen mikroorganizmanın hücre duvarını parçalayabilir. Bu sayede enterovirüsler, koliform bakteriler, Staphylococcus aureus ve Aeromona hydrophilia infeksiyonlarında etkindir. [17]
6. Sirküler plazmid DNA' yı açarak bakteriyel proliferasyonu azaltır. [17]
7. Fungisit etkilidir , candida büyümesini inhibe eder.[17]

2.1.6 Tıpta Ozonun Topical Kullanımı

Kararsızlığına rağmen, O_3 molekülü bir çift bağ arasında bir ozonit olarak dengelenebilir. Oleik asit gibi tekli doymamış yağ asitli zeytin yağı gibi doymamış yağ oranı yüksek yağların ozonlanması ile 4 ° C'de 2 yıl boyunca stabil kalır. Bu yağ yani ozonlanmış doymamış yağ asitine sahip yağ vücutta kronik olarak enfekte olmuş kütanöz ve mukozal bölgelerinin tedavisinde topikal kullanım için uygun olduğu kanıtlanmıştır.[18]

Ozonlu yağların nasıl davrandığı açık bir sorudur. Muhtemelen, stabil triozonid, yaranın sıcak eksüdasyonu ile temas ettiğinde, yavaş yavaş su içinde çözünen ve muhtemelen uzun süreli dezenfektan ve uyarıcı aktiviteyi açıklayabilen hidrojen peroksit üreten farklı peroksitler halinde ayrışır.[19]

Ozon tedavisinin bilinen ilk uygulamaları I. Dünya Savaşı sırasında kangren olan Alman askerlerine gerçekleştirilmiştir. O3'e karşı çok hassas olan Clostridium anaerobik enfeksiyonlara bağlı gazlı kangrenlerden etkilenen Alman askerlerin tedavisinde ozon gazının ilk uygulaması I. Dünya Savaşı sırasında gerçekleştirilmiştir.[10]

1936 yılında Dr P. Aubourg tarafından yapılan , bir metal kanül kullanarak, kronik kolit, anal ragadis ve fistül tedavisi için rektumdan O2 / O3 gazının insüflasyonlarını öneren ilk tedavi olmuştur. Bu ampirik ve eşi görülmemiş yaklaşım bugün en çok Küba doktorları tarafından kullanılıyor[10].

1937'de İsviçreli bir dişçi olan EA Fisch (1899-1966) bunu kendi uygulamasında kullanma fikrine ile ve ünlü bir cerrah olan Dr. E. Payr (1871–1946) kangrene dönüşmüş bir yarasının tedavisinde kullanıdı. [10]

Payr, O3 etkisinin cerrahi uygulamada enfeksyonlara karşı kullanılımı sağlıyordu. Werkmeister ateroskleroz, diyabet ve radyoterapiye bağlı olarak çeşitli deri ülserlerinde gazlı O3'ün kullanılmasına denedi[4].

Ozon tedavisi organizmanın antioksidan ve antiinflamatuar savunma sistemlerini destekleyen, dokulara oksijenin daha kolay bırakılmasını sağlayan fizyolojik altyapıya yönelik bir destek tedavisidir.

Bakteri mantar enfeksiyonlarında , yanıklar, Dekubitüs ülserleri özellikle diyabetik ülser olmak üzere tüm zor iyileşen ülserlerin tedavisinde.[17]

Kanser tedavisinde kullanılan kemoterapi ve radyoterapinin etkinliğini artırmak ve savunma sistemini desteklemek amacı ile. .[17]

Obstrüktif akciğer hastalığı ve astım gibi solunum sistemi hastalıklarında .[17]

Kronik yorgunluk gibi Geriatrik şikayetlerde Romatoid artrit, Behçet hastalığı gibi Otoimmün yardımcı tedavi olarak olarak .[17]

Kalp yetmezliği olan hastalarda non-spesifik immunmodülasyon (minor AHT) ve antioksidan sistemi desteklemek (majör AHT) amacı ile .[17]

Gribal enfeksiyon ,Viral hepatitler (hepatit B ve C) Virüslere bağlı hastalıklar.[17]

Diyabet hastalarında damarların hasarlanması sonucu , Fibromiyaljide ortaya çıkan bölgesel dolaşım bozukluğu, gibi vasküler bozukluklar ve damar endotel hasarına bağlı durumlarda .[17]

Kronik yorgunluk sendromu, depresyon ve duygu-durum bozukluklarına bağlı ikincil şikayetlerde vücudun savunma sistemlerinin desteklenmesi amacı ile. .[17]

Depresyon ve duygu durum bozukluklarına bağlı, Diyabetin erken evrelerindeki ereksiyon kaybı gibi cinsel fonksiyonların desteklenmesi .[17]

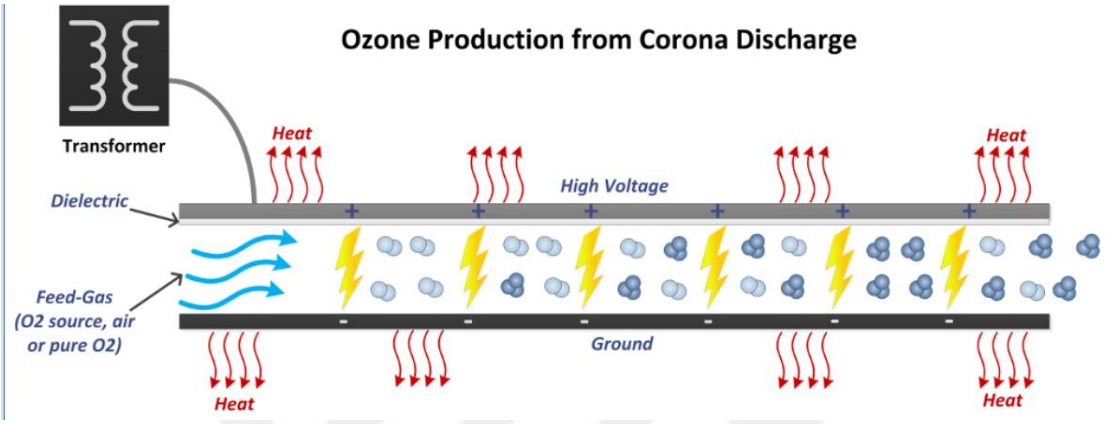
2.1.7 Ozon Gazı Üretimi

Teknolojik olarak ozon 2 farklı yöntem ile ozon gazı üretilmektedir. Ultraviyole ışın altında oksijen gazının tepkimesi ve korona Deşarj yöntemidir.

Ultraviole sistemlerde oksijen gazı veya hava 185 nm ışık kaynağının üzerinde geçirilirken oksijen molekülü parçalanarak atomlarına ayrılır bu ayrılan atomlar karasız yapıları ile oksijen molekülü ile birleşerek ozonu oluşturur.

Diğer bir yöntem ise Korona deşarj yöntemidir. Bu yöntemde ise doğadaki yıldırımları taklit eden elektrik deşarj olayıdır. Elektrik alanı yeterince güçlü olduğunda iletkenin etrafındaki akışkanın

iyonizasyonu ile gerçekleşir. Bunu sağlayan kısım dielektrik kısımdır. Elektrik yükü dielektrik yüzeyine dağılarak koronayı oluşturur. İyonizasyonu sonucu iyonlar, yüksek potansiyele sahip bölgelerden düşük potansiyele sahip bölgelere taşınmaktadır. [20]

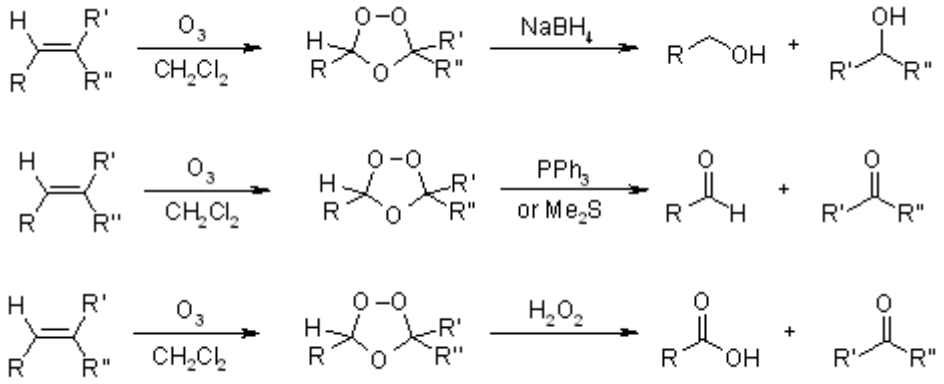


Şekil 2.1: Korona deşarj yöntemi.

2.2 OZONLAMA

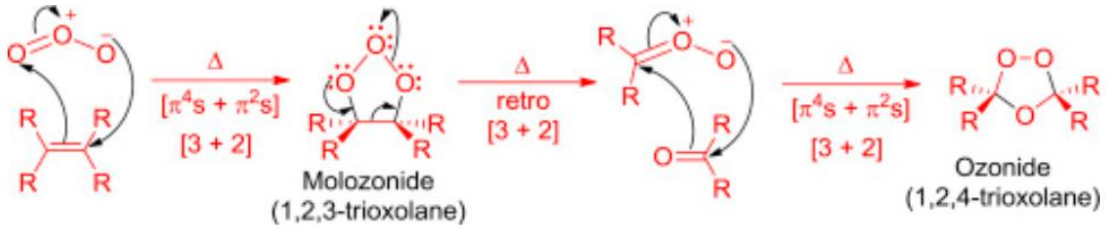
2.2.1 Ozonlama Sırasında Yağların Reaksiyon Mekanizması

Yağlarda bulunan doymamış trigliseritlerin ozonla muamele edilmesi Ozonlu yağlar gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde antibakteriyel ve fungisit ajan olarak kullanılmıştır. Ozonun, yağlarda bulunan doymamış yağ asitleriyle kimyasal reaksiyonları çok karmaşık bir mekanizmadır. Bu oksidasyon reaksiyonları ile ilgili yapısal ve kimyasal analizler, Criegee mekanizmasına ile açıklanır. Mekanizmada, ozonidler olarak bilinen reaksiyon ürünler oluşturulabilir. Aslında kaba bir tabır ile yağların ozonlanması alkenlerinin oksilenmesi olarak da tanımlanabilir Ozonun, yağlarda bulunan doymamış bağlarla reaksiyonu, Criegee tarafından açıklanan mekanizmaya göre ozonitler, peroksit ve aldehitler gibi çeşitli bileşikler üretir. İlk aşama, 1,2,3 trioksolan adı verilen primer ozonit oluşumudur. Ve sonra, birincil trioksolandan O-O bağ kesimi ile bir diradikal ara madde üretilir. Dıradikal bir aldehit ve bir karbonil okside parçalanabilir. Sulu ortamda, karbonil oksit, bir aldehit ve hidrojen peroksite parçalanan bir hidroksihidroperoksit oluşturabilir.[21]



Şekil 2.2: Ozonlama reaksiyonu. [22]

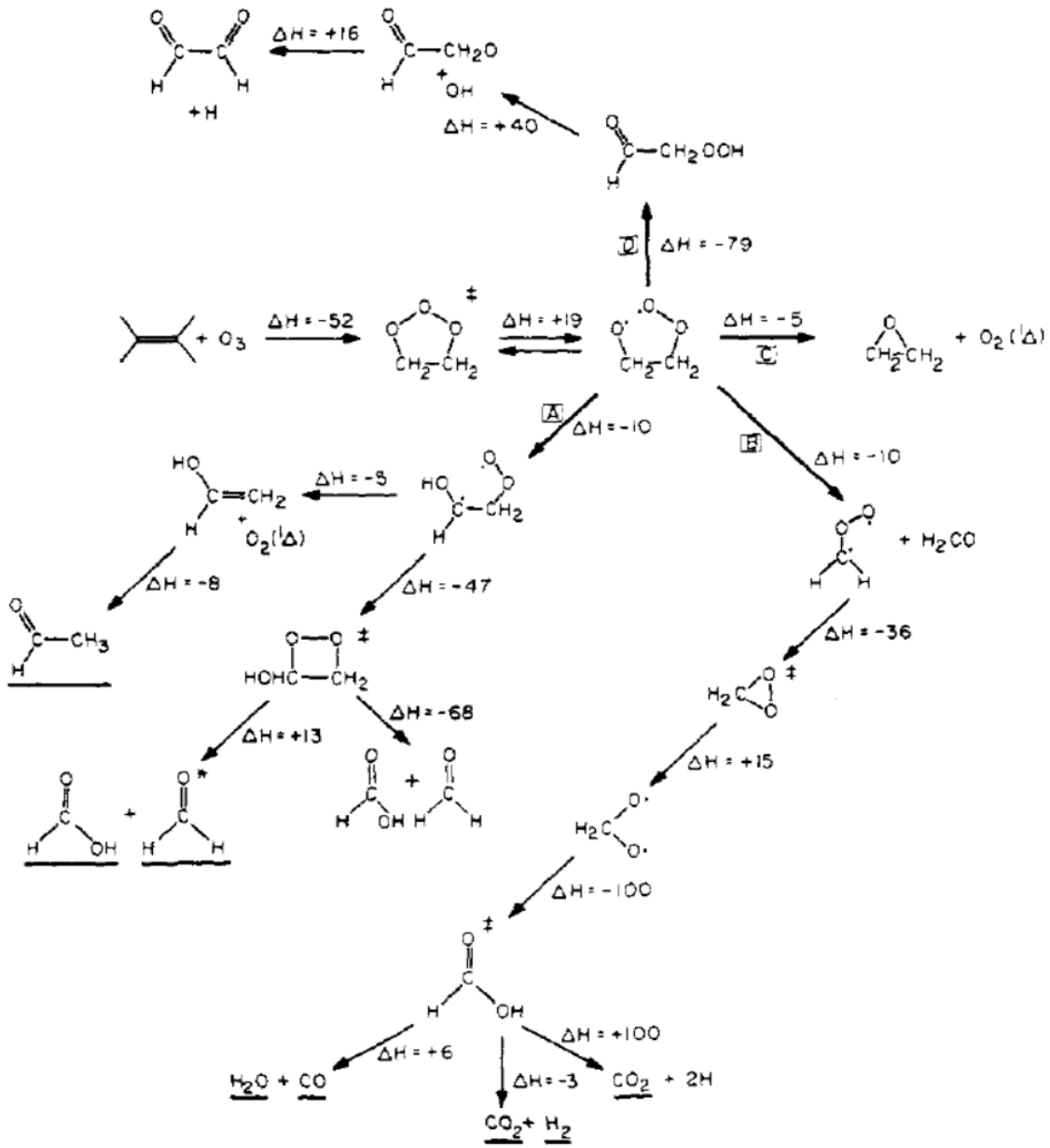
Ozonun yüksek oksidasyon potansiyeline rağmen, organik bileşiklerle reaksiyonları oldukça belirgindir. Ozonun alkenlerle reaksiyonu, 1,3-dipolar siklo-yüklenme olarak çalışır. Reaksiyonun ilk basamağı, bir karbonil oksit ve bir karbonil bileşiği vermek üzere ayrışan primer ozonitin (molozonit veya 1,2,3-trioksolan) oluşumuna yol açan alkene ozonun 1,3-dipolar bir sikloze edilmesini içerir. Karbonil oksitler, 1,3-dipolar bileşikler olarak ozon ile benzerlik gösterir ve ters rejiokimya ile karbonil bileşiğine 1,3-dipolar siklorasyona uğrarlar, bu da nispeten stabil bir ikincil ozonide (1,2,4-trioksolan) yol açar.[23,24]



Şekil 2.3: Ozonlama mekanizması.[24]

2.2.2 Yağlarının ozonlanması sonuç oluşan ürünler

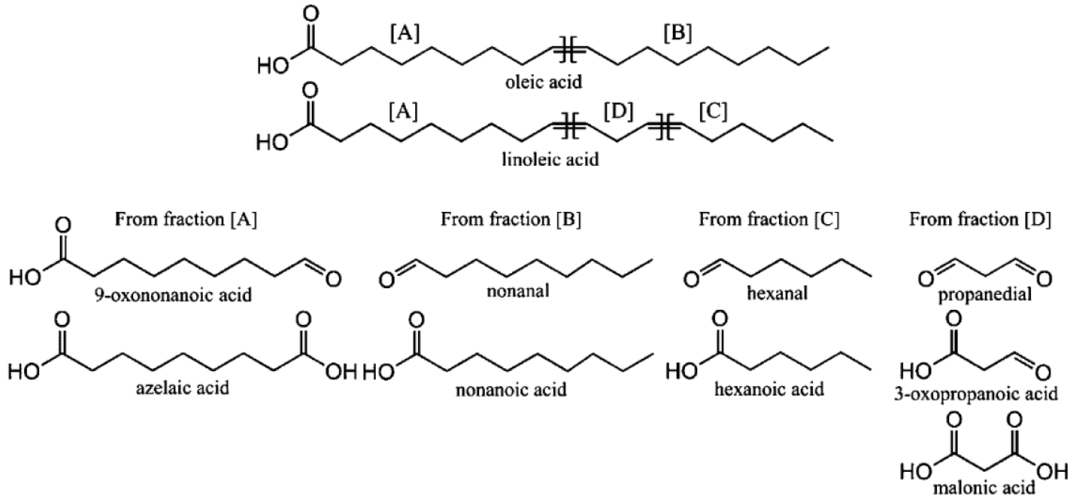
Şekil 2.4 de bir alkenin olası reaksiyonları ve çıktıları belirtilmiştir.



Şekil 2.4: Ozonlama sonuç oluşabilecek ürünler ve reaksiyonları.[25]

Şekil de ozonlanmış alkeninden oluşan ozonidin olası reaksiyonları verilmiştir. Yüksek titreşim enerjisi içerenler ± ile işaretlenmiştir. A ve C yolların Lawrence B. Harding tarafından bulunmuştur. B yolu Criegee benzeri bir bölünmeyi içerir, D yolu ise O'Neal ve Blumstein tarafından ortaya konulmuştur.[25]

Cok farklı reaksiyon imkanları görülmesine karşın temel işlem doymamış yağ asitlerinin , bu karbonlar üzerinden ozonide oluşturmaları ve aşırı yüklemede bir halka üzerinde bölünmeleridir. Yağ asitinin doymamış kısmının hangi karbona bağlı olması ürünleri değiştirir.



Şekil 2.5: Oleik asitin ozonlanması sonucu parçalanma ürünleri.[23]

2.3 YAĞLARIN ÖZELLİKLER

2.3.1 Ayçiceği Yağı

2.3.1.1 Morfoloji

Ayçiçegi orijini Kuzey Amerika olup, halen ABD'nin orta kesimlerinde yabani olarak bulunmaktadır.[26] Ülkemizde özellik ile Trakya bölgesinde geniş bir yetiştirme hacmine sahiptir. Ayçiçeği dik, büyük, sarı başlı, çekirdekleri yenilebilen ve yağ üretimi için kullanılabilen Tek yıllık bir bitkidir. Ortalama boy uzunlukları 300 cm dir. Çiçek tabla çapı 30 cm dir.[26, 27]

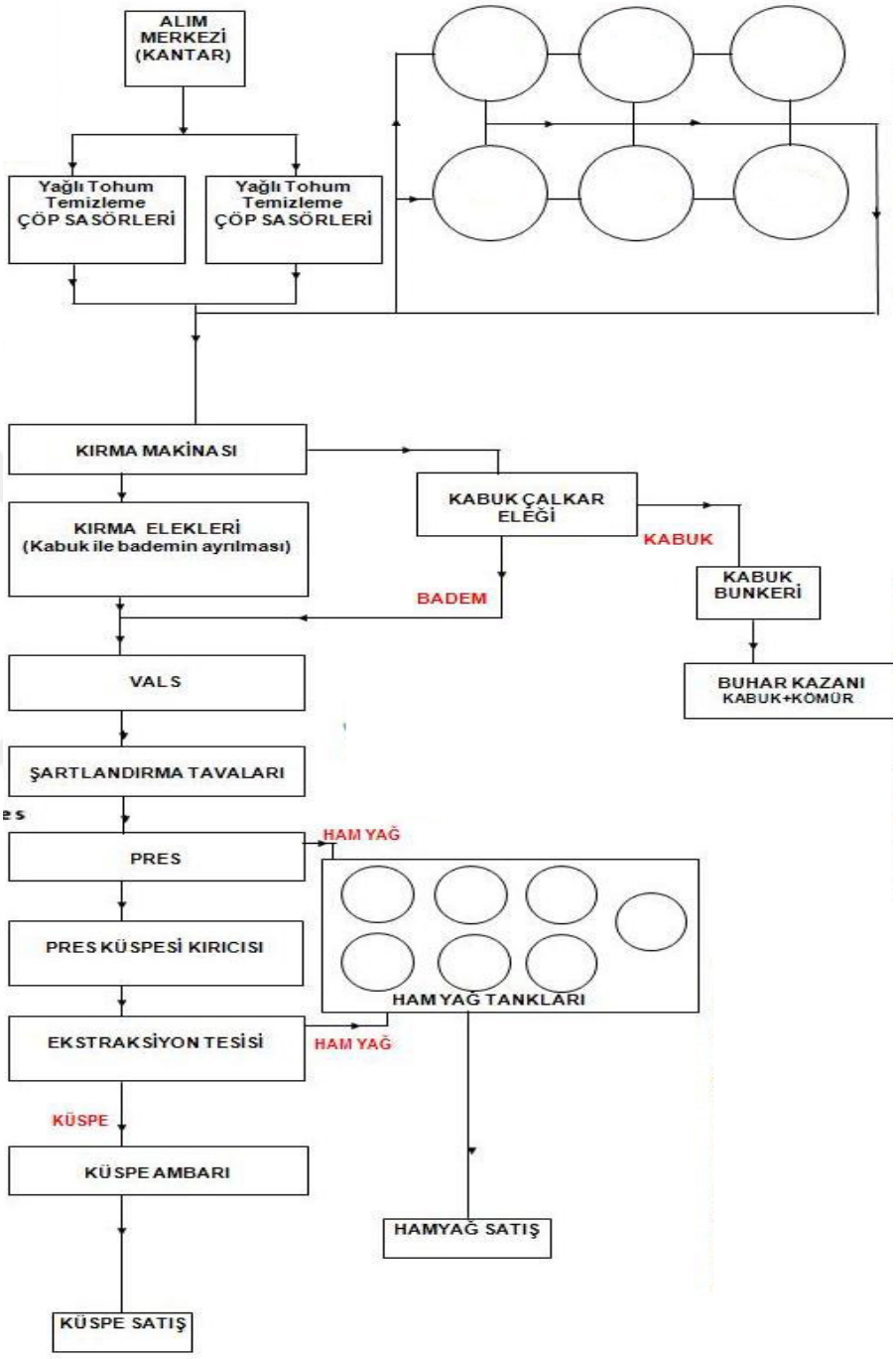
2.3.1.2 Bilimsel Sınıflandırma

Tablo 2.1: Ayçicek yağı bilimsel sınıflandırma.[28]

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım:	Asterales
Familya:	Asteraceae (Papatyagiller)
Alt familya:	Asteroideae
Oymak:	Heliantheae
Cins:	***Helianthus***
Tür:	***H. annuus***

2.3.1.3 Elde Edilme Yöntemi

Ayçiceği pres işlemi öncesi kabuğun ulaştırılması gerekmektedir. Bu işlem kabuk kırmak , iç alma ve kabuğun elenmesi olarak 3 bölümden oluşur. Adından kabuğundan uzaklaştırılan ayçicek içi pres işlemine tabi tutulur. Bu işlem sırasında 95 °C derecelik bir sıcaklık altında yapılmaktadır ardından verimliliği artırmak için yağı kısmın alınarak ekstraksiyon ünitesine aktarılır burada bu işlem 4 ayrı bölümde gerçekleşir ekstraksiyon, desolventizer, destilasyon ve absorsiyon. Ardından ham yağ elde edilmiş olur. Ardından gıdaya uygunluk açısından rafinasyon işlemlerine tabi tutulur. Bu işlemler de nötralizasyon , vinterizasyon ve deodorizesyondur. [29]



Şekil 2.6: Ayçicek yağının üretim prosesi.

2.3.1.4 İçeriği

Çoklu yağ asiti bakımında zengindir. Ham yağda kısmı oranda uçucu yağ bulunur lakın rafinasyon sonrası yapıda bunlar bulunmaz.

Fas	**[%]**
C6:0	nd
C8:0	nd
C10:0	nd
C12:0	0,02
C14:0	0,09
C15:0	nd
C16:0	6,2
C17:0	0,02
C18:0	2,8
C20:0	0,21
C22:0	nd
C16:1 (n-7)	0,12
C17:1 (n-7)	nd
C18:1cis (n-9)	28,0
C18:1trans (n-9)	nd
C20:1(n-9)	0,18
C18:2cis (n-6)	62,2
C18:3 (n-3)	0,16
C18:3 (n-6)	nd
SFAs	9,4
MUFAs	28,3
PUFAs	62,4
n-3 PUFAs	0,2
n-6 PUFAs	62,2[30]

2.3.1.5 Kullanım Alanları

Ayçiçeği yağı yemeklik olarak kullanılabildiği gibi biyodizel olarak da kullanımı önemli yer teşkil etmektedir. Ayrıca kızartma yağı olarak kullanılır. Ayçiçeği yağı uzun raf ömrü sağlar. Kozmetikte kullanım alanları mevcuttur.[31, 32]

2.3.2 Ceviz Yağı

2.3.2.1 Morfoloji

Ceviz regai türü ağırlık ülkemizde yetişen grubu olup Anadolu da bulunduğu gibi balkanlarda , Lübnan , İran, ırak, Afganistan, Orta Asya ve Çine kadar uzanan bir coğrafyada yetişmektedir.[33] **Ceviz**, cevizgiller (Juglandaceae) familyasından *Juglans* cinsinden tek tüysü yaprakları ağaç türlerinin ortak adıdır Kışın yaprağını döken ağaçlardır.[34]

2.3.2.2 Bilimsel Sınıflandırma

Tablo 2.2: Ceviz yağı bilimsel sınıflandırma.[34]

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta(Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Magnoliopsida(İki çenekliler)
Takım:	Juglandales
Familya:	Juglandaceae (Cevizgiller)
Cins:	***Juglans***

2.3.2.3 Elde Edilme Yöntemi

Ceviz yağı, Juglans regia ağacından soğuk presleme cevizleri ile elde edilen çok yönlü bir yağdır. Bir cevizin yağ içeriği % 60 civarındadır. Yaklaşık 2-3 kg ceviz içi bir litre yağ elde edilir. Soğuk preslenmiş ceviz yağı , rafine cevizden daha lezzetli bir sıvı yağdır.

Soğuk preslendiğinde, kütle ilave ısı olmadan hafifçe preslenir bu işlemde sıcaklık 40 derecenin üzerine çıkmaz. Sıcak preslenmiş ceviz yağı yüksek sıcaklıkta elde edilir. Sıcaklık, verimi arttırır ama sonrasında bir rafine işlemine tabi tutulması gerekir bu rafine işlemi bazı değerli maddeler ve lezzet kaybedecek şekilde olur. Rafine yağ da daha ucuzdur. Soğuk preslenmiş ceviz yağı, meyvenin kavurma veya kısmen kavurma yaparak daha yoğun bir tat üretir.[35]

2.3.2.4 İçeriği

Ceviz yağının doymamış yağ asitlerinin yaklaşık %80'i linoleik asit (ω-6) ve %20'si α-linolenik (ω-3) asittir

Fas	**[%]**
C6:0	nd
C8:0	nd
C10:0	nd
C12:0	nd
C14:0	nd
C15:0	nd
C16:0	7,5
C17:0	nd
C18:0	1,7
C20:0	nd
C22:0	nd
C16:1 (n-7)	0,4
C17:1 (n-7)	nd
C18:1cis (n-9)	20,7
C18:1trans (n-9)	nd
C20:1(n-9)	0,18
C18:2cis (n-6)	59,8
C18:3 (n-3)	9,8
C18:3 (n-6)	nd
SFAs	9,2
MUFAs	21,1

PUFAs	69,6
n-3 PUFAs	9,8
n-6 PUFAs	59,8 [36]

2.3.2.5 Kullanım Alanları

Omega-3 yağ asitleri, fitokimyasallar ve antioksidanlar bakımından zengin olduğundan ceviz, kalp hastalığı ve kanser riskinin azaltılması dahil olmak üzere sağlığa yararlı bir besin olarak belirtilmiştir.[37] Ceviz Yağı Yüksek PUFA içeriği nedeniyle ceviz tüketiminin toplam plazma ve LDL kollesterolünü düşürdüğü ve bunun da koroner kalp-damar hastalıklarını önlediği bilinmektedir.[37, 38]

2.3.3 Hint Yağı

2.3.3.1 Morfoloji

Tropikal doğu Afrika'nın Etiyopya bölgesine özgü olmasına rağmen, hint fasulyesi veya hint bitkisi (Ricinus communis), dünyadaki tropikal ve sıcak ılıman bölgelerde doğallaştırılmış ve güneybatı Amerika Birleşik Devletleri'nde giderek artan bir yabani ot haline gelmektedir. Hint bitkileri, dere bankaları, nehir yatakları, dip araziler ve toprağın iyi drene olduğu hemen hemen tüm sıcak alanlarda ve kuvvetli büyümeyi sürdürmek için yeterli besin ve nem ile birlikte çok yaygındır. Her ne kadar tohumlar veya fasulyeler çok zehirli olsalar da, ekonomik olarak önemli sayısız ürünün kaynağıdır ve en erken ticari ürünlerden biridir.[39] Bitki tropik bölgelerde 15 metre boya kadar ulaşabilir. Bitkinin yaprak şekli, renk, boyut ve tohum üzerindeki noktalar açısından birçok farklılık yaratmaktadır. Tohumlar elde edildiği ortam koşullarına göre büyük morfolojik değişiklikler göstermekle beraber (boyut ve renk açısından) 8–18 mm uzunluk ve 4–12 mm genişliğinde biraz yassı ve oval şekillidir. Kabuk kısmı sert, parlak, gri, kahve ve siyah renkli ya da siyah veya kahverengi lekelere sahiptir.[40,41]

2.3.3.2 Bilimsel Sınıflandırma

Tablo 2.3: Hint yağı bilimsel sınıflandırma.[42]

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım:	Malpighiales
Familya:	Euphorbiaceae (Sütleğengiller)
Cins:	***Ricinus***
Tür:	***R. communis***

2.3.3.3 Elde Edilme Yöntemi

Hint yağı tohumu, yaklaşık% 30 -% 50 yağ içerir. Hint yağı, bir press ile mekanik yağ çıkarma , çözücüyle ekstre etme veya bir pres ile ekstraksiyonun bir kombinasyonu yoluyla hint çekirdeklerinden ekstrakte edilebilir. İlk olarak kurutulma işlemine tabi tutulur böylece tohum kabuğu açık tohum bölünerek tohumu serbest bırakır. Ekstraksiyon işlemi, gövdenin tohumlardan çıkarılmasıyla başlar. Bu işlem, bir hint çekirdeği delicisinin yardımı ile mekanik olarak veya elle elle yapılabilir Gövde tohumdan çıkarıldıktan sonra, çubuklar, saplar, yapraklar, kum veya kir gibi yabancı maddeleri çıkarmak için tohumlar temizlenir. Bu malzemeler genellikle bir dizi döner elek ile yapılır, Tohumlar daha sonra ekstraksiyon için tohumların içini sertleştirmek için ısıtılabilir. Bu işlemde, tohumlar nemi çıkarmak için buharlı bir preste ısıtılır ve bu sertleştirme işlemi ekstraksiyona yardımcı olmaktadır. Pişirilmiş tohumlar daha sonra ekstraksiyon işlemi başlamadan önce yine kurutulur. Yağın çıkarılmasını kolaylaştırmak için hint yağı tohumlarını ezmek için sürekli bir vida veya hidrolik pres kullanılır. Bu çıkarma aşamasının ilk kısmına baskı öncesi denir. Ön hazırlık, genellikle bir yağ kovucu adı verilen bir vida presinin kullanılmasını içerir. Yağ kovucu, yağı çıkarmak için yüksek basınçlı sürekli bir vidalı presdir Bu işlem düşük bir sıcaklıkta gerçekleştirilebilse de, mekanik presleme hint çekirdeklerinden yağın sadece yaklaşık% 45 oranında geri

kazanılmasını sağlar. Daha yüksek sıcaklıklar ekstraksiyonun verimini artırabilir. Ham yağın eldsinin ardından rafinasyon işlemine tabi tutulur [43]

2.3.3.4 İçeriği

Yapısında Risin isimli bir alkaloit olan zehirli birleşikler bulunur, viskoz, soluk sarı renkte, uçucu olmayan, kötü tatlı, kurumayan bir yağdır.[41]

Fas	**[%]**
C6:0	nd
C8:0	nd
C10:0	nd
C12:0	nd
C14:0	nd
C15:0	nd
C16:0	2,0
C17:0	nd
C18:0	3,0
C20:0	nd
C22:0	nd
C16:1 (n-7)	nd
C17:1 (n-7)	nd
C18:1cis (n-9)	5,0
C18:1-OH	88,0
C20:1(n-9)	nd
C18:2cis (n-6)	2,0
C18:3 (n-3)	nd
C18:3 (n-6)	nd
SFAs	5,0
MUFAs	93,0
PUFAs	2,0
n-3 PUFAs	nd
n-6 PUFAs	2,0[41]

2.3.3.5 Kullanım Alanları

Hint tohumları, birçok sağlık özelliği ile bilinir en yaygın kullanımı müshil etkisidir. Tarihsel belgeler hintyağı yağının tıbbi olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır.Mısır, Hindistan ve Çin'in yanı sıra İran, Afrika, Yunanistan ve Roma.Esas olarak bitkilerden elde edilen geleneksel ilaçlarda Hint bitkisinin farklı parçalarının kullanılması Geleneksel veya halk ilaçlarında farklı hastalıkların tedavisi vardır.[44] Hint yağı endüstriyel olarak boya, kaplama, mürekkep, yağlayıcı, tekstil ve otomativ gibi sektörlerde hammadde olarak kullanılır.[41, 44]

2.3.4 Zeytin Yağı

2.3.4.1 Morfoloji

Zeytin, boylu bir çalı veya 10 metreye kadar boylanabilen, sık dallı, yayvan tepeli, her zaman yeşil yapraklı bir ağaçtır. 2000 seneye kadar yaşayabilen ender ağaçlardandır . Taç Verimli topraklarda açık ve asimetrik, verimsiz topraklarda ise daha yoğun ve yuvarlaktır. Yaprağın boyu 20–86 mm, genişliği de 5–17 mm'dir. Yaprağın üst yüzü koyu gri-yeşil ve tüysüz, alt yüzü mavimsi gümüşi renkte ve beyaz sık ipeksi tüylerle kaplıdır. [45]

2.3.4.2 Bilimsel Sınıflandırma

Tablo 2.4: Zeytinyağı bilimsel sınıflandırma.[45]

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım:	Lamiales
Familya:	Oleaceae (Zeytingiller)
Cins:	***Olea***
Tür:	***O. europae***

2.3.4.3 Elde Edilme Yöntemi

Zeytin yağı, zeytin bitkisinin olgun meyvelerinden elde edilir. Meyvenin %15'i çekirdek olup kalan kısım içerisnde % 50-60 oranında yağ içeren etli kısımdır. Çekirdeğin ise % 10 luk kısmı yağdır.[46]

Zeytinyağı eski çağlardan bu zamanlara kadar değişmeyen geleneksel olarak zeytinden yağ çıkarma yöntemi ile yapılmaktadır. Zeytinden kırma, yoğurma ve santrifüjleme (eskiden presleme) işlemi ile elde edilerek bir kimyasal işleme gerekmeksizin kullabilinmesidir. Zeytinler ezilerek hamur haline getirilir ve bu hamur sıkılır veya presten geçirilir. En sonunda yağ, zeytin meyvesinin suyundan (karasu) ayrıştırılır. Geçen yüzyılın başlarında hidrolik pres makinelerin icattı ile bu makineler kullanılmaya başlandı. Bugün ise hidrolik pres makinelerinin yerine, zeytin hamurundan merkezkaç kuvvetiyle yani santrifüjleme ile zeytinyağı elde etmeye başlandı. Bu tür tesislere "Kontinü Sistem" adı verilmektedir [47]

2.3.4.4 İçeriği

Zeytin yağında yüksek oranda bulunan tekli doymamış asitlerin yanında , fenolik birleşikler bakımındanda zengindir ve bu fenolik maddeler yağın elde edildiği meyvenin türüne ve yağın

elde prosesine bağlı olmak ile coratina çeşitinde 456 mg/L gallik asit cinsinden saptanmıştır.[48]

Fas	**[%]**
C6:0	nd
C8:0	nd
C10:0	nd
C12:0	nd
C14:0	nd
C15:0	nd
C16:0	16,0
C17:0	nd
C18:0	2,3
C20:0	0,43
C22:0	0,15
C16:1 (n-7)	1,8
C17:1 (n-7)	nd
C18:1cis (n-9)	66,4
C18:1-trans(n-9)	nd
C20:1(n-9)	0,3
C18:2cis (n-6)	16,4
C18:3 (n-3)	1,6
C18:3 (n-6)	nd
SFAs	19,4
MUFAs	68,2
PUFAs	18,0
n-3 PUFAs	1,6
n-6 PUFAs	16,4[30]

2.3.4.5 Kullanım Alanları

Zeytin yağının içerisinde bulunan Oleik asit sayesinde bünyedeki Toplam LDL kolesterol ve trigliserit miktarını azaltıcı , antienflamatuvar, tansiyon tümörune, hücre membranı ve lipoproteinleri oksidatif strese karsı koruyucu, kolon, akciğer, göğüs ve prostat kanseri tümör

riskini azaltıcı, tümöru hassasiyetini azaltıcı, plazma glikoz ve insülin miktarını azaltıcı etkilere sahip olduğu bildirilmiştir. Fenolik bileşikleri sayesinde Hücre içi antioksidan enzim aktivitelerini artırıcı, LDL kolesterol oksidasyonunu önleyici DNA'ya karsı koruma sağlayıcı, antienflamatuvar etki gösterici, UV'ye karsı koruma sağlayıcı, [49]

sinir sistemini koruyucu, kan glikoz seviyesini düşürücü özellerleri barındırır. Topikal kullanımda içerisindeki Sekualen sayesinde UV ve radyoaktiviteye karsı koruma sağlar. Karotenoidler sayesinde Antioksidan etkili, kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karsı koruma sağlar. Lutein sayesinde Katarak ve maküler bozulmaya karsı koruyucu, antioksidan ve anti-kanserojen etkili, DNA'yı oksidasyona karsı korur. Klorofil ile Antioksidan etkili, kansere karsı koruma sağlar. A-Tokoferol ile Antioksidan etkili, biyolojik membrane ve lipoproteinlerin oksidasyonunu önler, aterosklerozu önler, göğüs kanseri tümör riskini azaltır, DNA'yı oksidasyona karsı korur, sinir sistemini korur. [49]

Triterpenler ile Antioksidan ve antienflamatuvar etkili, damarların tümörunude ve kalp ritmini düzenlemede etkili. Steroller ile de Membran lipit peroksidasyonuna karsı koruma sağlar, antienflamatuvar etkili,endotelyal bozukluklar üzerine etkili, plak tümörunu azaltır, toplam LDL kolesterol vetrigliserit miktarını azaltır, akciğer, göğüs, mide kanserlerinde tümör büyümesini azaltır, immün yanıtı ve antioksidan enzim aktivitesini artırarak antikanserojen etki gösterir[49]

2.3.5 Hindistan Cevizi Yağı

2.3.5.1 Morfoloji

Tropikal iklimlerde yetişen bir ağaçtır ve Yükseklikleri 20 metreyi geçen , oldukça uzun boylu ağaçlardır. Dallanmalar gövdenin en üst kısımlarında görülür ve meyvelerde bu kısımlarda oluşur. Meyvesi sert kabukludur ve kırıldığı zaman içerisinde meyvenin sütü olan yoğun bir sıvı bulunur. Olgunlaşmış bir meyvenin ağırlığı 2 – 3 kg olabilir. Olgunlaşan meyvelerin kabuğu kahverengi olup bir ağaç yıllık ortalama verimi 300 kg kadar çıkabilir. Ağacın yaprakları oldukça uzun bir yapıya sahip olup , 60 ile 90 cm arasında uzayabilmektedir.[50]

2.3.5.2 Bilimsel Sınıflandırma

Tablo 2.5: Hindistancevizi yağı bilimsel sınıflandırma.[51]

Âlem:	Plantae (Bitkiler)
Bölüm:	Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf:	Monocots (Bir çenekliler)
Takım:	Arecales
Familya:	Arecaceae (Palmiyegiller)
Cins:	*Cocos*
Tür:	***C. nucifera***

2.3.5.3 Elde Edilme Yöntemi

Yağın eldesinde Yaş ve Kuru olarak 2 farklı yöntem kullanılmaktadır. Kuru yöntemde beyaz kısmın kabuktan çıkarılmasının ardından güneş veya fırın yardımı ile kurutulur . Sonrasında bu parçalar preslenerek veya yüksek sıcaklıkta posadan ayrılarak elde edilir. Yaş yöntemde küçük parçalara ayrılmış taze meyvesi su veya yağ içerinden kaynatma ile yapılmaktadır ekonomik bir yöntem değildir en zor kısmı bu oluşan emülsiyondan yağın uzaklaştırılmasıdır. Günümüzde ise . Modern teknikler, santrifüjler ve soğuk, ısı, asitler, tuzlar, enzimler, elektroliz, şok dalgaları, buhar damıtma veya bunların bir kombinasyonunu içeren ön işlemleri kullanır. Çok çeşitli değişikliklere ve teknolojilere rağmen, ıslak işlem % 10-15 daha düşük verim nedeniyle kuru işlemeden daha az uygundur. Islak süreçler ayrıca, yüksek sermaye ve işletme maliyetlerine neden olan ekipman ve enerji yatırımını gerektirir.[52]

2.3.5.4 İçeriği

Ağırlıklı dolmuş yağ asitlerinde oluşun bir yağdır.

Fas	**[%]**
C6:0	0,52

C8:0	7,6
C10:0	5,5
C12:0	47,7
C14:0	19
C15:0	nd
C16:0	nd
C17:0	nd
C18:0	2,7
C20:0	nd
C22:0	nd
C16:1 (n-7)	nd
C17:1 (n-7)	nd
C18:1cis (n-9)	6,2
C18:1-trans(n-9)	nd
C20:1(n-9)	nd
C18:2cis (n-6)	1,6
C18:3 (n-3)	nd
C18:3 (n-6)	nd
SFAs	92,1
MUFAs	6,2
PUFAs	1,6
n-3 PUFAs	0,0
n-6 PUFAs	1,6[30]

2.3.5.5 Kullanım Alanları

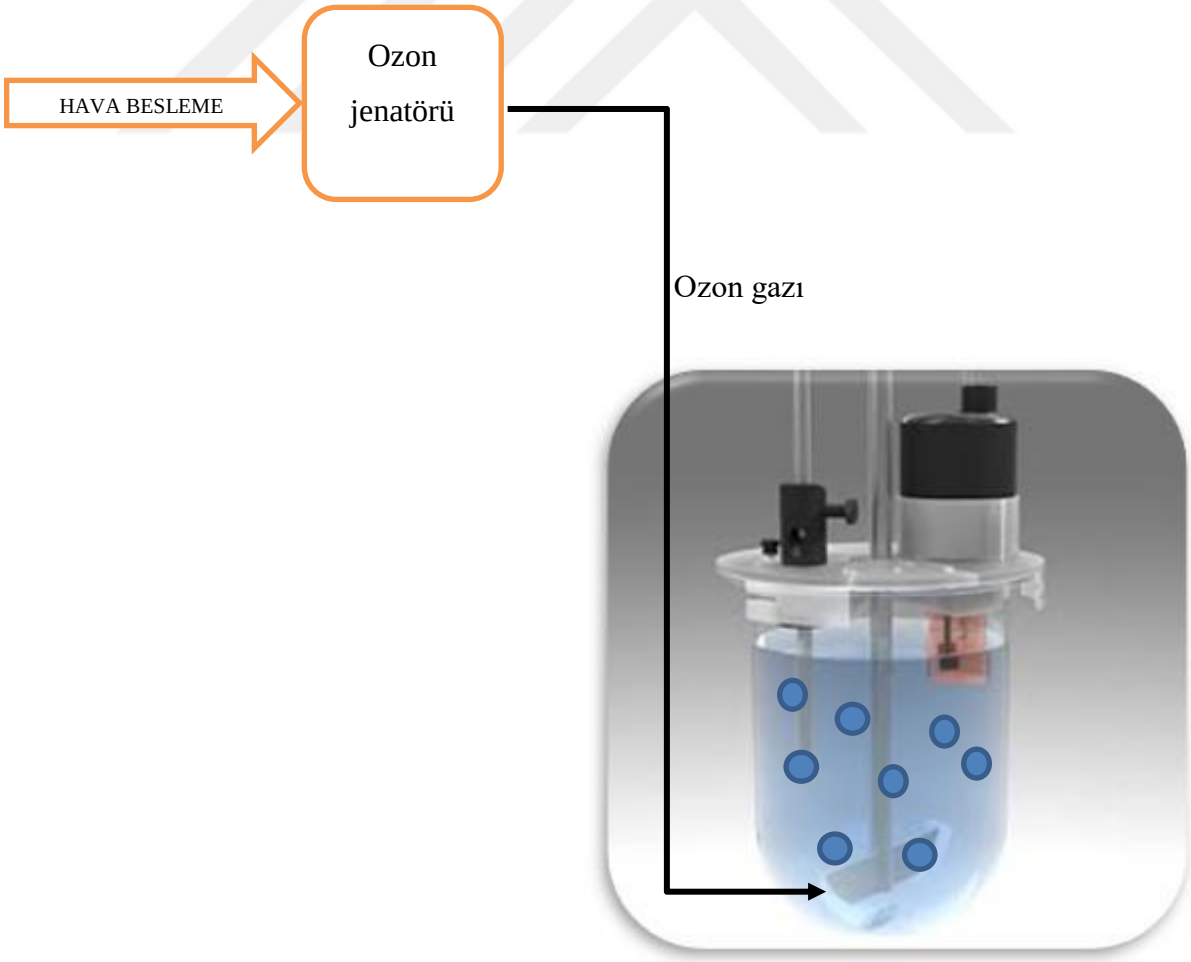
Birçok sağlık kuruluşu, yüksek doymuş yağ seviyeleri nedeniyle hindistancevizi yağı tüketimine ilişkin tavsiyelerde bulunmamaktadır. Hindistan cevizi yağının pazarlanması faaliyetlerinde bunun "sağlıklı bir gıda" olduğuna dair yanlış bir inancı yarattı. Bunun yerine, yapılan araştırmalar Hindistan cevizi yağı, hem yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol hem de düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol miktarını artırarak toplam kan kolesterol seviyelerini yükselten doymuş bir yağ olan yüksek miktarda laurik asit içerir. Her ne kadar laurik asit tüketimi daha elverişli bir toplam kan kolesterol profili oluşturabilse

de, bu durum hindistancevizi yağı tüketiminin kalıcı olarak diğer mekanizmalar yoluyla, özellikle laurik tarafından indüklenen toplam kan kolesterolündeki belirgin artışla kardiyovasküler hastalık riskini artırabileceği ihtimalini dışlanamaz. [52]

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 YAĞLARDA OZONLANMA

Koronal deşarj yöntemine çalışan ozon jeneratörü (Sabo elektronik, İstanbul, Türkiye) tarafından üretilen 1 litre / dk sabit debide Kantrasyonu 80 mg / L olan Ozon üretimi için gereken oksijen havadan sağlandı. Dissolusyon cihazına (Erweka, DT4000) 2000 ml yağ örneği yerleştirildi. Ozon gazı bünyesinde delikler olan bir boru yardımı ile cam reaktörün tabanına yuvarlar halka oluşturacak şekilde yayıldı. Dissolusyon cihazının sıcaklığı 25^0, 35^0 , 65^0 C ayarlanarak farklı zamanlar boyunca (1, 2, 5, 10, 2, 25, 50 ve 100 Saat) yağ numunesi içinden geçirildi. Sistemin kaba gösterimi şekil 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Ozonlama şematik gösterim.

3.2 YAĞLARDA PEROKSİT SAYISI TAYİNİ

Peroksit sayısı (miliekivalen O2 /kg yağ) = $((a-b)\times N\times 1000)/m$

a= titrasyonda örnek için harcanan tiyosülfat miktarı, ml

b=titrasyonda şahit için harcanan tiyosülfat miktarı, ml

N= tiyosülfatın normalitesi, N

m= alınan örnek miktarı, g

Materyal:

Kloroform

Asetik asit (buzlu)

KI çözeltisi (doymuş, içinde iyot veya iyodat bulunmayan saf potasyum iyodürden hazırlanmış)

Sodyum tiyosülfat çözeltisi (0,002 N veya 0,01 N ayarlı)

Nişasta çözeltisi (%1'lik)

Peroksit sayısı tayinin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.

$2KI + 2CH_3COOH \rightarrow 2HI + 2CH_3COO^- K^+$

$R{\bullet}OO{\bullet}H + 2HI \rightarrow ROH + H_2O + I_2$

Numune tahmin edilen peroksit sayısına belirtilen miktarda ve 0,001 g duyarlılıkta erlenmayer içerisine tartılır.Üzerine 10 ml kloroform ilave edildikten sonra erlenmayer hızla çalkalanarak yağ çözülür.Sıra ile 15 ml asetik asit ve 1 ml KI ilave edilerek erlenmayerin ağzı kapatılır ve 1 dk. Süre ile çalkalanır.5-10 dk. Karanlık bir yerde bekletilir. Bu süre sonunda 75 ml saf su, 1 ml de nişasta çözeltisi ilave edilir. [53]

3.3 SERBEST YAĞ ASİTLERİ TAYİNİ

FFA% = SxNx28,2/A

Serbest yağ asitleri (Oleik asit cinsinden)

S = Titrasyonda harcanan 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi, ml

N = Titrasyonda kullanılan sodyum hidroksit normalitesi

A = Tartılan numune ağırlığı,g

Materyal:

Eşit hacimde %95'lik etil alkol ve etil eter karışımı

%95'lik etil alkolle hazırlanmış %1'lik fenolfitaleinçözeltisi

1 N sodyum hidroksit çözeltisi

Serbest yağ asidi değeri (FFA), bitkisel yağlarda mevcut olan trigliseritlerin parçalanmasından kaynaklanan serbest yağ asitlerinin yüzdesinin bir ölçümüdür. Erlen içerisine 5g yağ 1 mg duyarlılıkla tartılır. Tartılan bu yağ üzerine 40 ml nötrleştirilmiş alkol eter karışımı ve indikatör olarak 1 ml fenolfitalein çözeltisi katılır. Kuvvetle çalkalayarak 0.1 N sodyum hidroksit ile açık pembe renkte elde edilinceye kadar titre edilir. Bu pembe renk 5 saniye değişmeden kalmalıdır. (British Pharmokopi, 2000)[54]

3.4 VİSKOZİTE TAYİNİ

Materyal:

Brookfield visometer DV-II Pro

Deneyin yapılışı:

Analiz yapılacak örneği 250 gr örnek kabının içine 1 g duyarlılıkla tartınız. Stant ayarını alt ve üst nokta göre ayarlanır. Disk dönüş hızı 20 rpm olarak ayarlanır. Sıcaklık derece 22 derece (ortam sıcaklığı) olması için numune bekletilir. Ortalama değer ekranadan Cp cinsinde okunur.

3.5 GAZ KROMATOGRAFİSİ

Yağların yağ asidi bileşimi, Agilent 7890A gaz kromatografı (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) kullanılarak, 5975C model kütle detektörü ile belirtendi. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) hazırlanması için, 2 ml Hekzan , 2 ml 60 g / L'lik bir potasyum hidroksit (metanol içerisinde) çözeltisini Ultrasonic banyoda karşıtırılır.

Taşıyıcı gaz: Helium

Akış hızı : 0.9 ml/min.

Seyreltme oranı : 1:100

Sıcaklık programı:

Tablo 3.1: Gc-Ms çalışma paremetreleri.

	Zaman (min)	**Sıcaklık (°C)**
Kolon sıcaklığı	0-15	100
	15-36	100- 225
	36-61	225
Enjeksiyon sıcaklığı		250
Dedektör sıcaklığı		250

Dedektör : Kütle

Enjeksiyon hacmi: 1ul

Kolon: HP-Innowax(polietilen glikol , L=60 m)

3.6 TERMAL ANALİZ VE KİNETİK HESAPLAMA YÖNTEMİ

Diferansiyel taramalı kalorimetre (Perkin- Elmer DSC 7) cihazı ile Non-izotermal koşulta 5,10,15 ve 20 C/dak. Isıtma hızı ile , saf oksijen atmosferi altında yapılarak DSC termogramları çıkartıldı.

Elde edilen grafiklerden bozulma başlangıç sıcaklığının başladığı T_{on} ve T_p değeri hesaplanarak Kissinger-Akahira-Sunose metodlerini ile elde edilmiş

$$Ln(\beta_i / T^2_{oni}) = a \times (1/T_{oni}) + b$$

Denkleminde β_i yerine ısınma hızı (^{0} C/dk) , T_{oni} yerine βi sıcaklık artışındaki bozulma başlangıç sıcaklığı yazılarak grafik çizilir.

Grafiğin eğimi

$$a= -Ea_{on} / R$$

den,

Ea değeri hesaplanır.

Grafiğin y eksenini kesim noktası

$$b=\ln(A_{on} R/ Ea_{on})$$

A değeri hesaplanarak Arrhenius denklemindende;

$$k= A \times \exp (-Ea / RT)$$

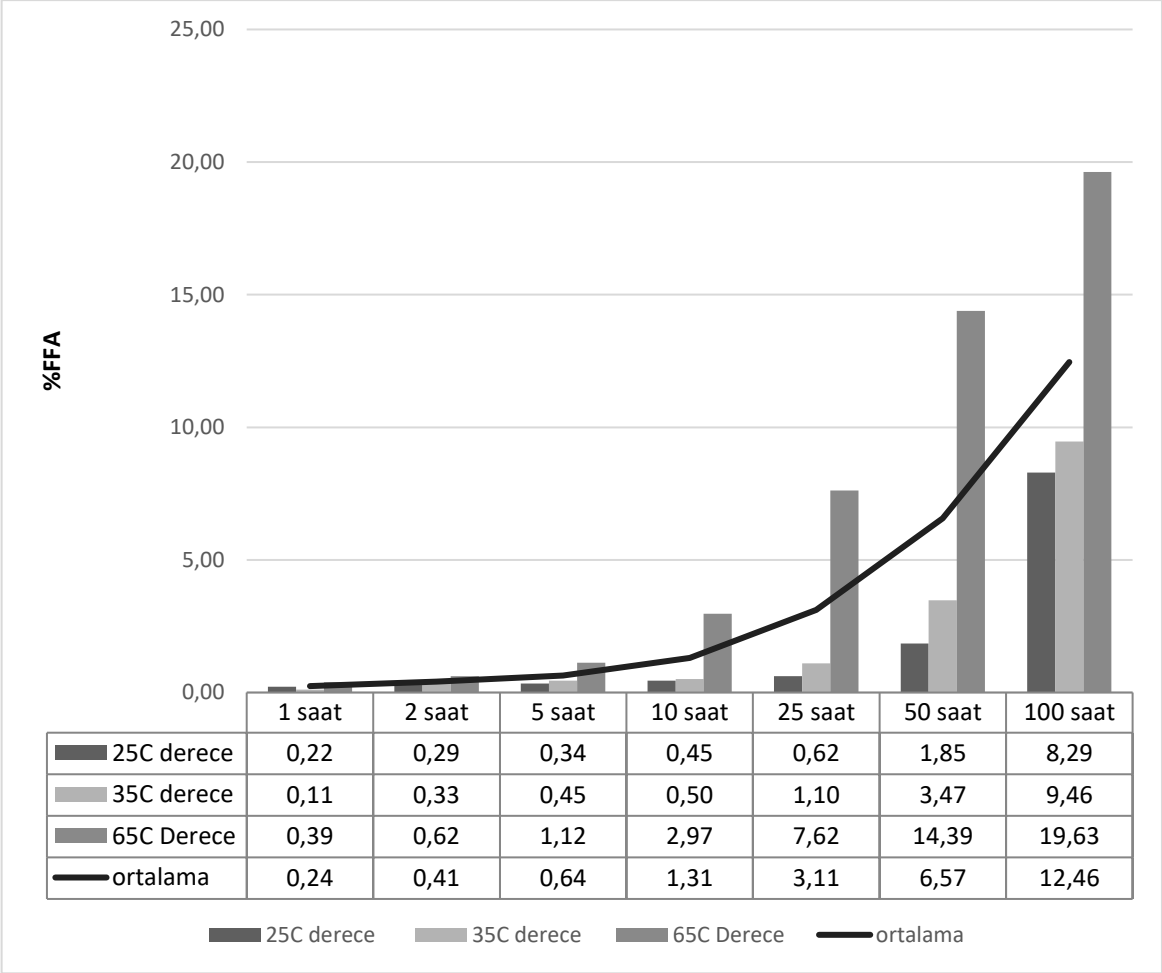
k reaksiyon hız sabitin bulunur.

[55,56]

4. BULGULAR

4.1 AYÇİCEK YAĞI

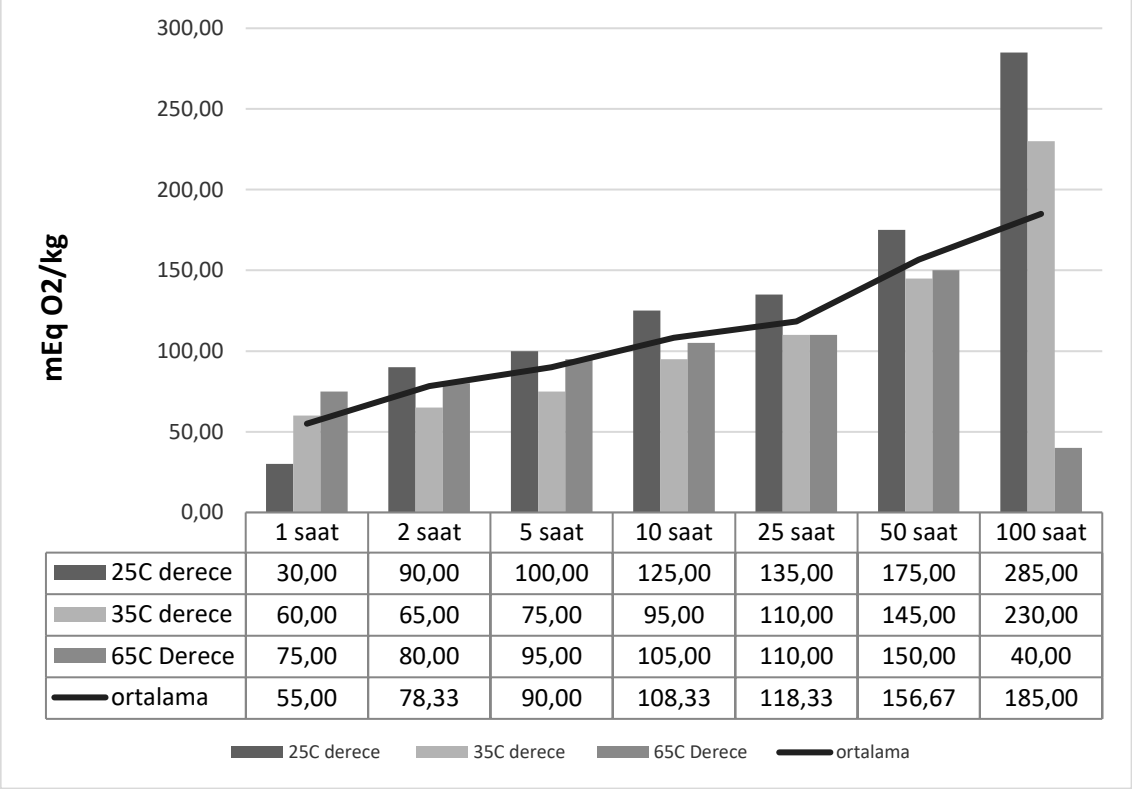
Tablo 4.1: Ayçicek yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	0,22	0,29	0,34	0,45	0,62	1,85	8,29
35C derece	0,11	0,33	0,45	0,50	1,10	3,47	9,46
65C Derece	0,39	0,62	1,12	2,97	7,62	14,39	19,63
ortalama	0,24	0,41	0,64	1,31	3,11	6,57	12,46

Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır.

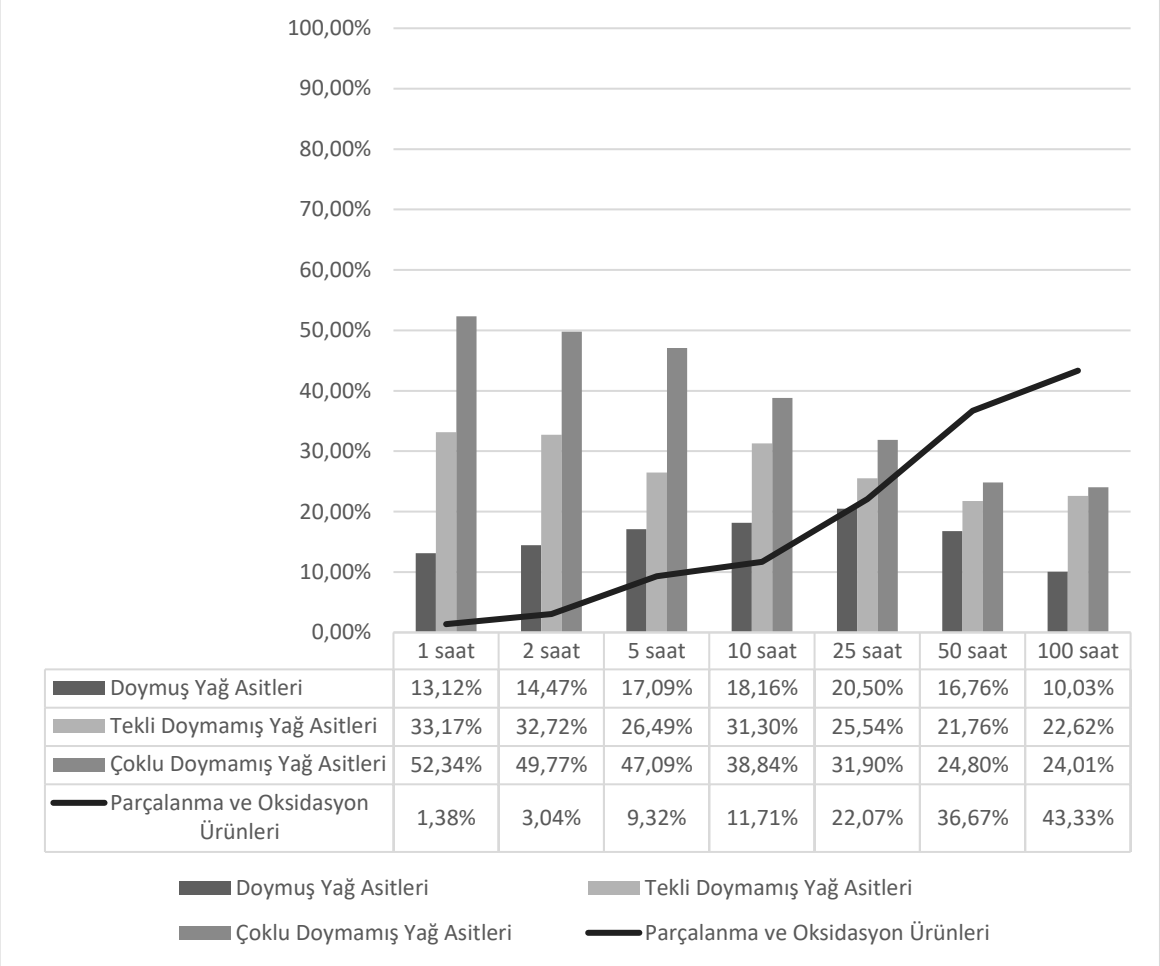
Tablo 4.2: Ayçicek yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	30,00	90,00	100,00	125,00	135,00	175,00	285,00
35C derece	60,00	65,00	75,00	95,00	110,00	145,00	230,00
65C Derece	75,00	80,00	95,00	105,00	110,00	150,00	40,00
ortalama	55,00	78,33	90,00	108,33	118,33	156,67	185,00

Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak Peroksit sayısının da bir lineer artış görülmektedir. Yüksek sıcaklıkta peroksit sayısı 50 saat den aniden düşmektedir.

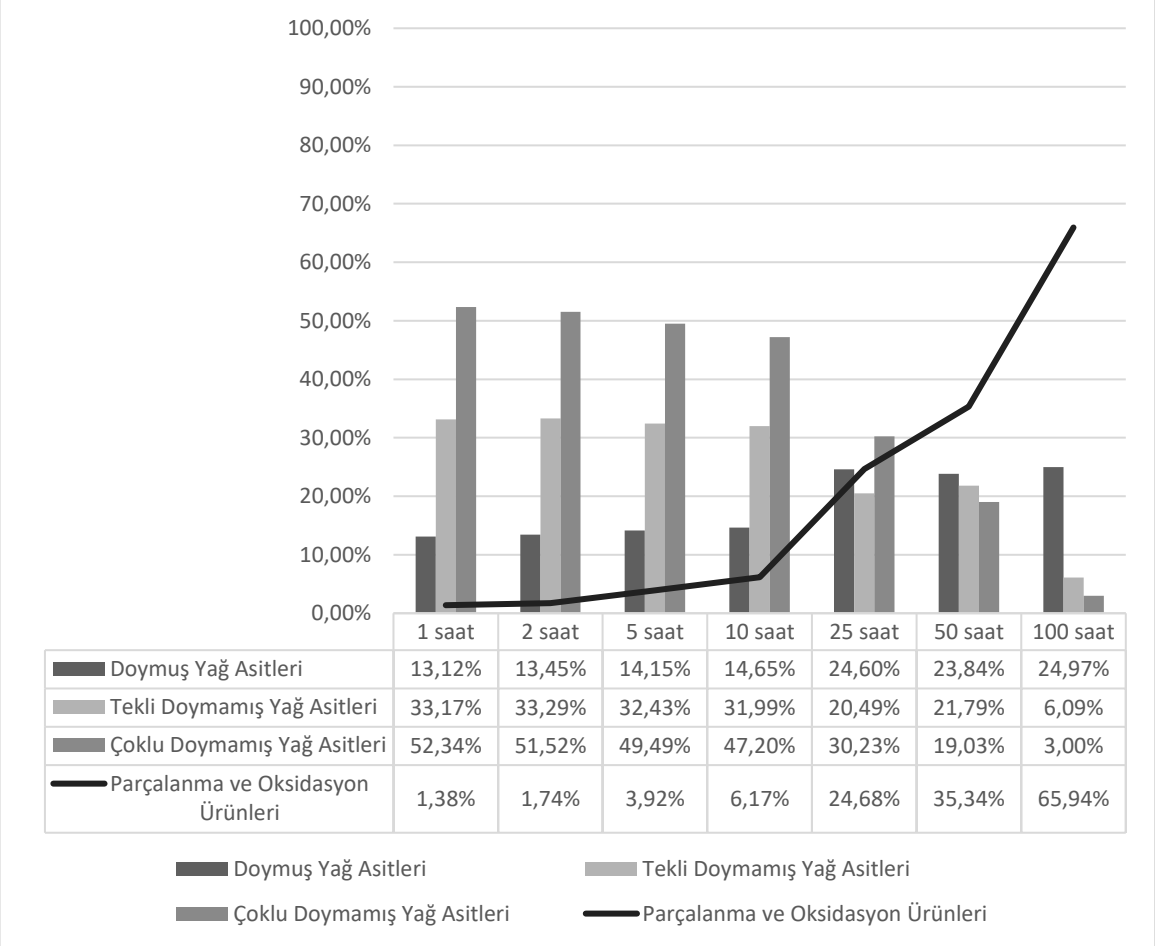
Tablo 4.3: Ayçicek yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	13,12%	14,47%	17,09%	18,16%	20,50%	16,76%	10,03%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	33,17%	32,72%	26,49%	31,30%	25,54%	21,76%	22,62%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	52,34%	49,77%	47,09%	38,84%	31,90%	24,80%	24,01%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	1,38%	3,04%	9,32%	11,71%	22,07%	36,67%	43,33%

Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ve sonuç arasında bir azalma görülmektedir. % yüzde oranlar bakımında bir dalgalanma mevcuttur. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 25. Saat arasını yüzdesel olarak artmakta sonrasında kısmı olarak azaltmaktadır.

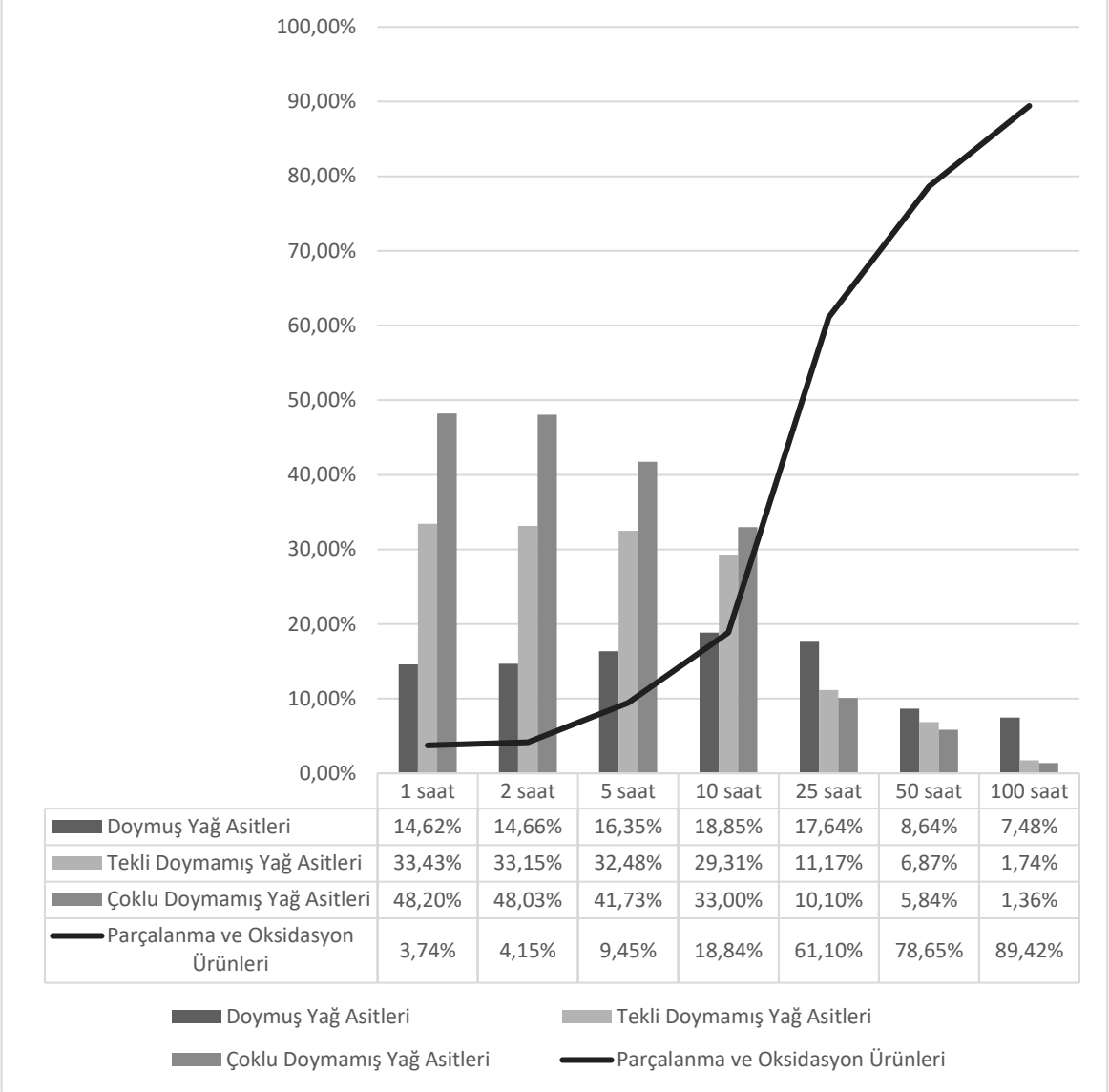
Tablo 4.4: Ayçicek yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	13,12%	13,45%	14,15%	14,65%	24,60%	23,84%	24,97%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	33,17%	33,29%	32,43%	31,99%	20,49%	21,79%	6,09%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	52,34%	51,52%	49,49%	47,20%	30,23%	19,03%	3,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	1,38%	1,74%	3,92%	6,17%	24,68%	35,34%	65,94%

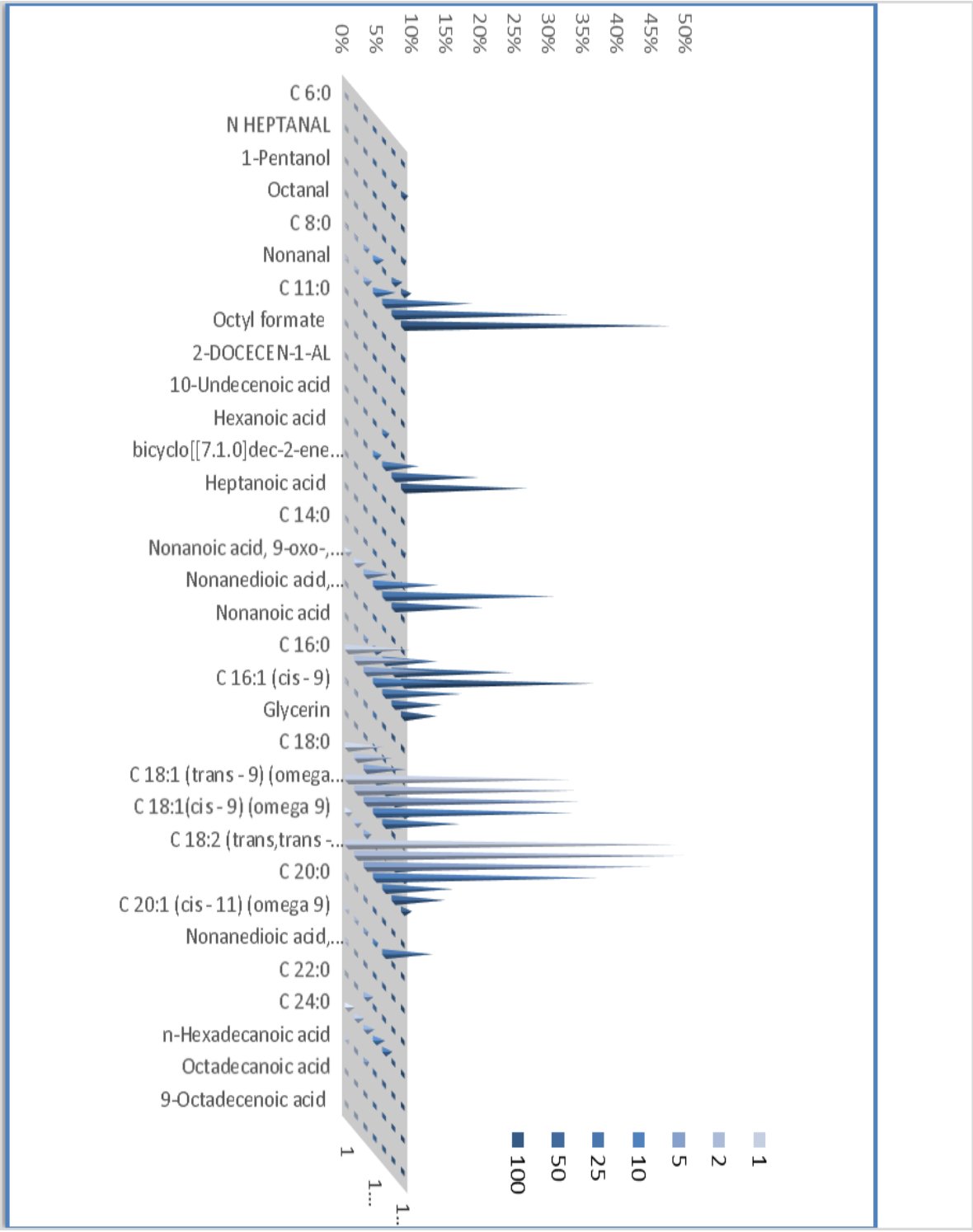
Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ve 10 saat arası kısmı olarak yüzdesel sabit kalmakta sonrasında ozonlama miktarı artıkça düşmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 25 saat. arasını yüzdesel olarak sabit kalmakta sonrasında kısmı olarak artmaktadır.

Tablo 4.5: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



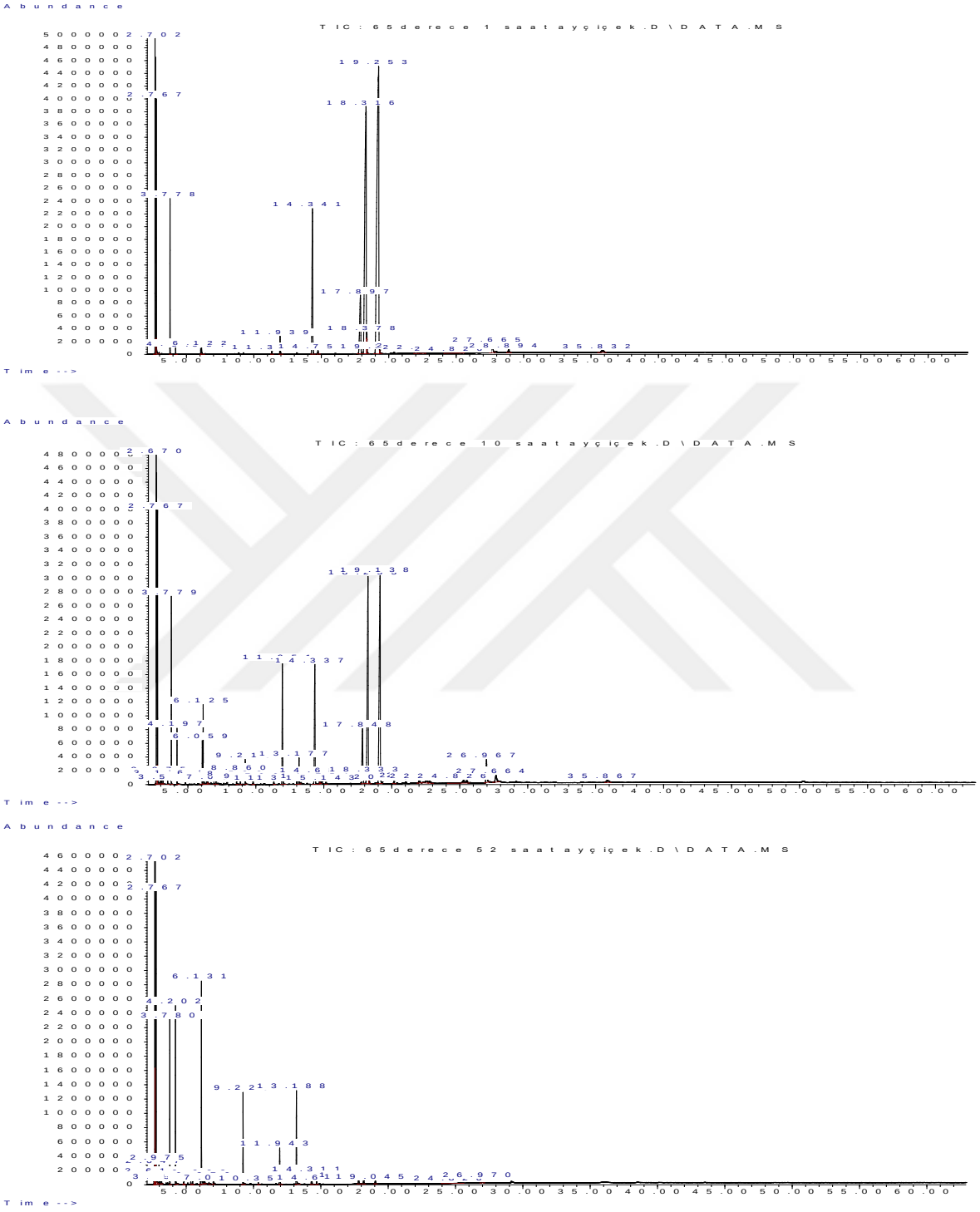
	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	14,62%	14,66%	16,35%	18,85%	17,64%	8,64%	7,48%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	33,43%	33,15%	32,48%	29,31%	11,17%	6,87%	1,74%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	48,20%	48,03%	41,73%	33,00%	10,10%	5,84%	1,36%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	3,74%	4,15%	9,45%	18,84%	61,10%	78,65%	89,42%

Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ve 10 saat arası kısmı olarak yüzdesel sabit kalmakta sonrasında ozonlama miktarı artıkça düşmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 25. saat arasını yüzdesel olarak sabit kalmakta sonrasında kısmı olarak azalmaktadır.



Şekil 4.1: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS tüm sonuçlarının şekilsel gösterimi.

Ayçicek yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak C18:2 doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde C18:1 yağ asitleri de başlangıç ve 10. saat arası kısmı olarak yüzdesel sabit kalmakta sonrasında ozonlama miktarı artıkça düşmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Nonanoic Acid 9-Oxo 50. saat kadar artmakta sonrasında azalmaktadır. Nonanal Yüzdesi ozonlama süresine bağlı olarak katlanarak artmaktadır. Hexanoic asit yüzdesi de Nonanal ile aynı çizgiyi izlemektedir.

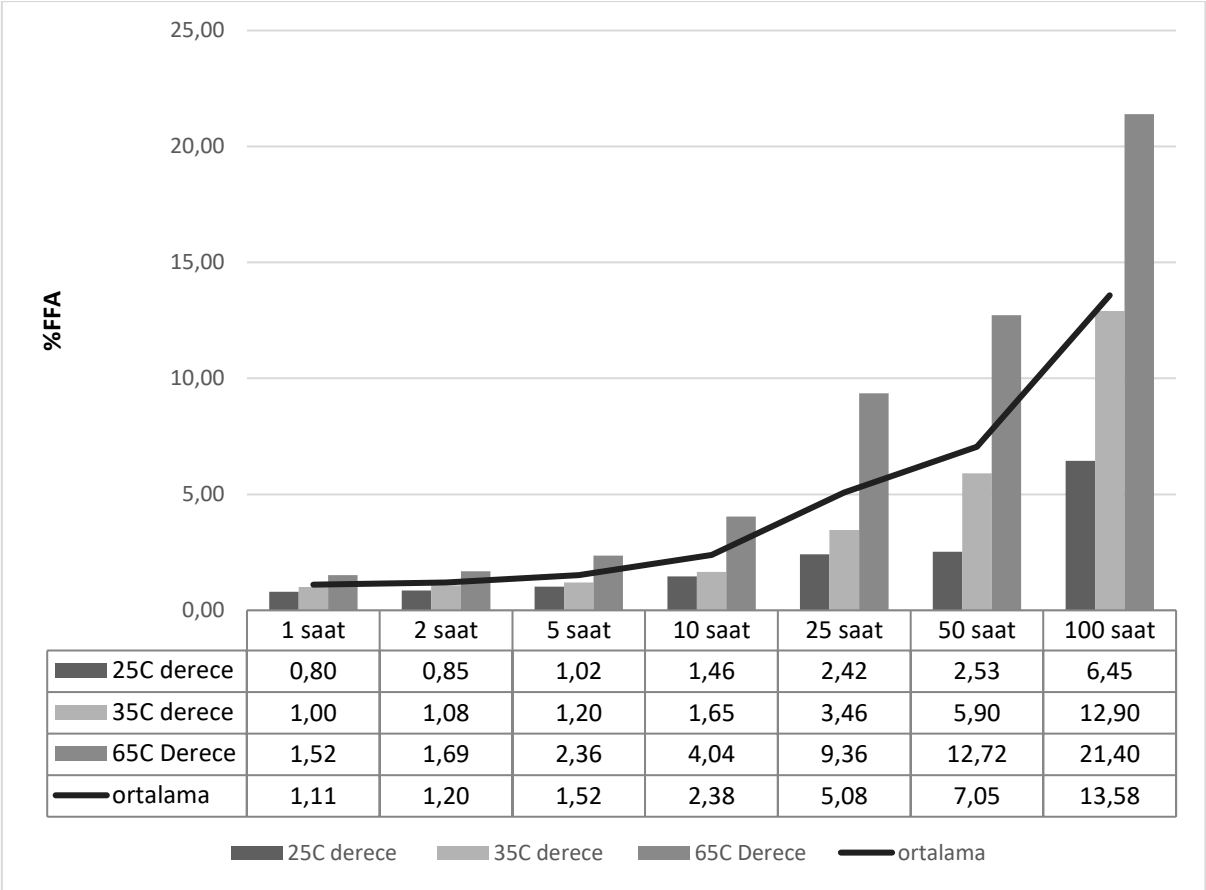


Şekil 4.2: Ayçicek yağı 65^0 C ozonlama GC-MS 1., 10. Ve 50. Saat ham dataları.

Ayçicek yağına ait GC-MS çıktılarında gecikme zamanı 18-19 dakika gibi olan doymamış yağ asitlerine ait pikler küçülmektedir. Onların yerine gecikme zamanı 6 ve 9 dk olan piklerin arttığı görülmektedir.

4.2 ZEYTİN YAĞI

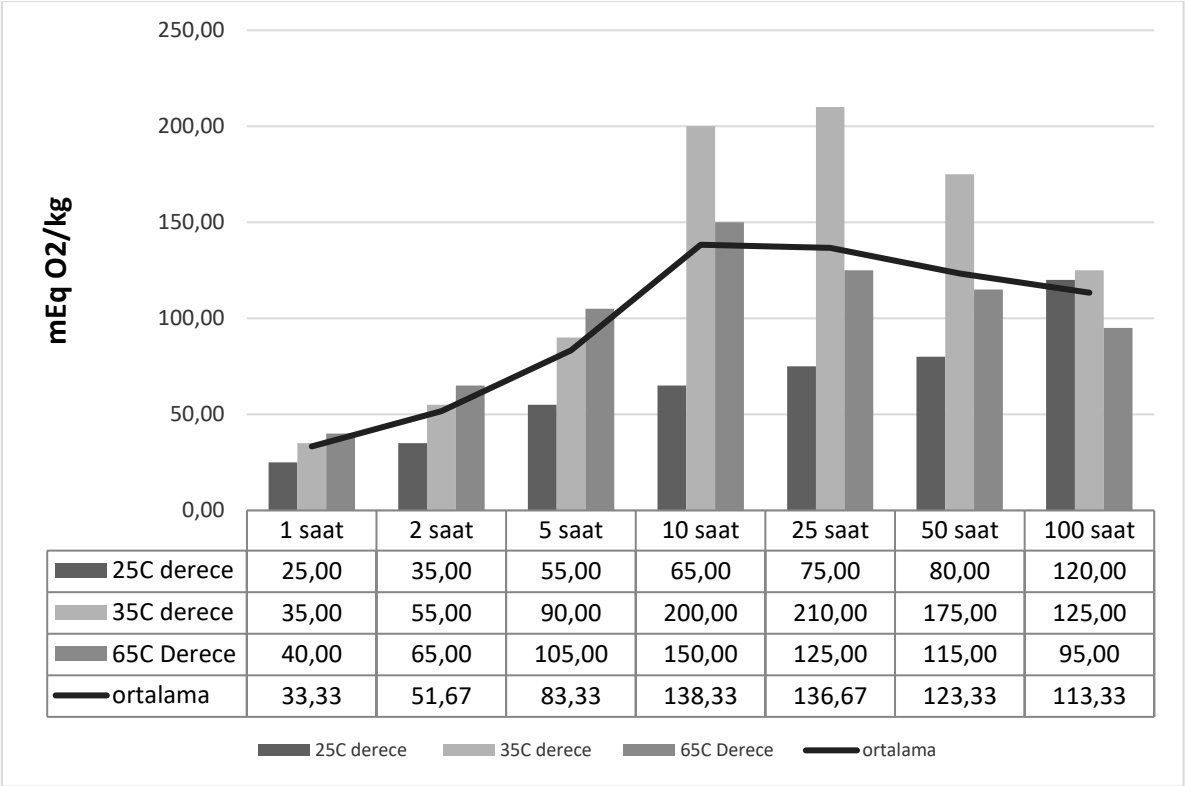
Tablo 4.6: Zeytin yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	0,80	0,85	1,02	1,46	2,42	2,53	6,45
35C derece	1,00	1,08	1,20	1,65	3,46	5,90	12,90
65C Derece	1,52	1,69	2,36	4,04	9,36	12,72	21,40
ortalama	1,11	1,20	1,52	2,38	5,08	7,05	13,58

Zeytinyağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır

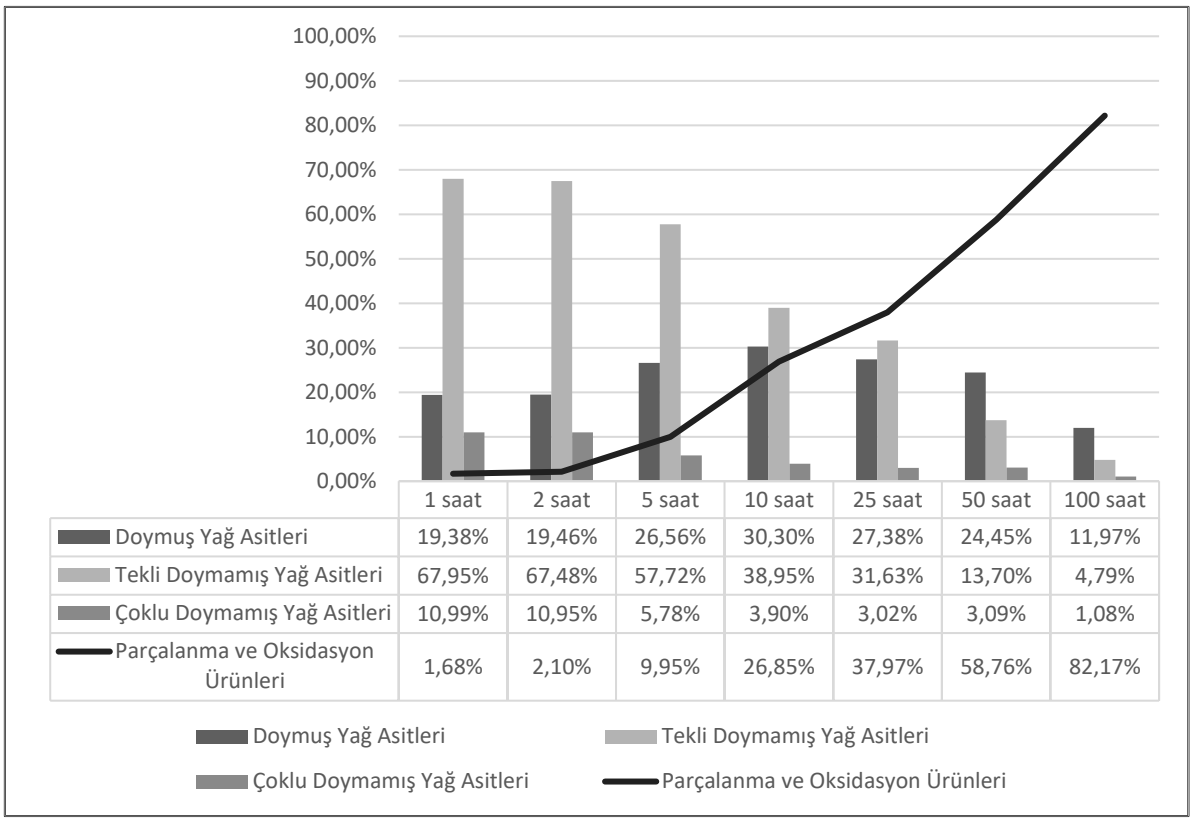
Tablo 4.7: Zeytin yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	25,00	35,00	55,00	65,00	75,00	80,00	120,00
35C derece	35,00	55,00	90,00	200,00	210,00	175,00	125,00
65C Derece	40,00	65,00	105,00	150,00	125,00	115,00	95,00
ortalama	33,33	51,67	83,33	138,33	136,67	123,33	113,33

Zeytinyağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak düşük sıcaklıkta da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe peroksit sayısı önce artma sonra azalma yönündedir.

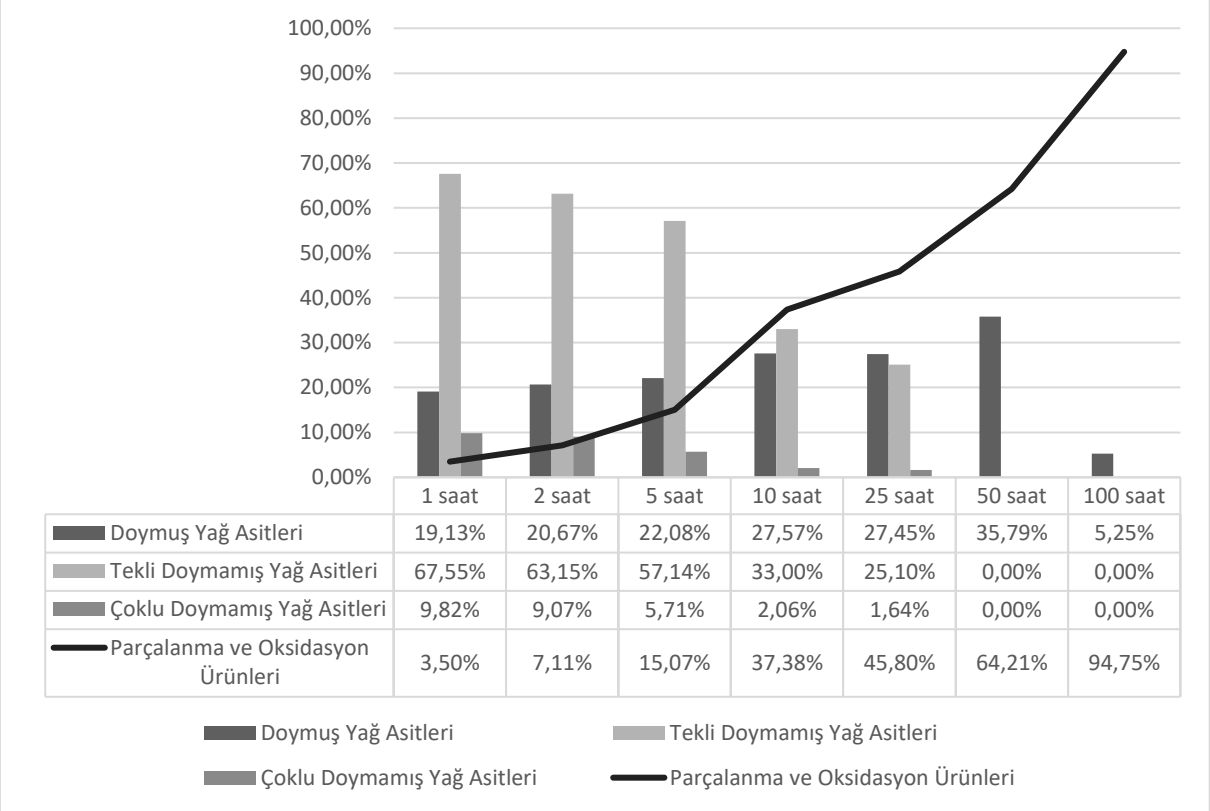
Tablo 4.8: Zeytin yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	19,38%	19,46%	26,56%	30,30%	27,38%	24,45%	11,97%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	67,95%	67,48%	57,72%	38,95%	31,63%	13,70%	4,79%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	10,99%	10,95%	5,78%	3,90%	3,02%	3,09%	1,08%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	1,68%	2,10%	9,95%	26,85%	37,97%	58,76%	82,17%

Zeytinyağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ozonlama miktarı artıkça düşmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 10 saat arasını yüzdesel olarak artmakta sonrasında azalmaktadır.

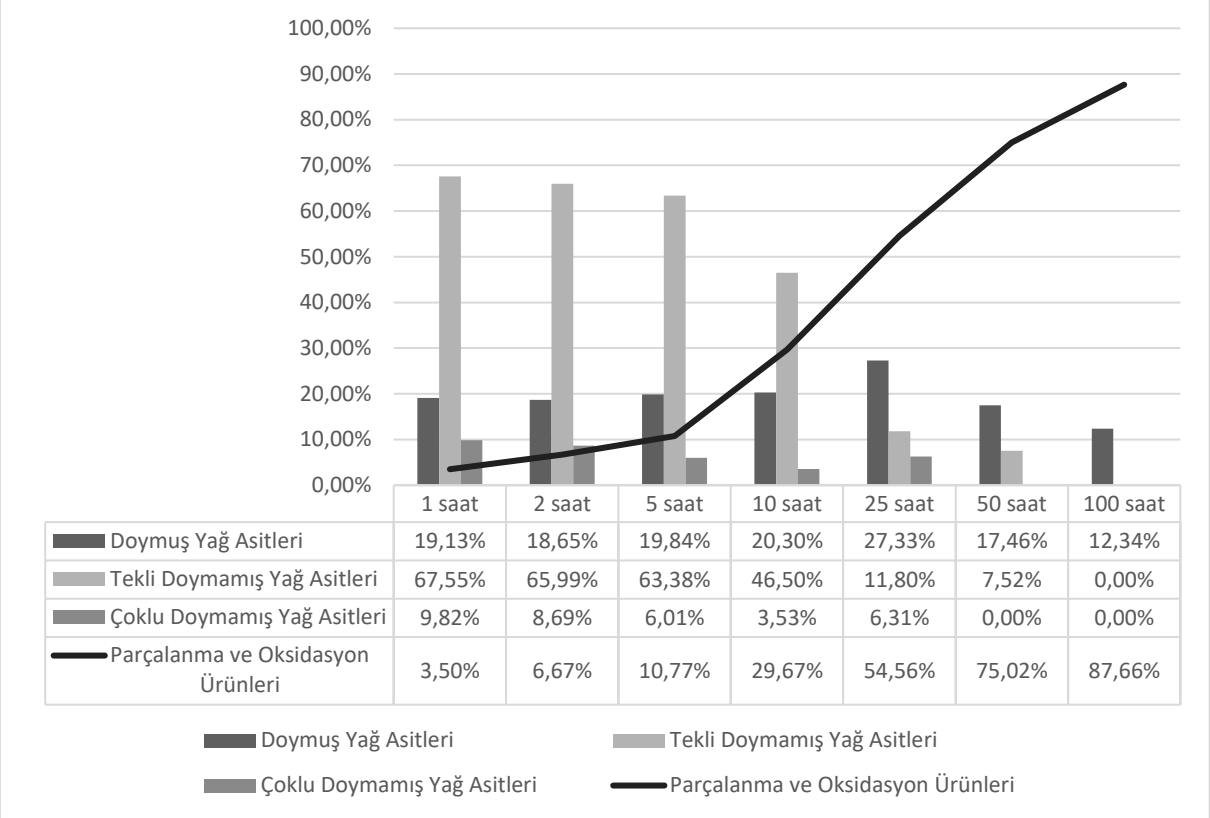
Tablo 4.9: Zeytin yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	19,13%	20,67%	22,08%	27,57%	27,45%	35,79%	5,25%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	67,55%	63,15%	57,14%	33,00%	25,10%	0,00%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	9,82%	9,07%	5,71%	2,06%	1,64%	0,00%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	3,50%	7,11%	15,07%	37,38%	45,80%	64,21%	94,75%

Zeytinyağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ozonlama miktarı artıkça düşmektedir, 50. saat te tamamen tükenmektedir Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 50 saat arasını yüzdesel olarak artmakta sonrasında ani olarak azalmaktadır.

Tablo 4.10: Zeytin yağı 65^0 C ozonlamana GC-MS sonuçları ve grafiği.

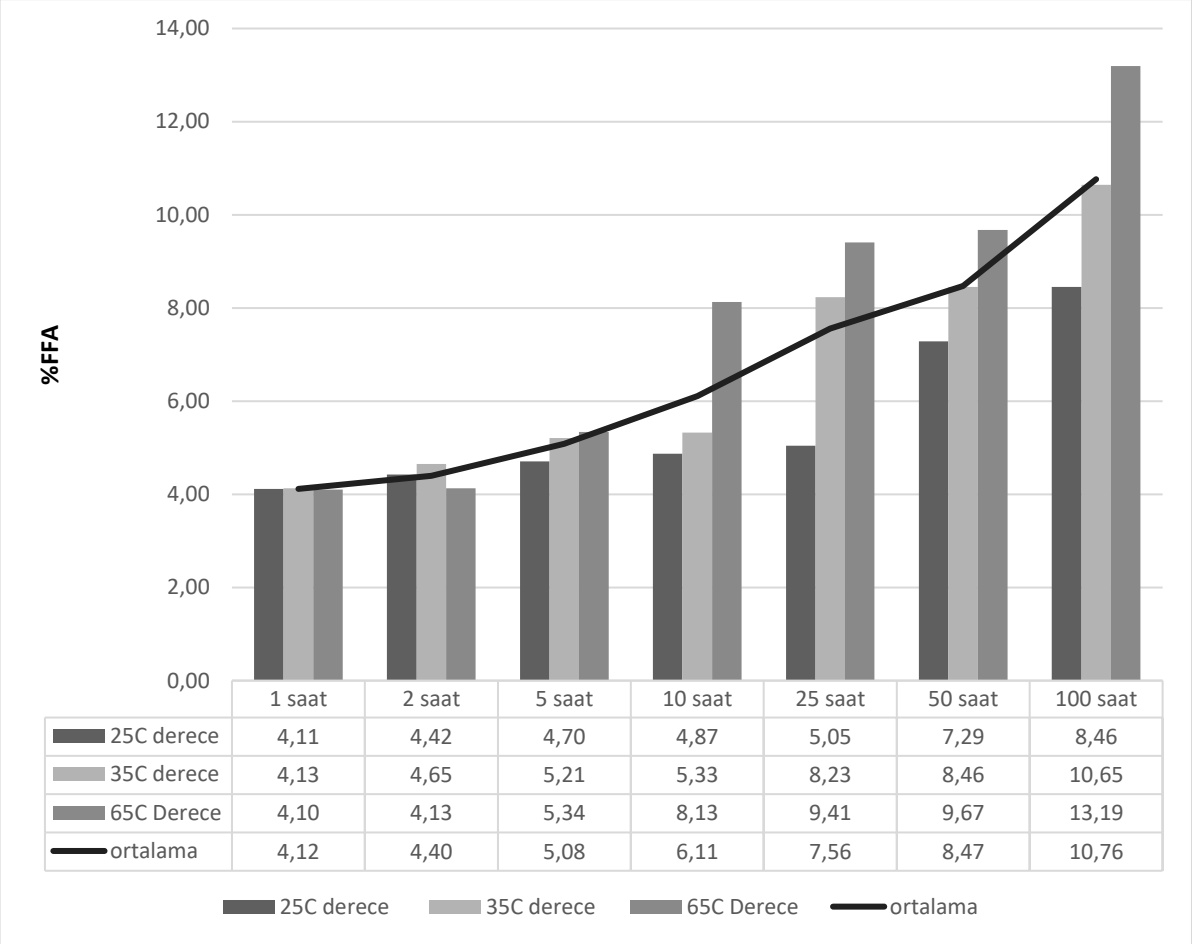


	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	19,13%	18,65%	19,84%	20,30%	27,33%	17,46%	12,34%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	67,55%	65,99%	63,38%	46,50%	11,80%	7,52%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	9,82%	8,69%	6,01%	3,53%	6,31%	0,00%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	3,50%	6,67%	10,77%	29,67%	54,56%	75,02%	87,66%

Zeytinyağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç ozonlama miktarı artıkça düşmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ve 25. saat arasını yüzdesel olarak küçük farklar ile artmakta sonrasında kısmı olarak azalmaktadır.

4.3 CEVİZ YAĞI

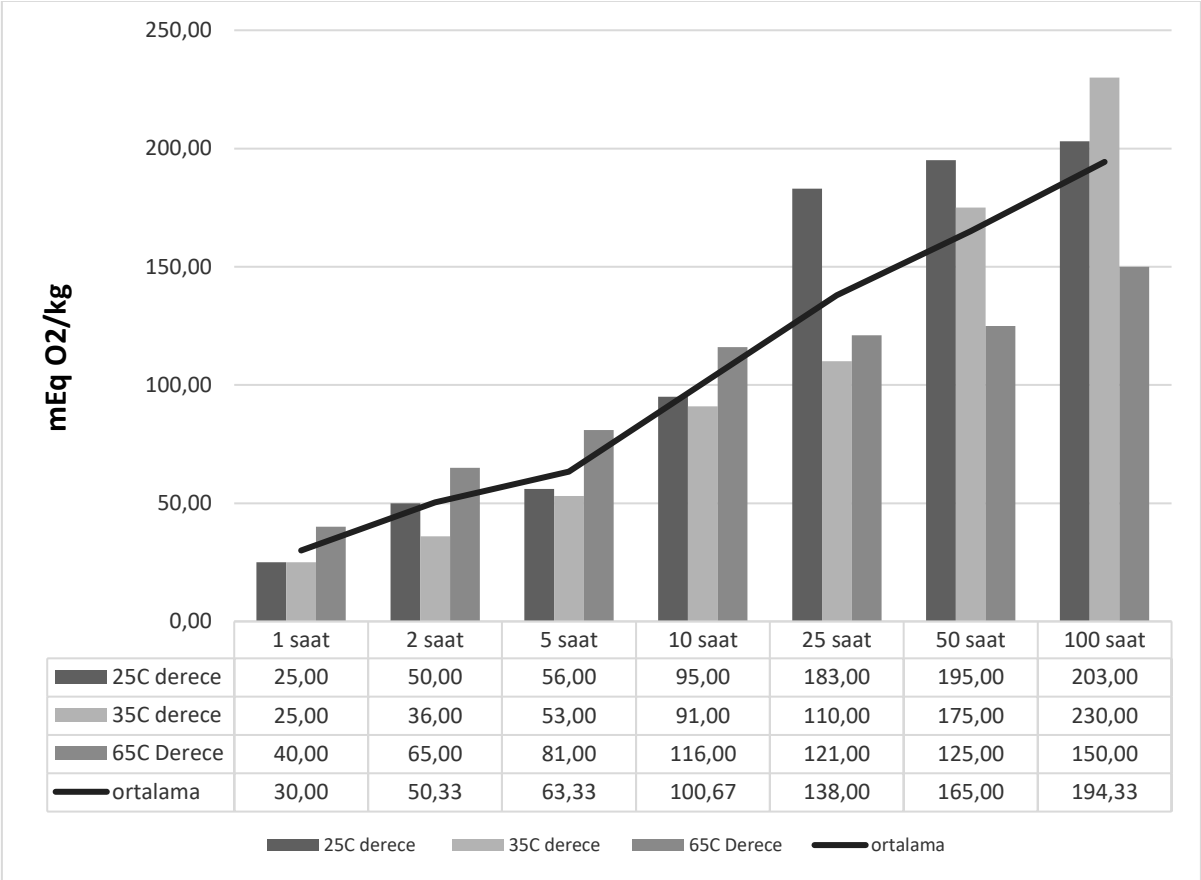
Tablo 4.11: Ceviz yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	4,11	4,42	4,70	4,87	5,05	7,29	8,46
35C derece	4,13	4,65	5,21	5,33	8,23	8,46	10,65
65C Derece	4,10	4,13	5,34	8,13	9,41	9,67	13,19
ortalama	4,12	4,40	5,08	6,11	7,56	8,47	10,76

Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır.

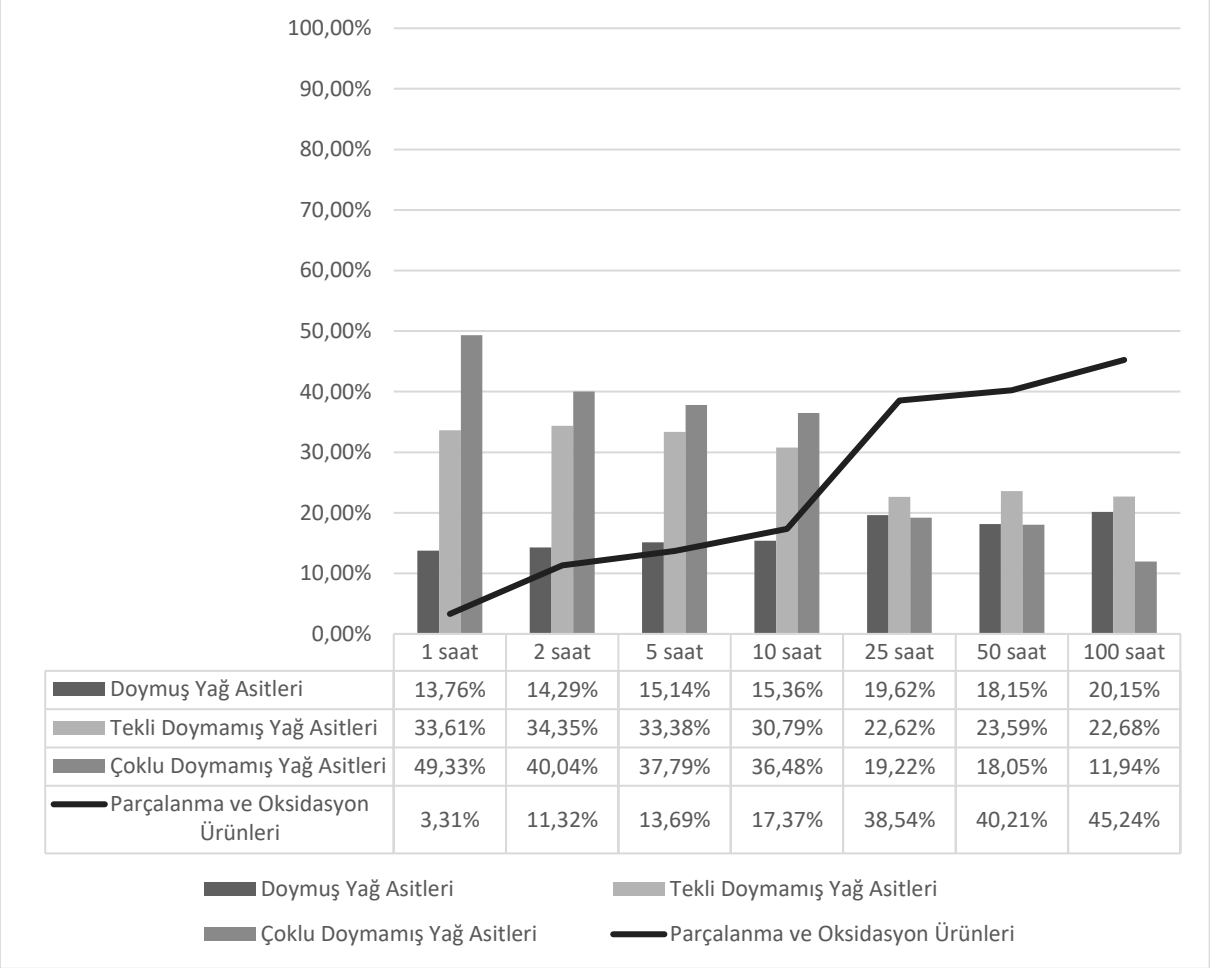
Tablo 4.12: Ceviz yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	25,00	50,00	56,00	95,00	183,00	195,00	203,00
35C derece	25,00	36,00	53,00	91,00	110,00	175,00	230,00
65C Derece	40,00	65,00	81,00	116,00	121,00	125,00	150,00
ortalama	30,00	50,33	63,33	100,67	138,00	165,00	194,33

Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak peroksit sayısı genel bir artış eylimindedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre peroksit sayısı daha az artmıştır. 25. saat sonra 35^0 C de hariç artış eylimi düşmektedir.

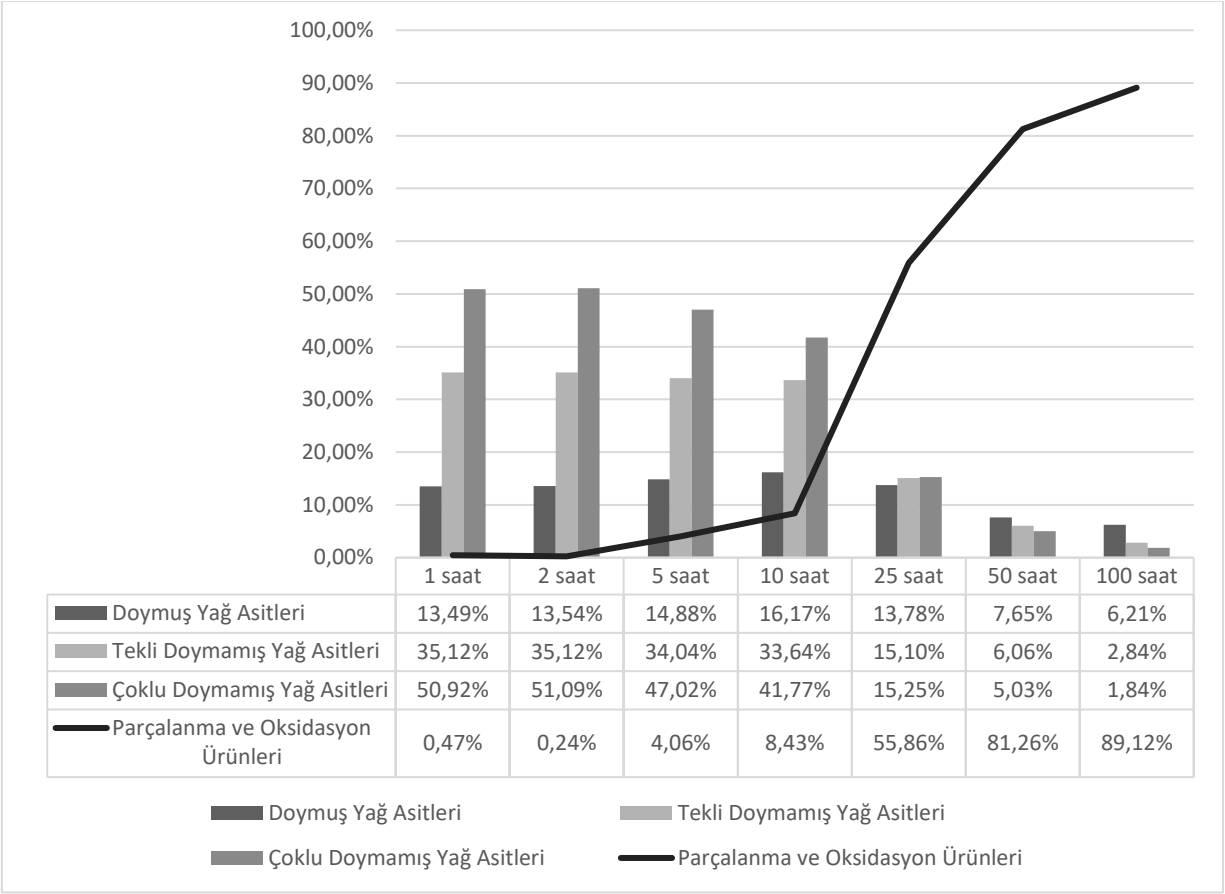
Tablo 4.13: Ceviz yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	13,76%	14,29%	15,14%	15,36%	19,62%	18,15%	20,15%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	33,61%	34,35%	33,38%	30,79%	22,62%	23,59%	22,68%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	49,33%	40,04%	37,79%	36,48%	19,22%	18,05%	11,94%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	3,31%	11,32%	13,69%	17,37%	38,54%	40,21%	45,24%

Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri dalgalanma şekilde azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç 10. saat arası hemen hemen sabit kalmakta sonrasında bir miktar azalmakta sonrasında tekrar sabit kalmaktadır. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel olarak artmaktadır.

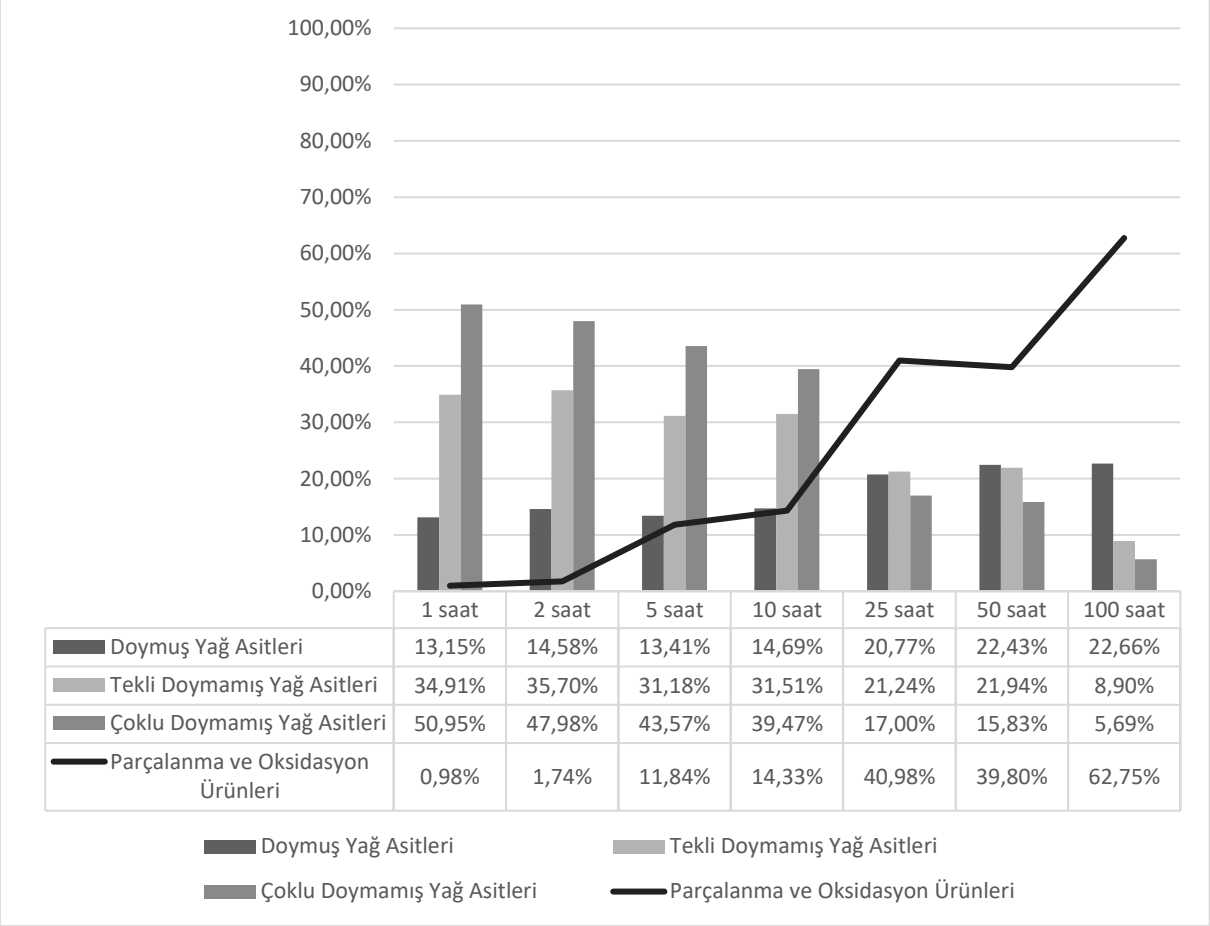
Tablo 4.14: Ceviz yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	13,49%	13,54%	14,88%	16,17%	13,78%	7,65%	6,21%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	35,12%	35,12%	34,04%	33,64%	15,10%	6,06%	2,84%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	50,92%	51,09%	47,02%	41,77%	15,25%	5,03%	1,84%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	0,47%	0,24%	4,06%	8,43%	55,86%	81,26%	89,12%

Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç 10. saat arası hemen hemen sabit kalmakta sonrasında ani olarak azalmakta sonrasında tekrar sabit kalmaktadır. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmaktadır 10. saat ve 25. saat arası ani bir artma görülmektedir. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel olarak artmakta, sonrasında azalmaktadır.

Tablo 4.15: Ceviz yağı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.

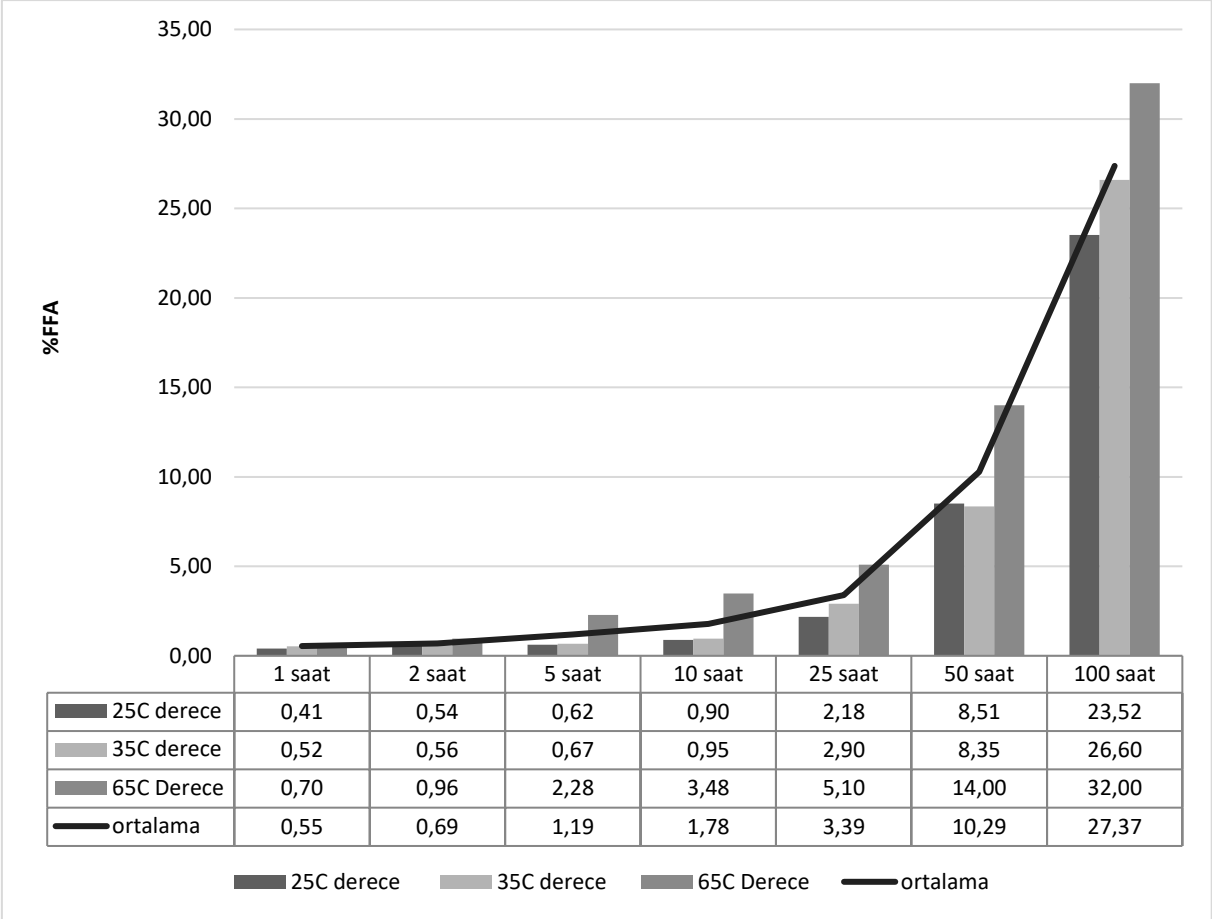


	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	13,15%	14,58%	13,41%	14,69%	20,77%	22,43%	22,66%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	34,91%	35,70%	31,18%	31,51%	21,24%	21,94%	8,90%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	50,95%	47,98%	43,57%	39,47%	17,00%	15,83%	5,69%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	0,98%	1,74%	11,84%	14,33%	40,98%	39,80%	62,75%

Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri dalgalanma şekilde azalmaktadır. Aynı şekilde tekli doymamış yağ asitleri de başlangıç 10. saat arası hemen hemen sabit kalmakta sonrasında bir miktar azalmakta sonrasında tekrar sabit kalmaktadır. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça dalgalanmalı olarak artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel olarak artmaktadır.

4.4 HİNDİSTAN CEVİZ YAĞI VE AYÇİCEK YAĞI KARIŞIMI

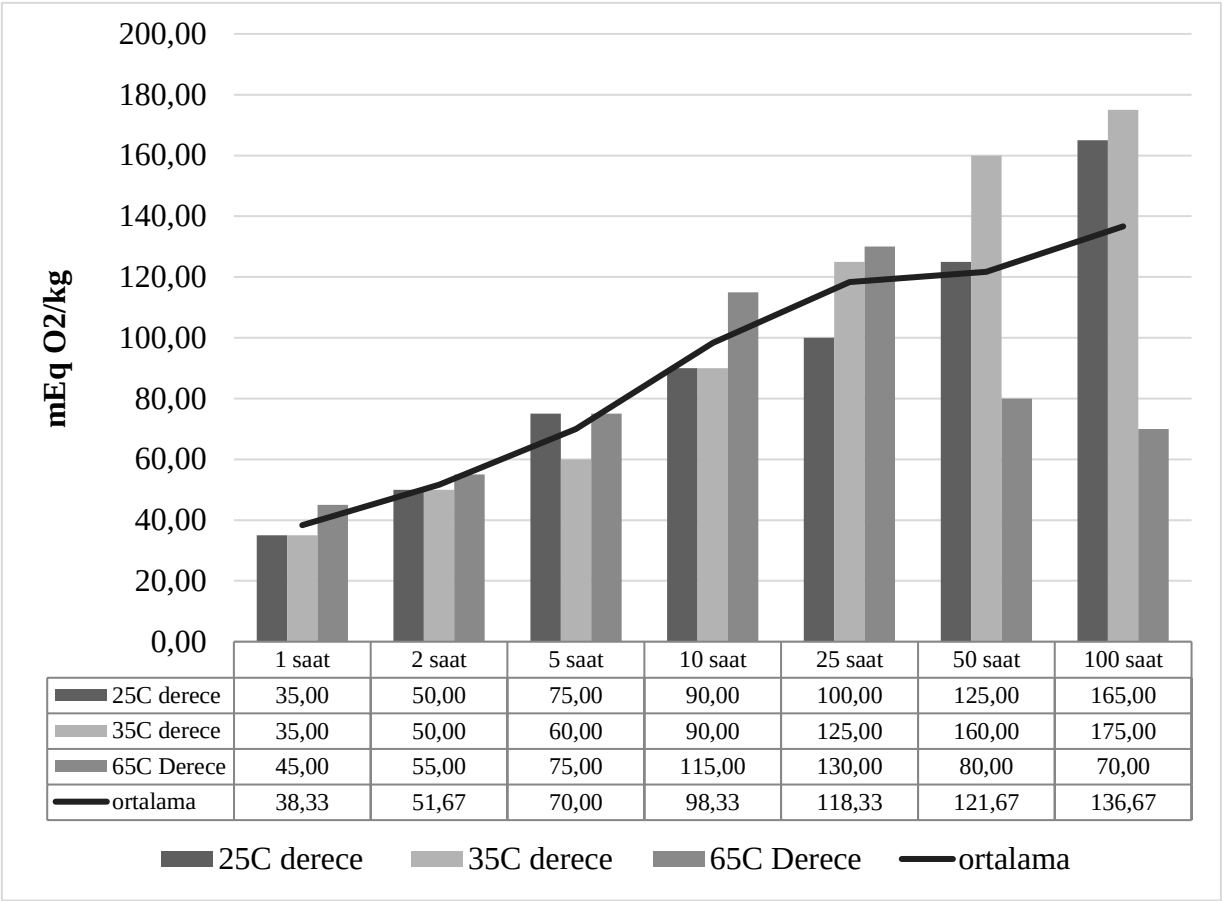
Tablo 4.16: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	0,41	0,54	0,62	0,90	2,18	8,51	23,52
35C derece	0,52	0,56	0,67	0,95	2,90	8,35	26,60
65C Derece	0,70	0,96	2,28	3,48	5,10	14,00	32,00
ortalama	0,55	0,69	1,19	1,78	3,39	10,29	27,37

Hindistan ve ayçicek yağı karışımına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır.

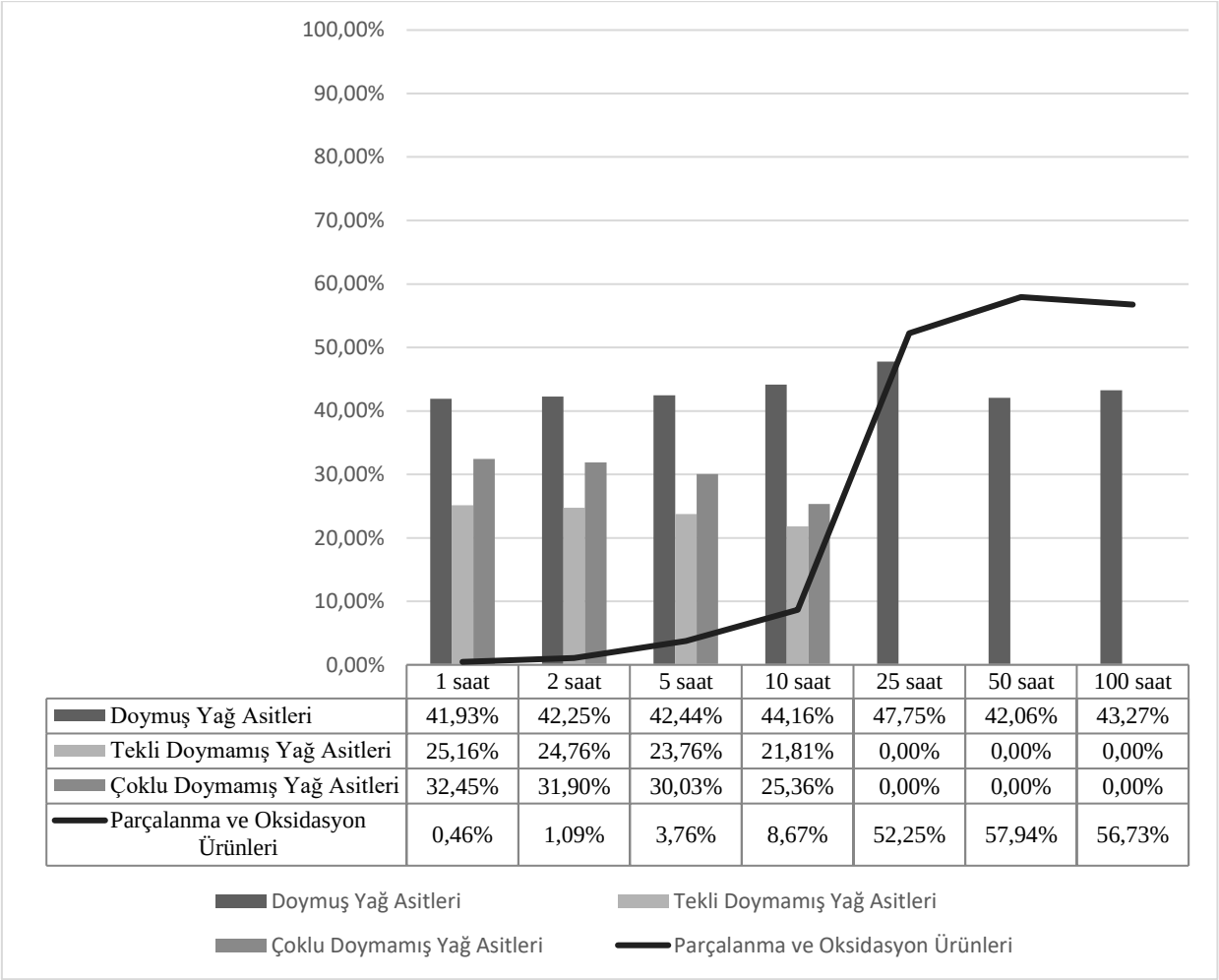
Tablo 4.17: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
25C derece	35,00	50,00	75,00	90,00	100,00	125,00	165,00
35C derece	35,00	50,00	60,00	90,00	125,00	160,00	175,00
65C Derece	45,00	55,00	75,00	115,00	130,00	80,00	70,00
ortalama	38,33	51,67	70,00	98,33	118,33	121,67	136,67

Hindistan ve ayçicek yağı karışımına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak peroksit sayısının da liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe bu artış oranı değişmemektedir. Yüksek sıcaklıkta 25. sonrası kademeli olarak düşme görülmektedir.

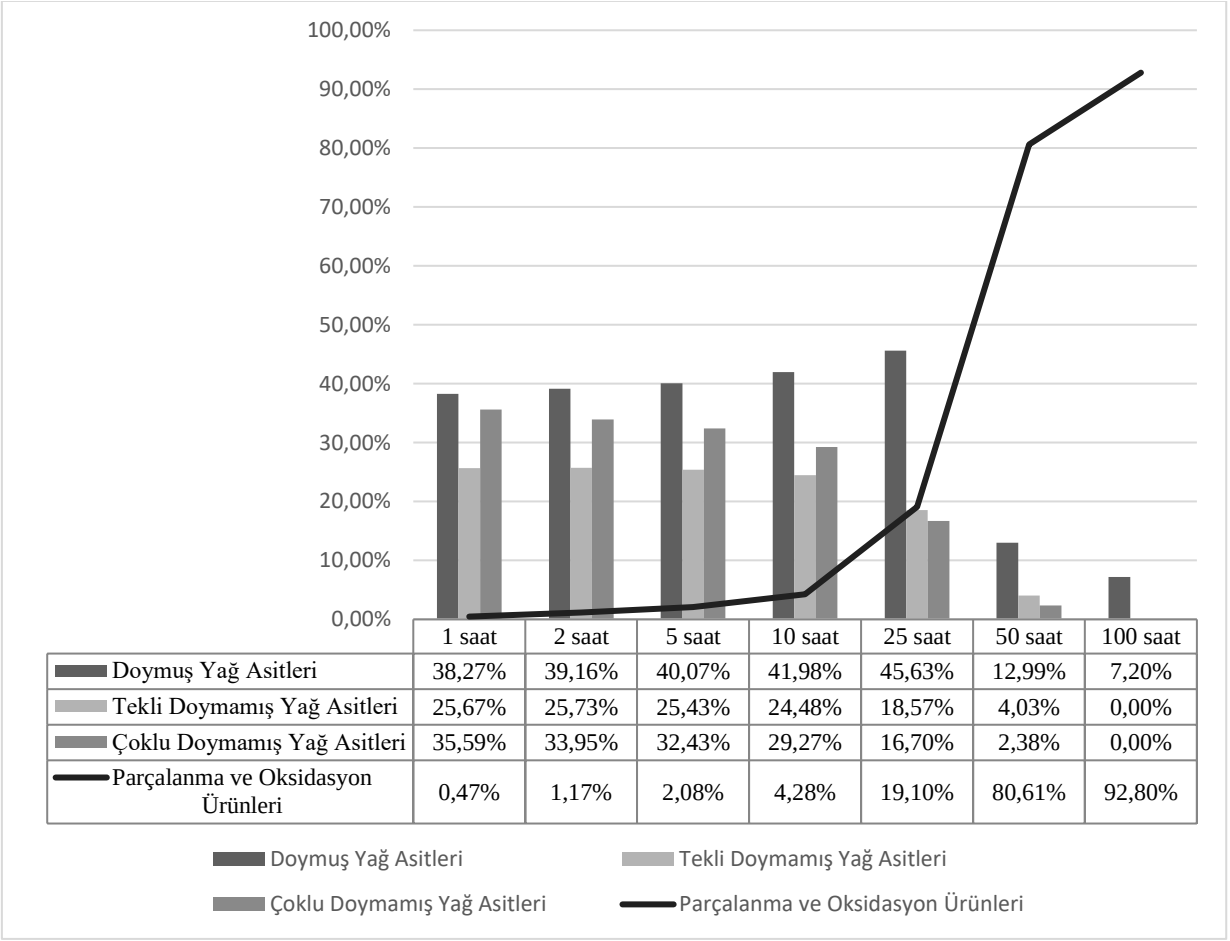
Tablo 4.18: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	41,93%	42,25%	42,44%	44,16%	47,75%	42,06%	43,27%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	25,16%	24,76%	23,76%	21,81%	0,00%	0,00%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	32,45%	31,90%	30,03%	25,36%	0,00%	0,00%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	0,46%	1,09%	3,76%	8,67%	52,25%	57,94%	56,73%

Karışım yağa ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri 10. saate kadar küçük bir azalmalar ile devam etmektedir. Sonrasında ani olarak düşmek ve bitmektedir. Tekli doymamış yağ asitleri aynı eğriyi çizmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça dalgalanmalı olarak artmaktadır. 25 saatden sonra sabit kalmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel dalgalanmaktadır.

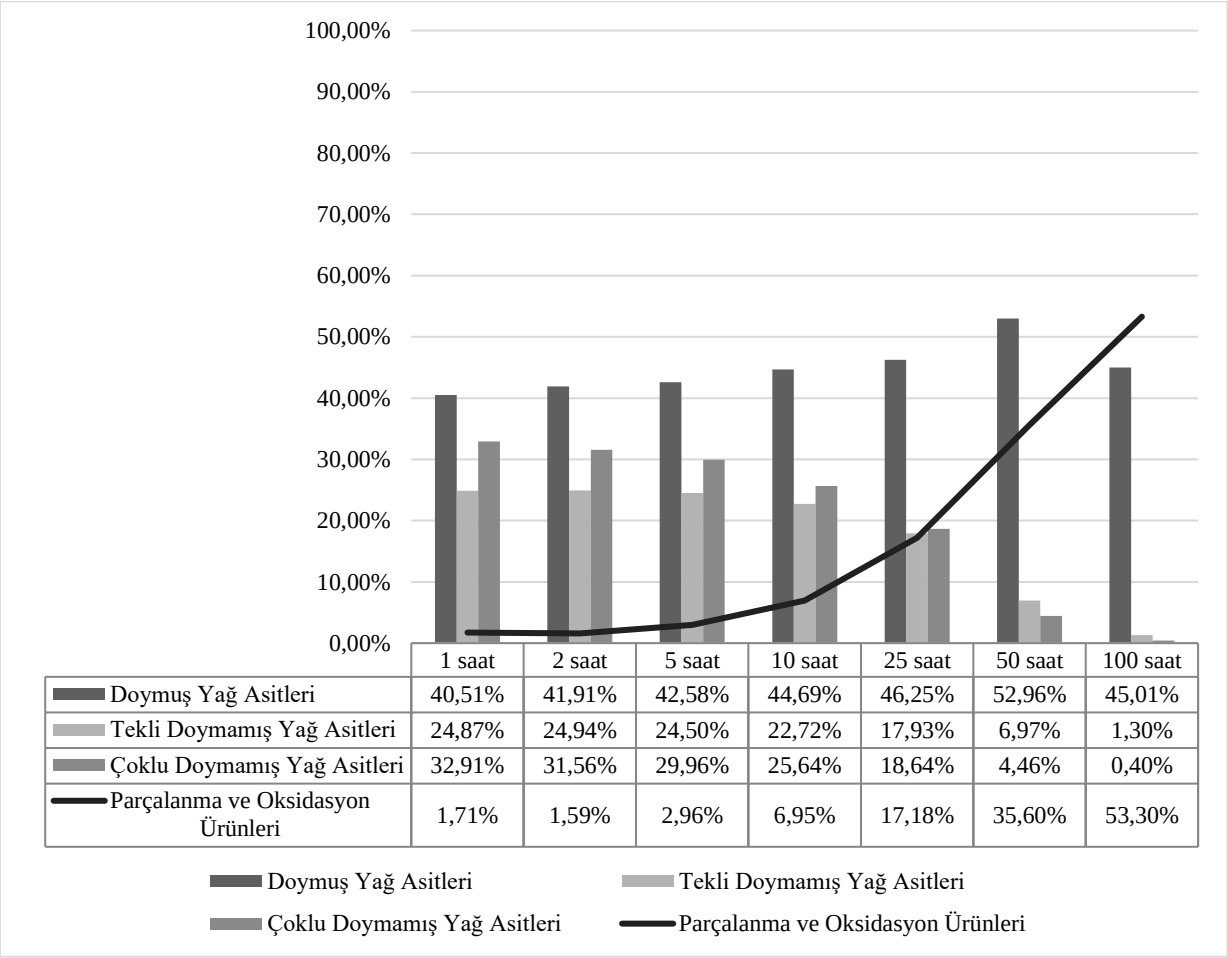
Tablo 4.19: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	38,27%	39,16%	40,07%	41,98%	45,63%	12,99%	7,20%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	25,67%	25,73%	25,43%	24,48%	18,57%	4,03%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	35,59%	33,95%	32,43%	29,27%	16,70%	2,38%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	0,47%	1,17%	2,08%	4,28%	19,10%	80,61%	92,80%

Karışım yağa ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri liner azalmalar ile devam etmektedir. Tekli doymamış yağ asitleri aynı eğriyi çizmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça artmakta. 25. saatten sonra ani olarak artış ivmelenmektedir. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel dalgalanmakta 25. saat sonrasında aniden düşmektedir.

Tablo 4.20: Hindistan cevizi ve ayçicekyağı karışımı 65^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.

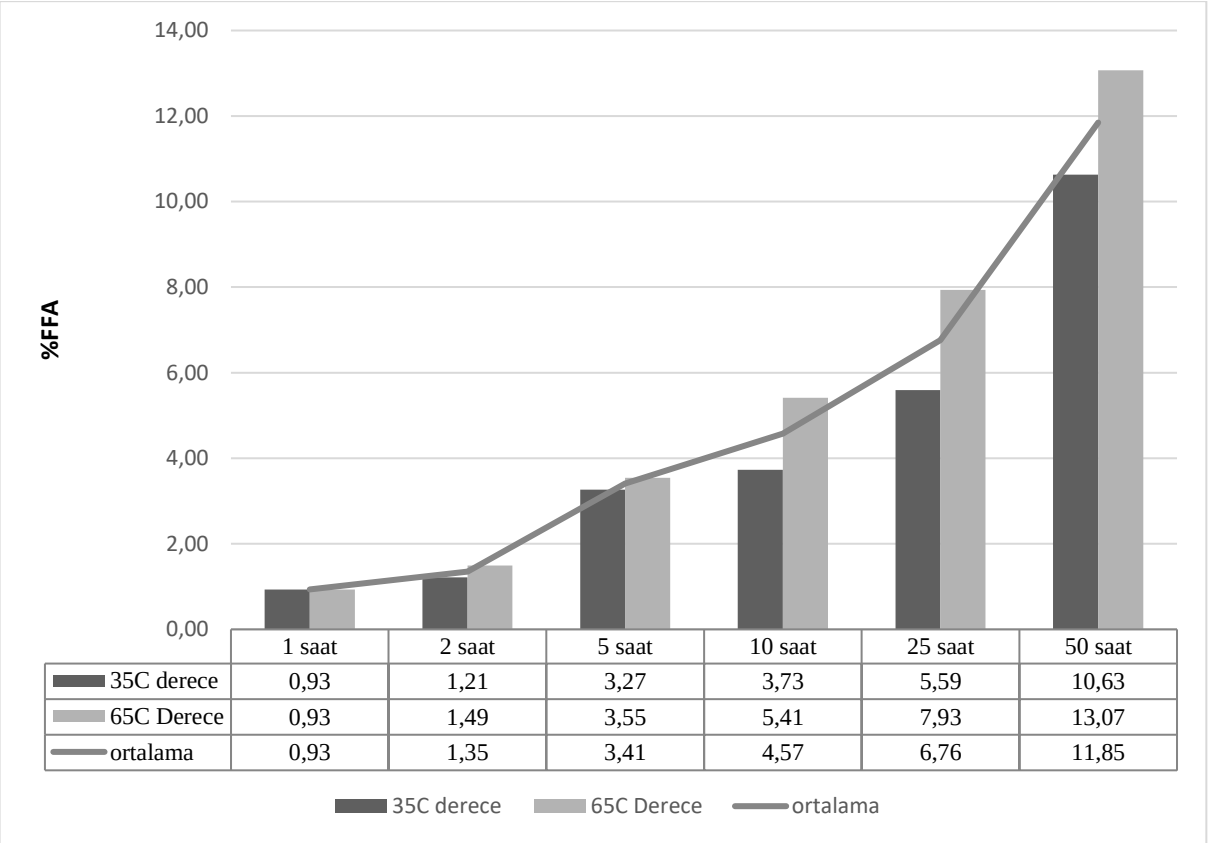


	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat	100 saat
Doymuş Yağ Asitleri	40,51%	41,91%	42,58%	44,69%	46,25%	52,96%	45,01%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	24,87%	24,94%	24,50%	22,72%	17,93%	6,97%	1,30%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	32,91%	31,56%	29,96%	25,64%	18,64%	4,46%	0,40%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	1,71%	1,59%	2,96%	6,95%	17,18%	35,60%	53,30%

Karışım yağa ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitleri azalmalar ile devam etmektedir. Tekli doymamış yağ asitleri aynı eğriyi çizmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça lineer olarak artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel dalgalanmaktadır.

4.5 HİNDİSTAN CEVİZ YAĞI

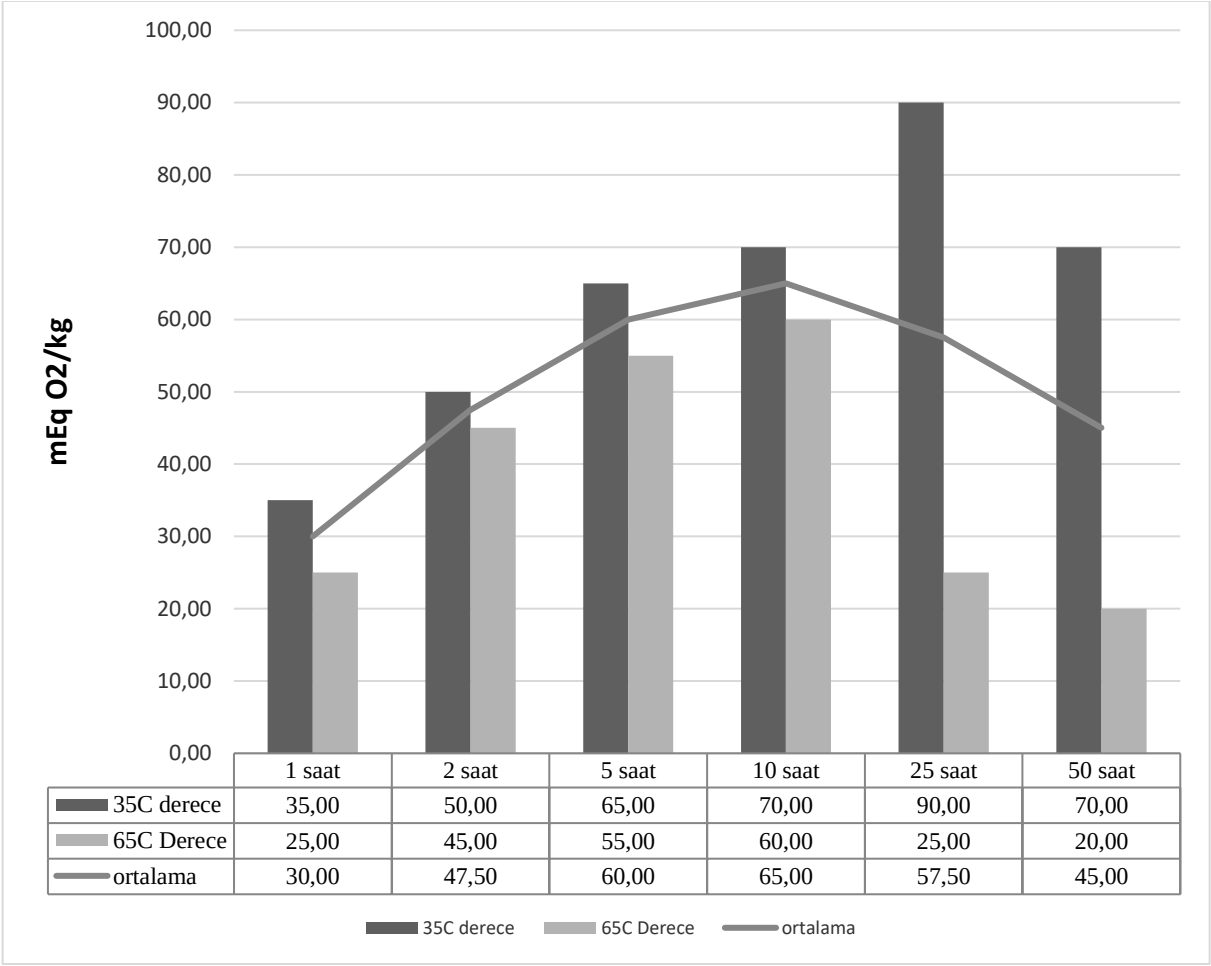
Tablo 4.21: Hindistan cevizi yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat
35C derece	0,93	1,21	3,27	3,73	5,59	10,63
65C Derece	0,93	1,49	3,55	5,41	7,93	13,07
ortalama	0,93	1,35	3,41	4,57	6,76	11,85

Hindistan Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir liner artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır

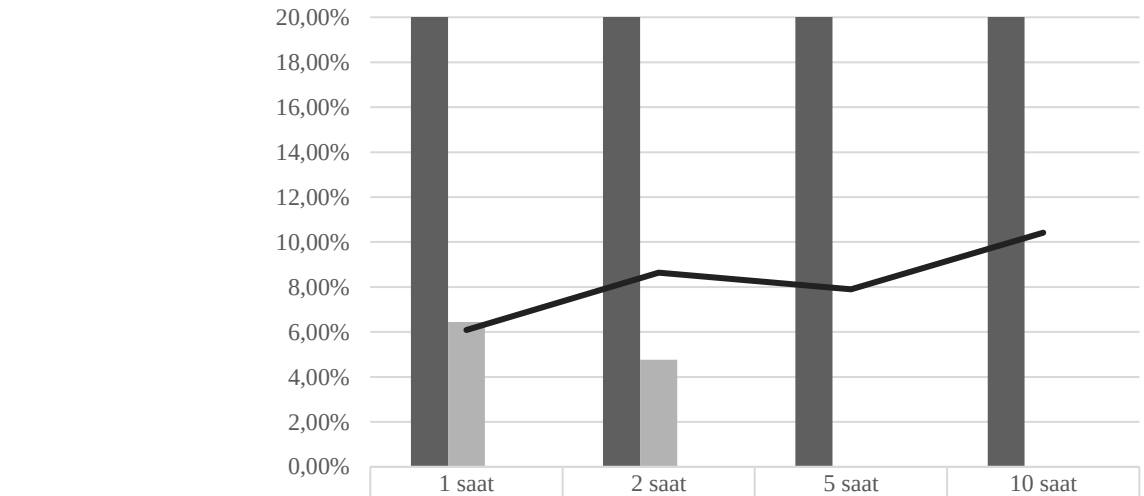
Tablo 4.22: Hindistan cevizi yağı peroksit sayısı sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat
35C derece	35,00	50,00	65,00	70,00	90,00	70,00
65C Derece	25,00	45,00	55,00	60,00	25,00	20,00
ortalama	30,00	47,50	60,00	65,00	57,50	45,00

Hindistan Ceviz yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak önce liner artış sonrasında liner bir azalış görülmektedir.

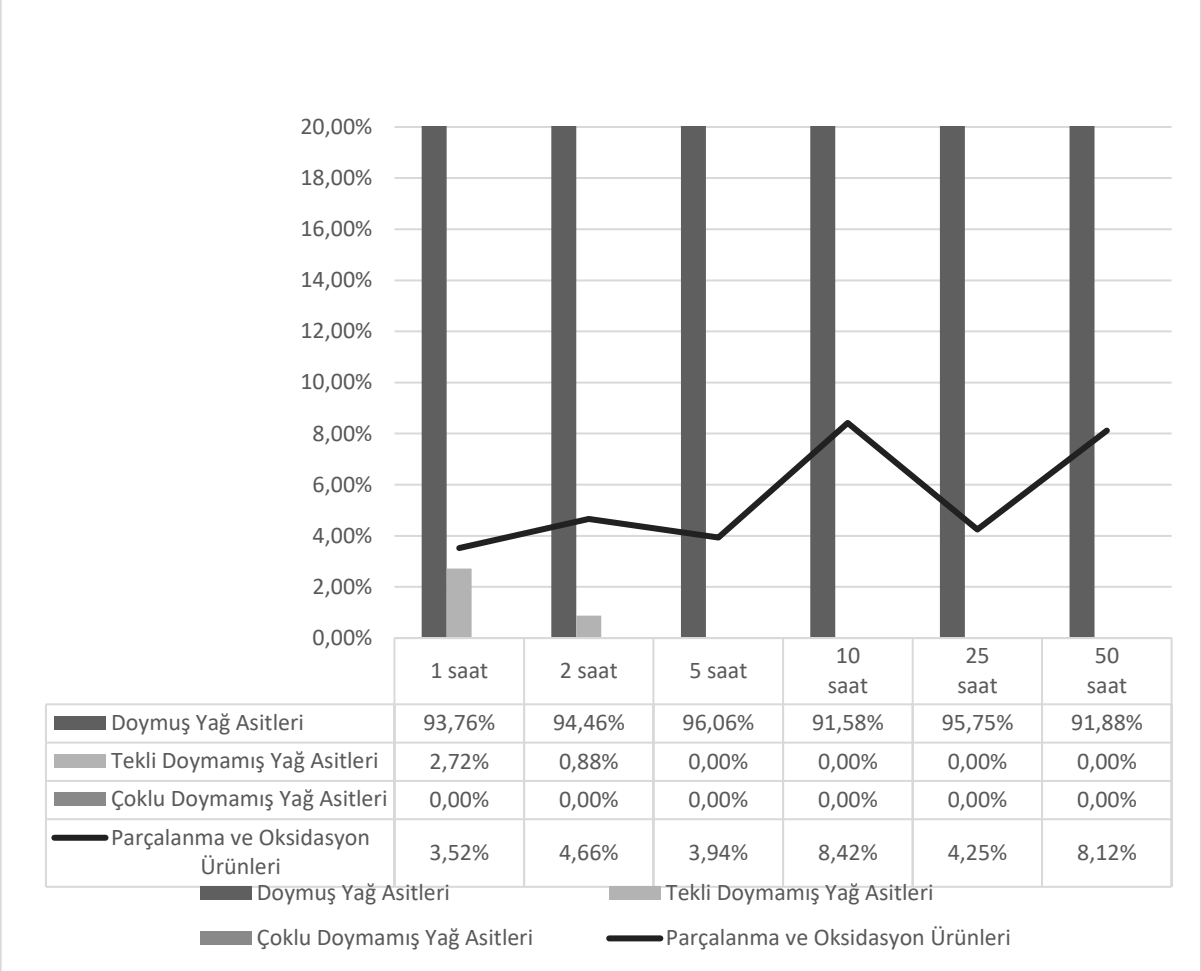
Tablo 4.23: Hindistan cevizi 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat
Doymuş Yağ Asitleri	87,47%	86,59%	92,11%	89,58%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	6,44%	4,76%	0,00%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	6,09%	8,64%	7,89%	10,42%

Hindistan cevizi yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak tekli doymamış yağ asitleri 5. saatte tükenmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça dalgalanmalı olarak artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel olarak hemen hemen sabit kalmaktadır.

Tablo 4.24: Hindistan cevizi 65^0 ozonlamana GC-MS sonuçları ve grafiği.

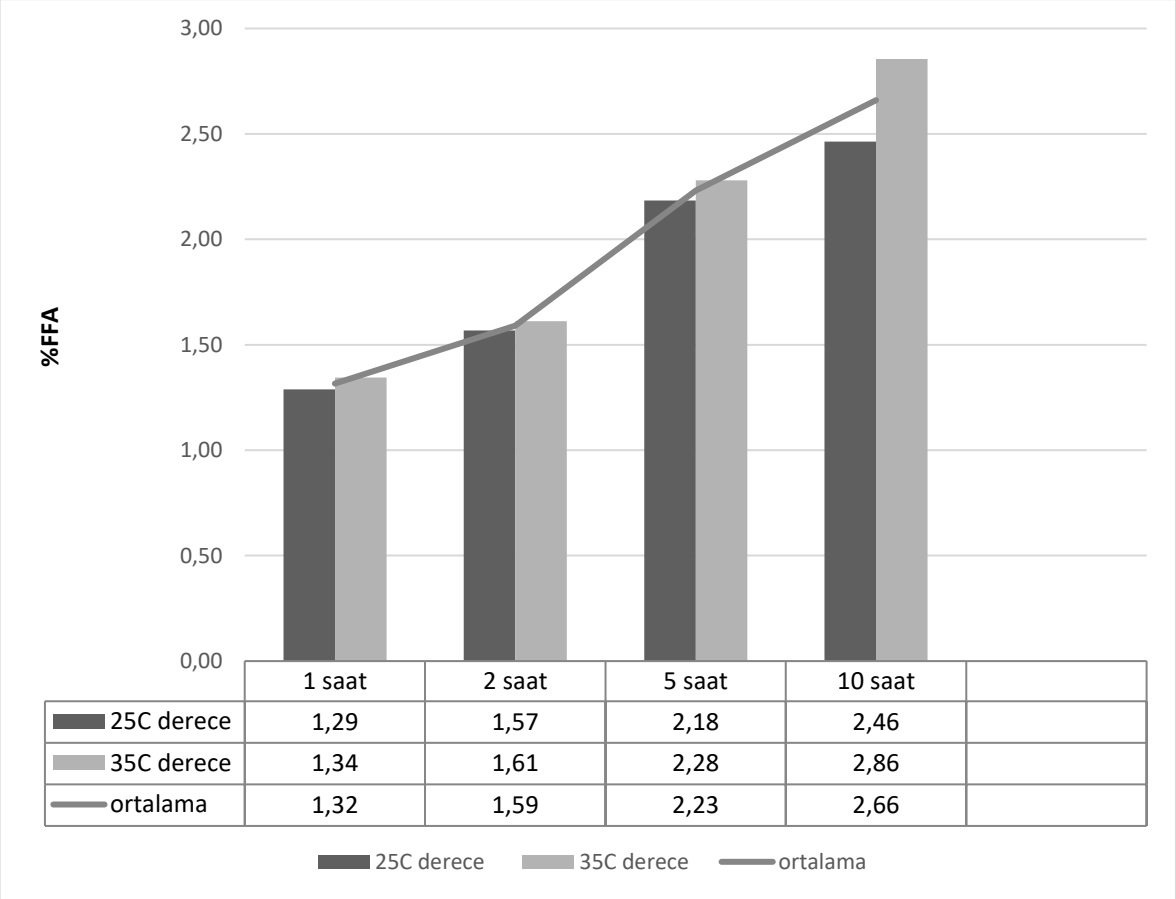


	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	25 saat	50 saat
Doymuş Yağ Asitleri	93,76%	94,46%	96,06%	91,58%	95,75%	91,88%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	2,72%	0,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	3,52%	4,66%	3,94%	8,42%	4,25%	8,12%

Hindistan cevizi yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak Tekli doymamış yağ asitleri 5. saatte tükenmektedir. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça dalgalanmalı olarak artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel olarak hemen hemen sabit kalmaktadır.

4.6 HİNT YAĞI

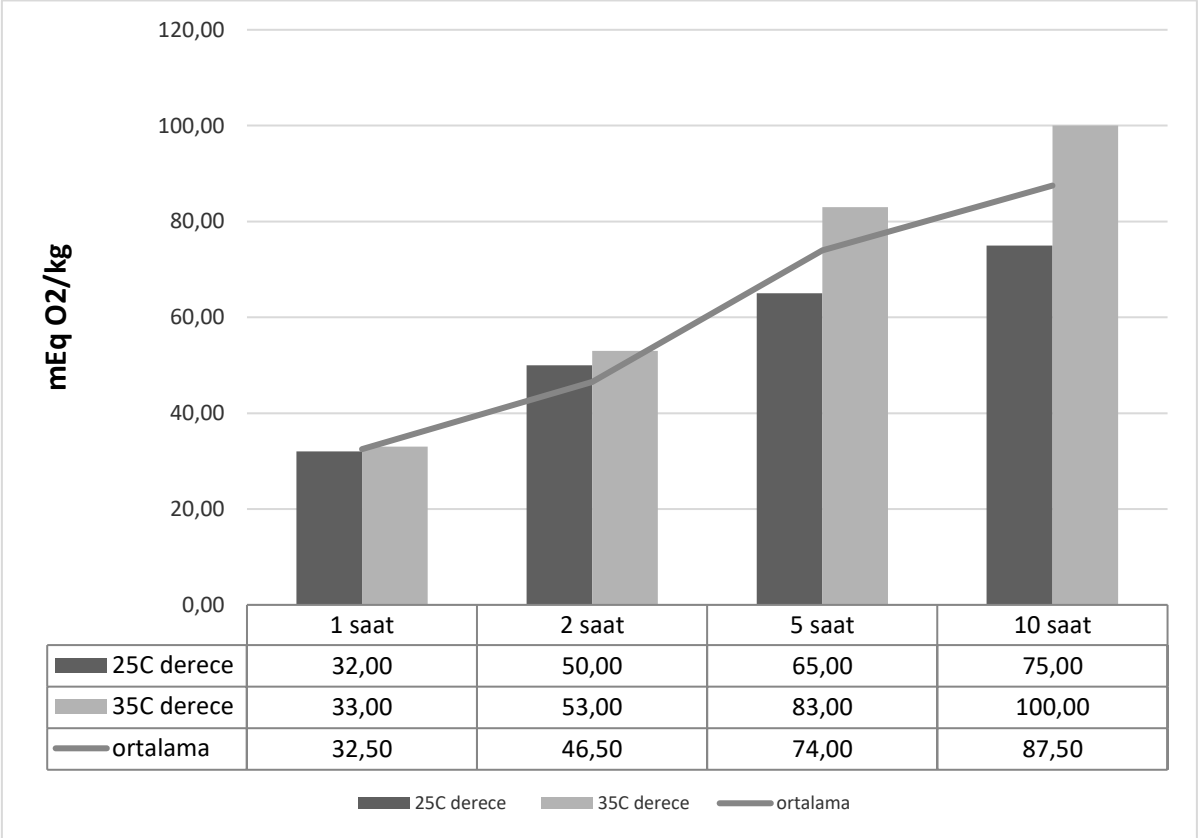
Tablo 4.25: Hint yağı serbest asitlik sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	
25C derece	1,29	1,57	2,18	2,46	
35C derece	1,34	1,61	2,28	2,86	
ortalama	1,32	1,59	2,23	2,66	

Hint yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak %FFA da bir lineer artış görülmektedir. Sıcaklık yükseldikçe düşük sıcaklığa göre % FFA miktarının daha fazla artmıştır.

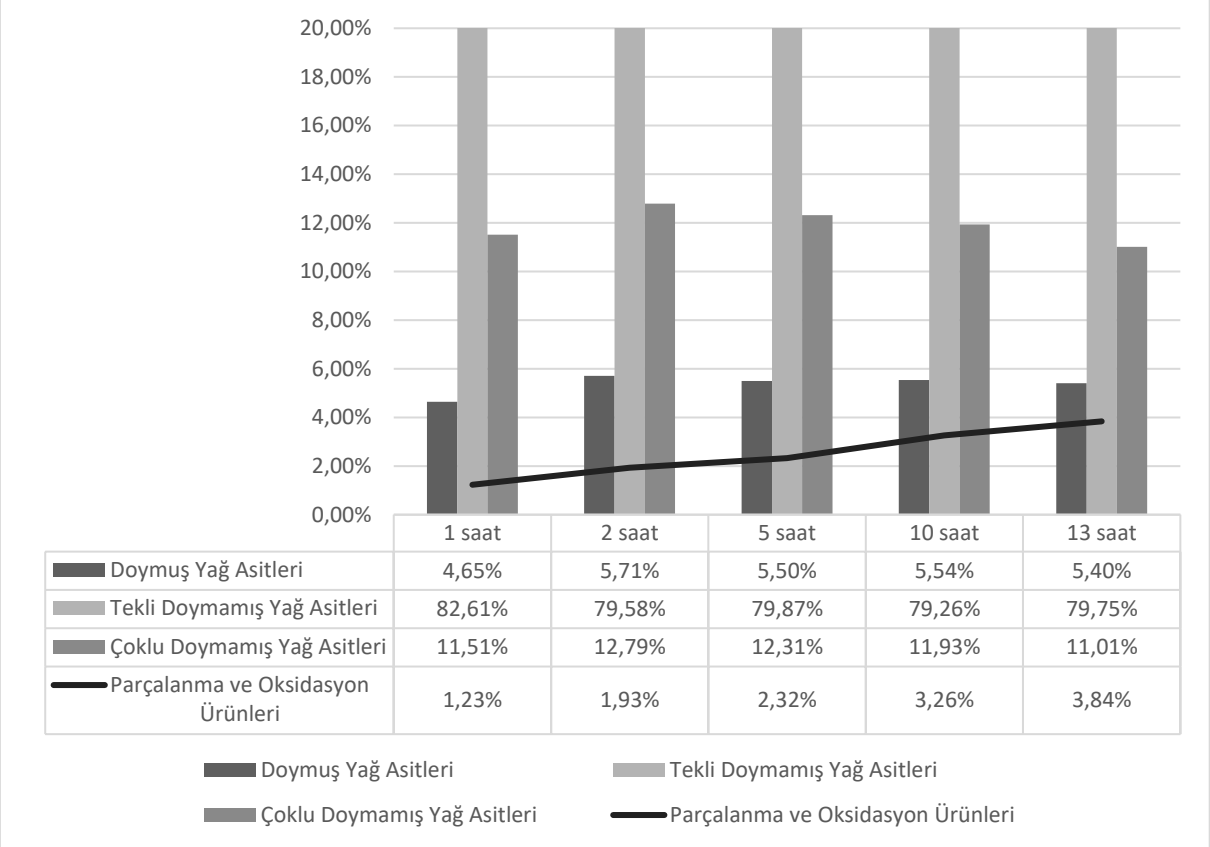
Tablo 4.26: Hint yağı peroksit sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat
25C derece	32,00	50,00	65,00	75,00
35C derece	33,00	53,00	83,00	100,00
ortalama	32,50	46,50	74,00	87,50

Hint yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak peroksit sayısında lineer artış görülmektedir.

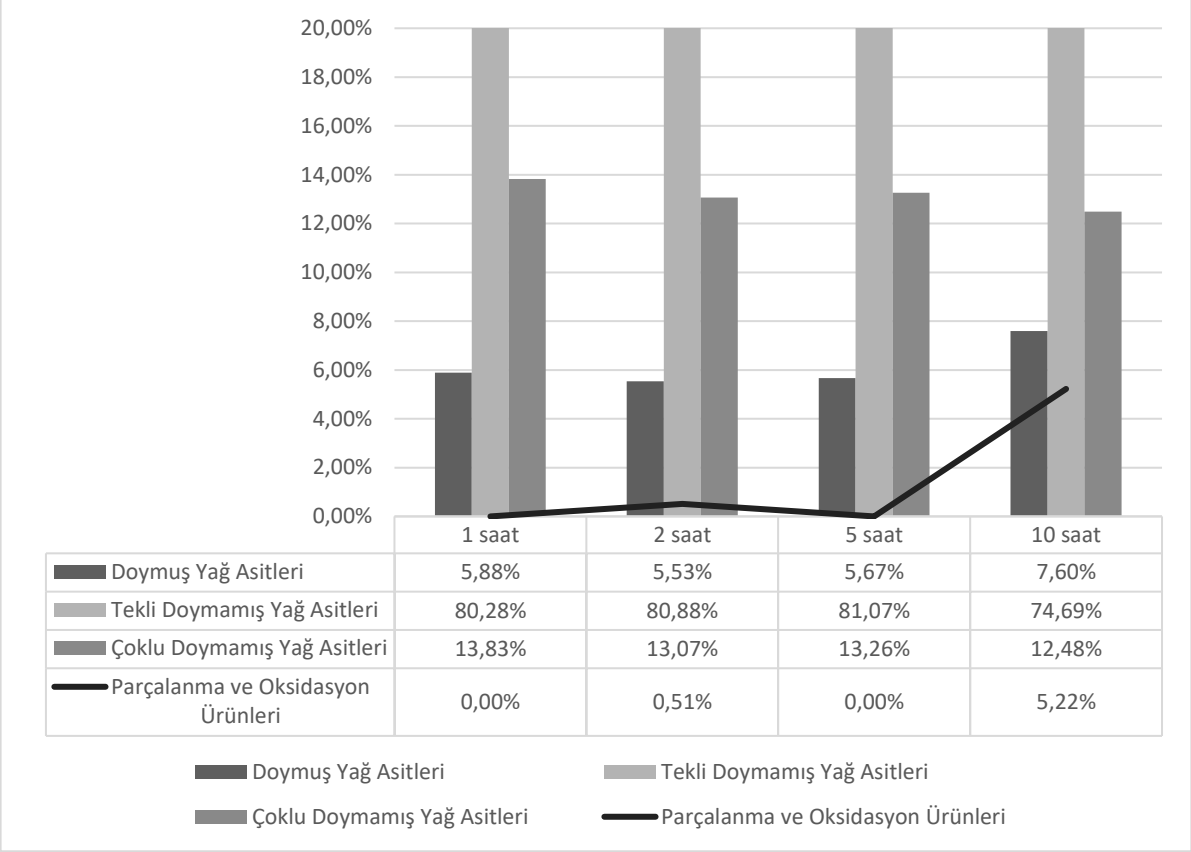
Tablo 4.27: Hint yağı 25^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat	13 saat
Doymuş Yağ Asitleri	4,65%	5,71%	5,50%	5,54%	5,40%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	82,61%	79,58%	79,87%	79,26%	79,75%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	11,51%	12,79%	12,31%	11,93%	11,01%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	1,23%	1,93%	2,32%	3,26%	3,84%

Hint yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış ve Tekli doymamış yağ asitleri aynı eğriyi çizmekte ve küçük farklar ile azalmaktadır. Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça lineer olarak artmaktadır. Doymuş yağ asitleri başlangıç ozonlaması süresine bağlı olarak küçük farklar ile yüzdesel dalgalanmaktadır.

Tablo 4.28: Hint yağı 35^0 C ozonlama GC-MS sonuçları ve grafiği.



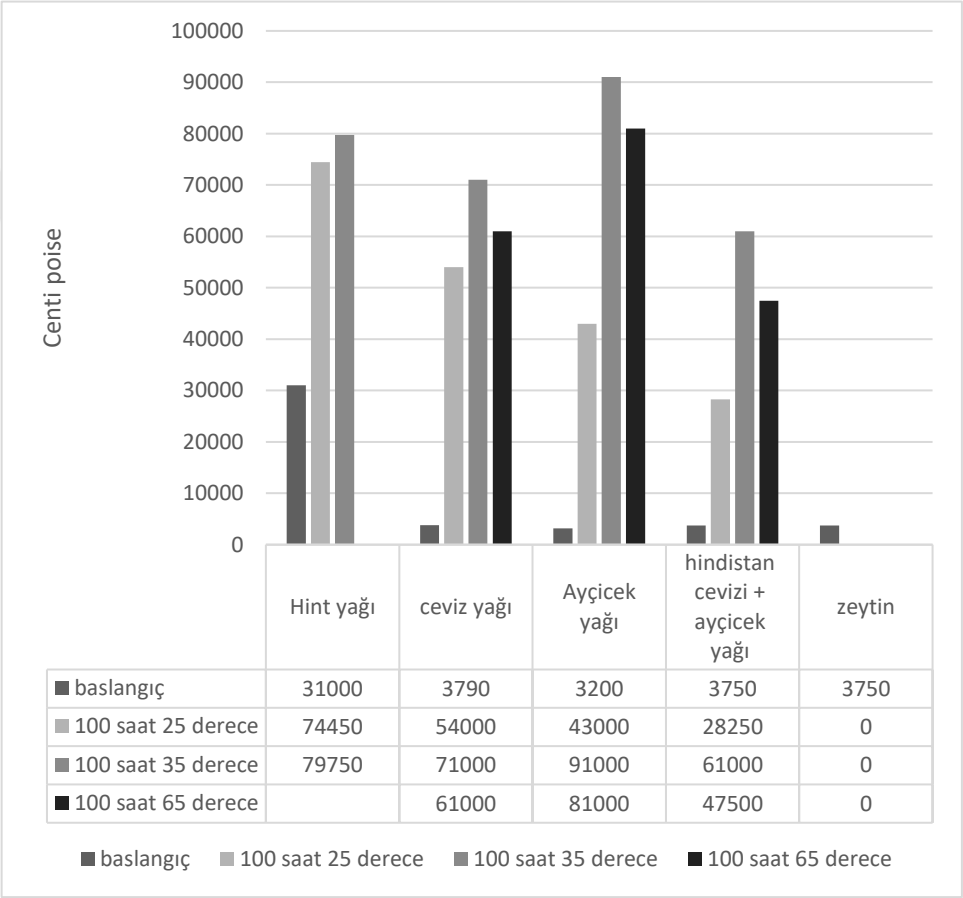
	1 saat	2 saat	5 saat	10 saat
Doymuş Yağ Asitleri	5,88%	5,53%	5,67%	7,60%
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	80,28%	80,88%	81,07%	74,69%
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	13,83%	13,07%	13,26%	12,48%
Parçalanma ve Oksidasyon Ürünleri	0,00%	0,51%	0,00%	5,22%

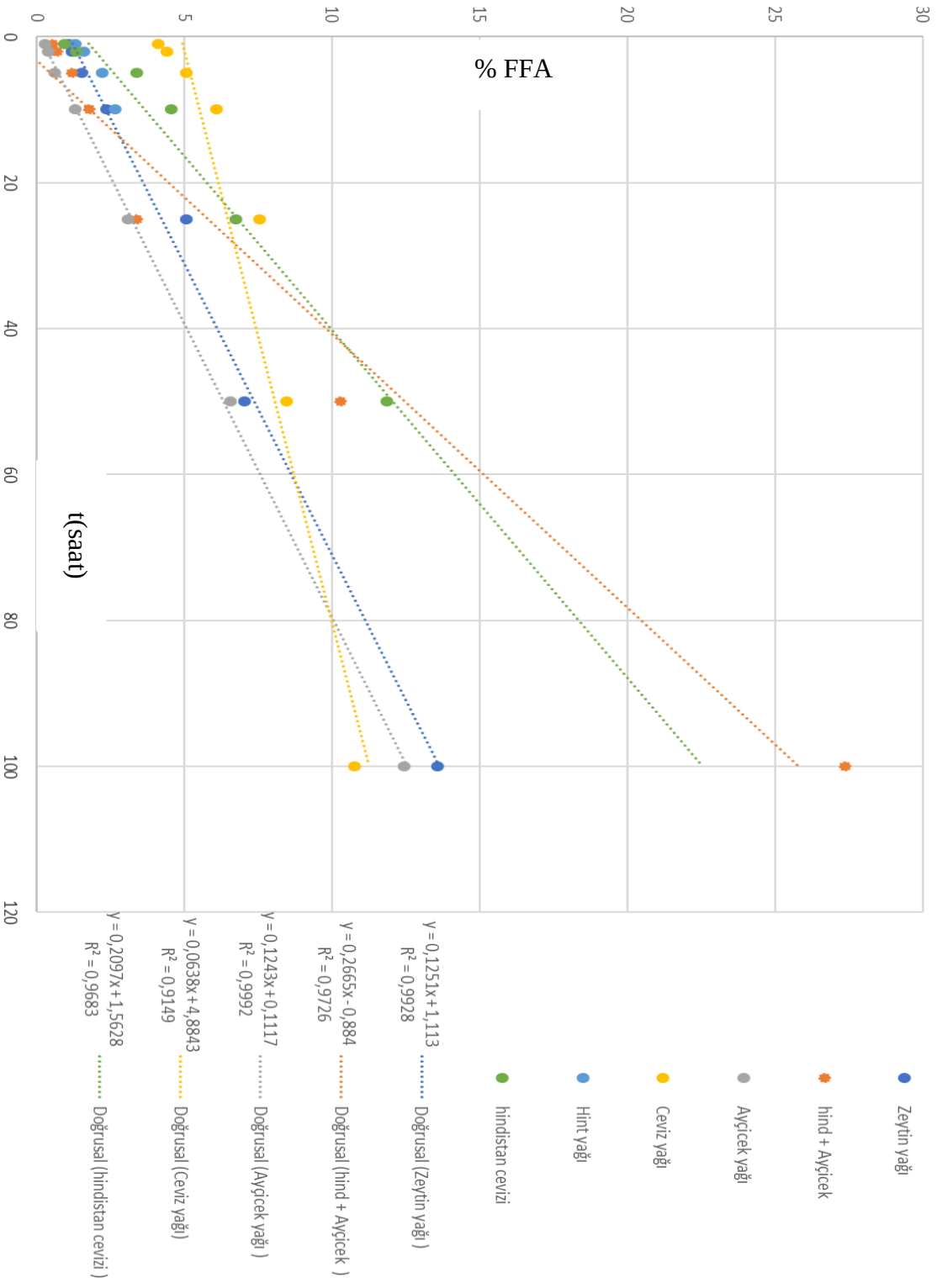
Hint yağına ait tabloda ve ilgili grafikte ozonlama süresine bağlı olarak çoklu doymamış ve Tekli doymamış yağ asitleri aynı eğriyi çizmekte ve 5 saat ten sonra küçük farklar ile

azalmaktadır. 5. Saaten sonra Parçalanma ve oksidasyon ürünleri de ozonlama süresi artıkça lineer olarak artmaktadır.

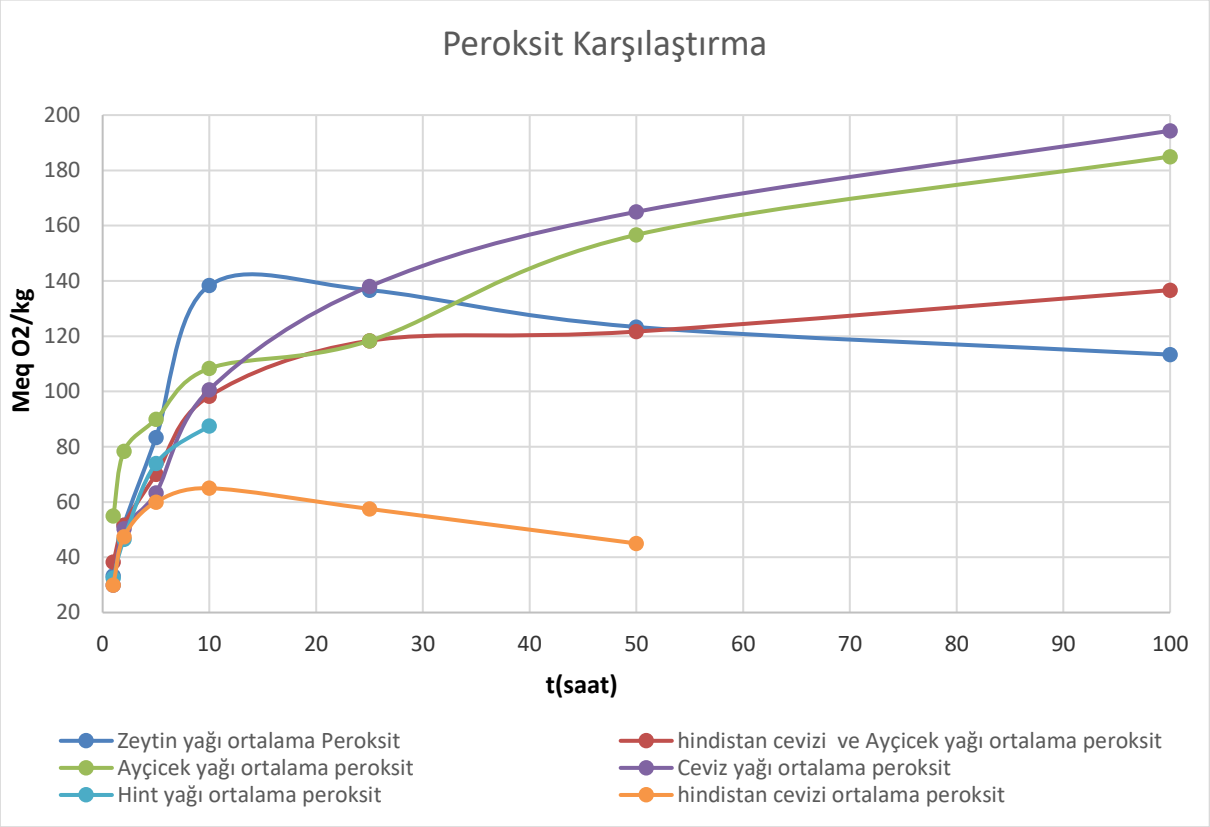
4.7 KARŞILAŞTIRMA VERİLERİ

Tablo 4.29: Viskozite sonuçları ve grafiği(centi poise).

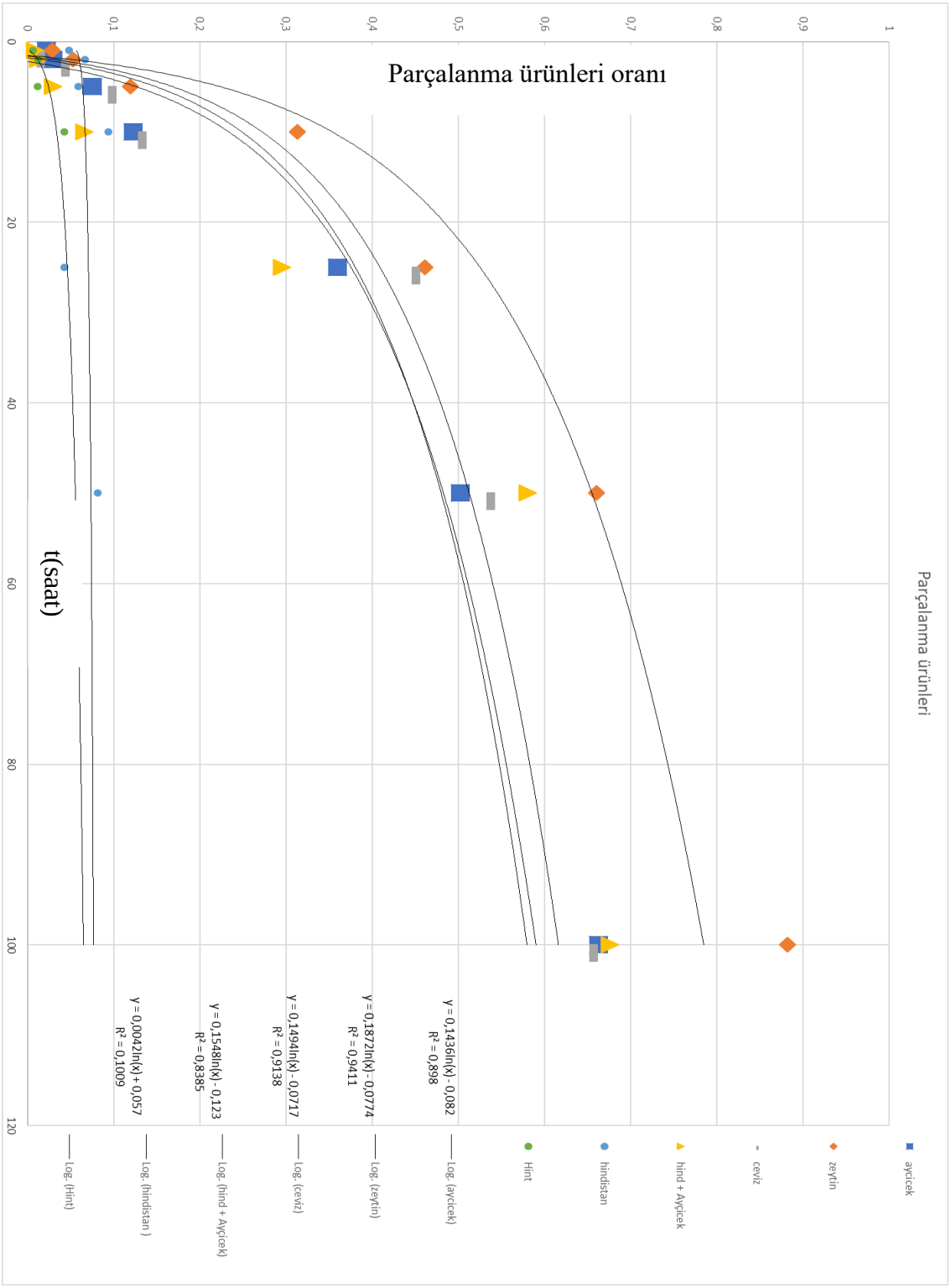




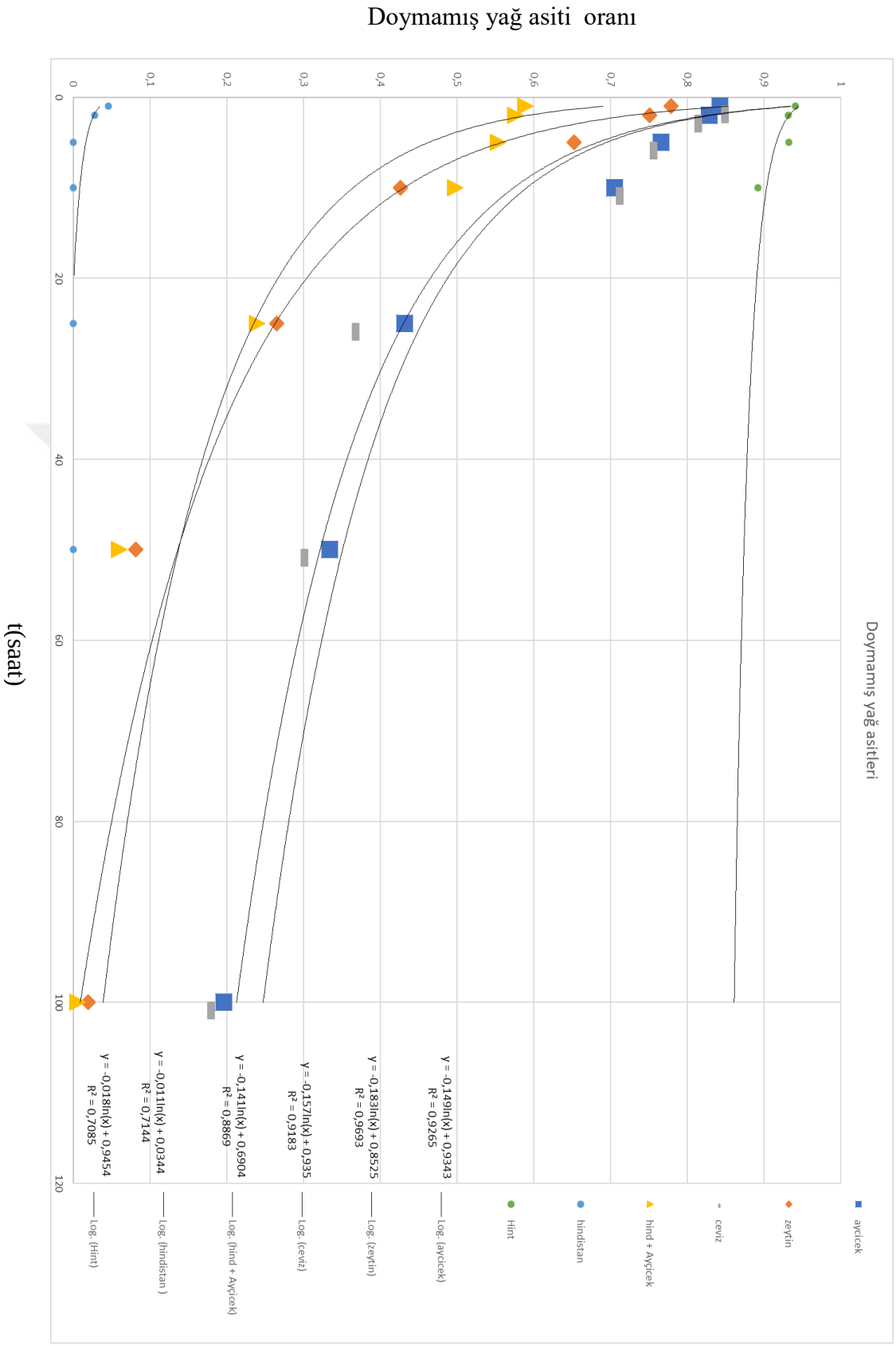
Şekil 4.3: Serbest Asitlik Karşılaştırma Grafiği.



Şekil 4.4 Peroksit Sayısı Karşılaştırma Grafiği.



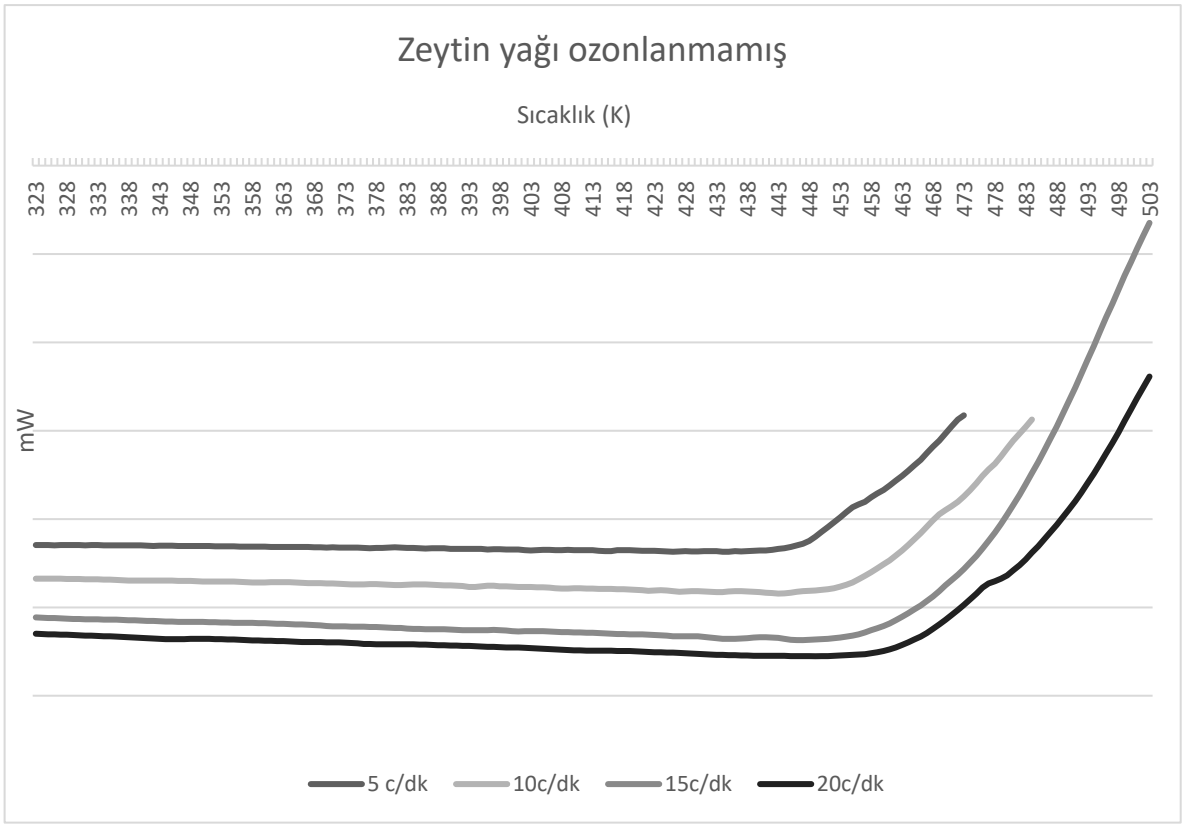
Şekil 4.5: Parçalanma ürünlerinin oluşum grafiği ve rekreasyona eğrileri.



Şekil 4.6: Toplam Doymamış yağ asitlerinin bozulma grafiği ve rekreasyona eğrileri.

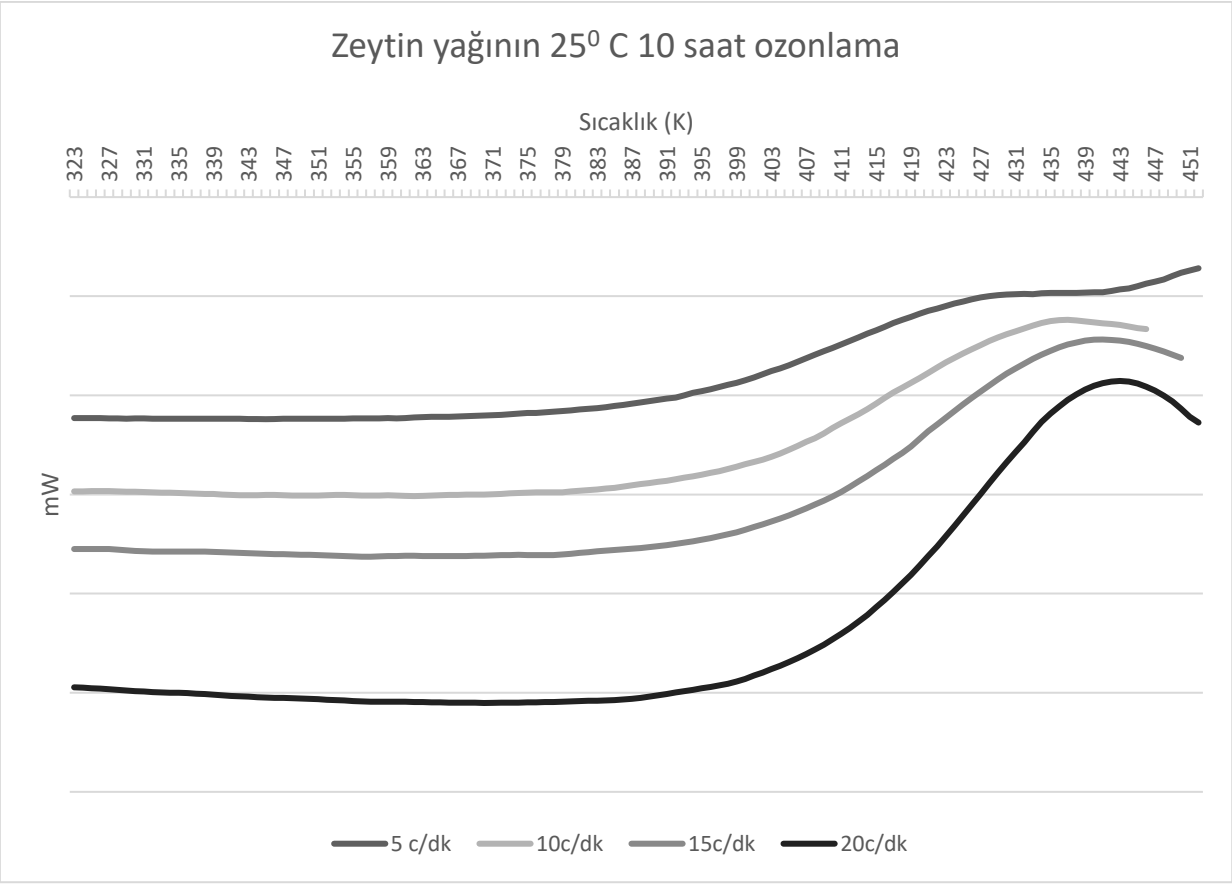
4.8 TERMAL ANALİZ VE KİNETİK VERİLER

4.8.1 Zeytin Yağı



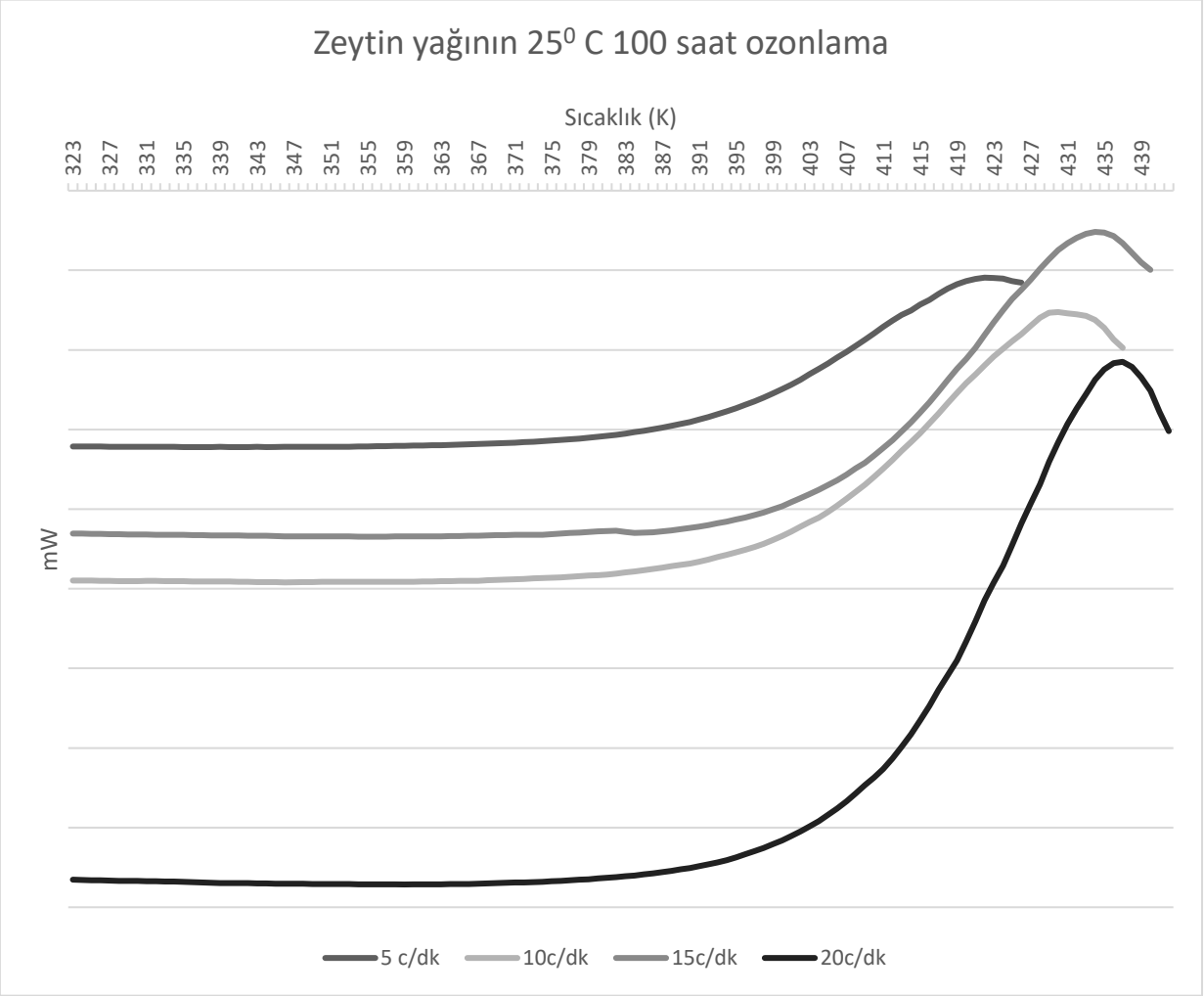
Şekil 4.7: Zeytin yağının DSC termal bozulma grafiği.

Zeytin yağının DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 450 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 462 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 469 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladıgı sıcaklık 475 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.8: Zeytin yağının 25^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

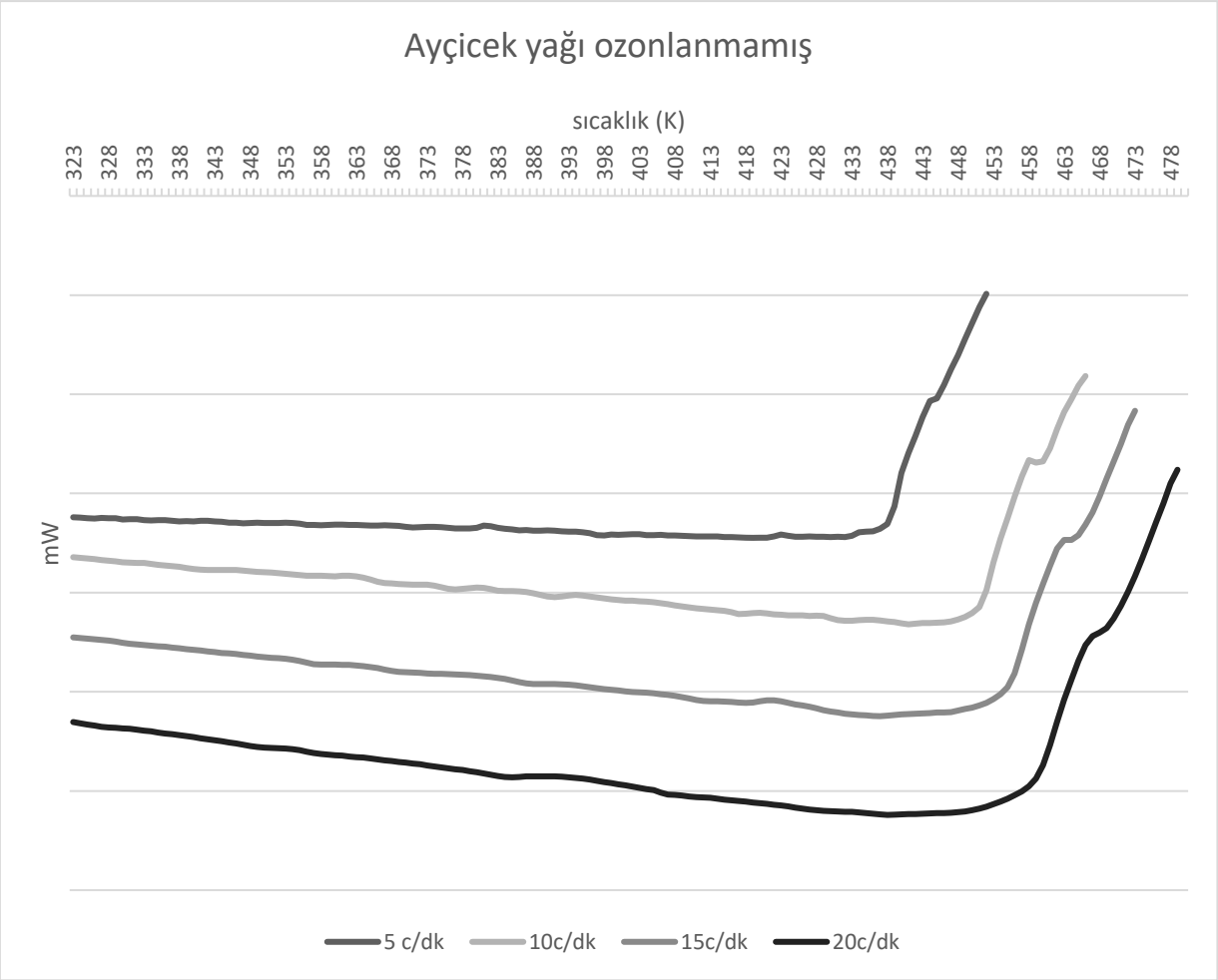
Zeytin yağının 25^0 C 10 saat ozonlanması sonrasında DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 391 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 399 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 404 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 408 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.9: Zeytin yağının 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

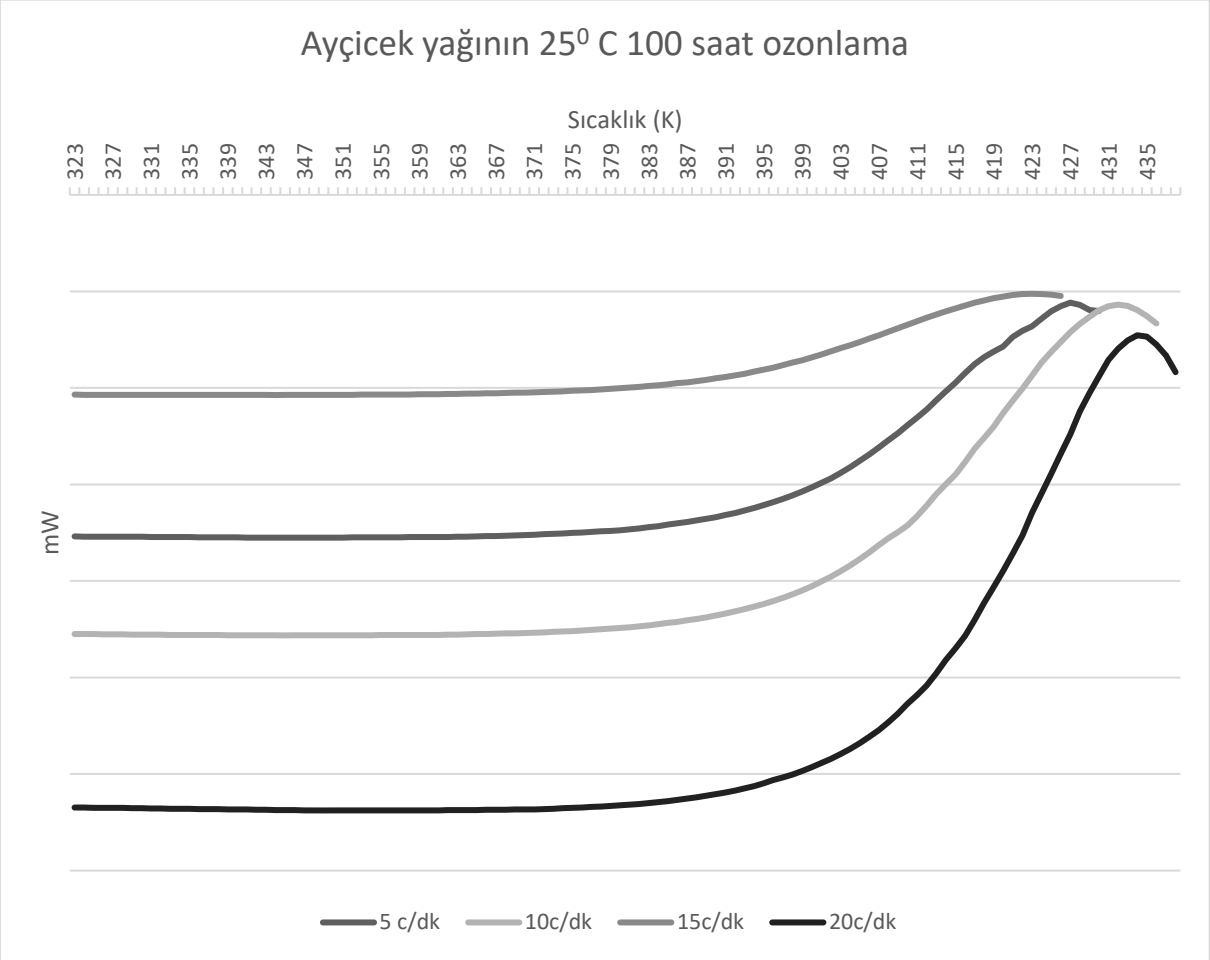
Zeytin yağının 25^0 C 100 saat ozonlanması sonrasında DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 388 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 396 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 401 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 404 K olarak bulunmuştur.

4.8.2 Ayçiçek Yağı



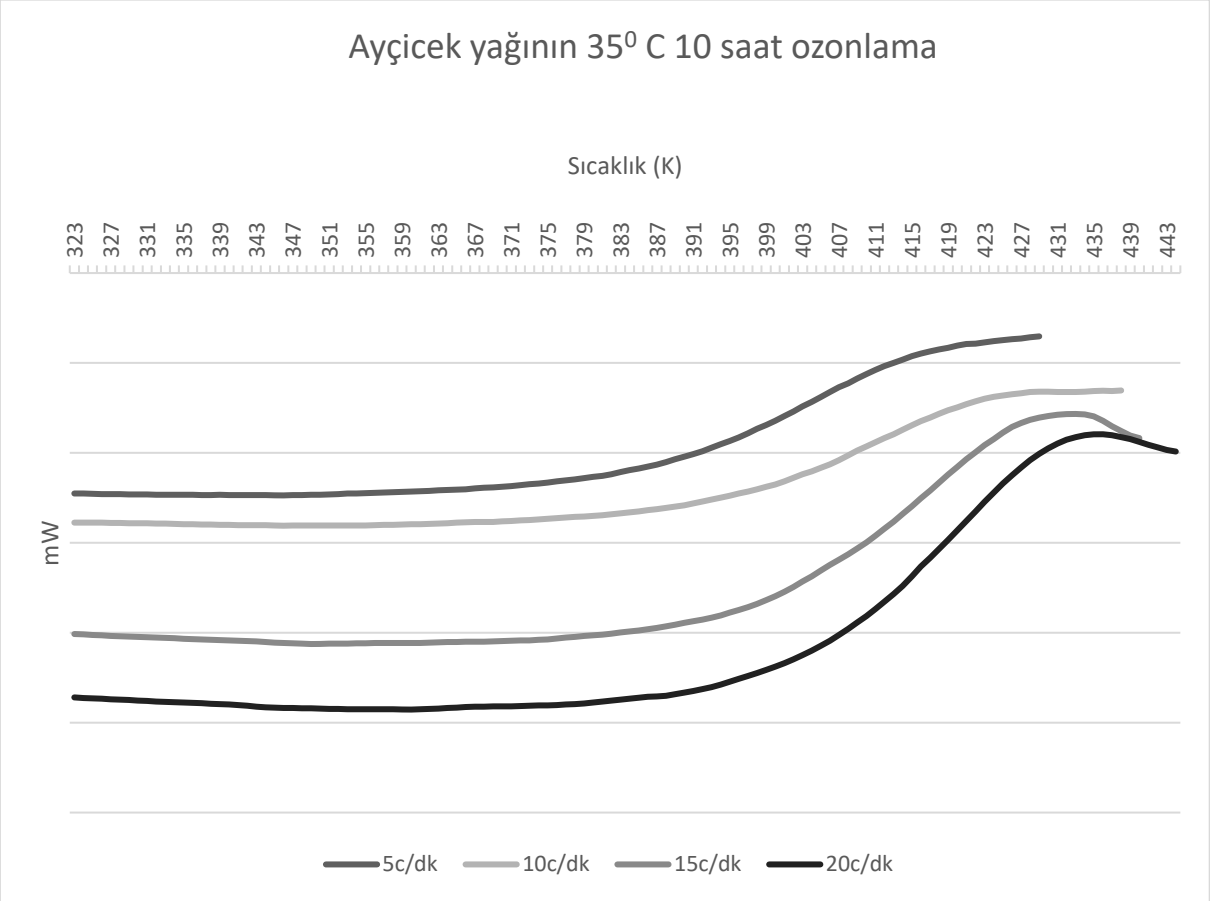
Şekil 4.10: Ayçicek yağının DSC termal bozulma grafiği.

Ayçicek yağının DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 438 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 450 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 454 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 458 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.11: Ayçicek yağının 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

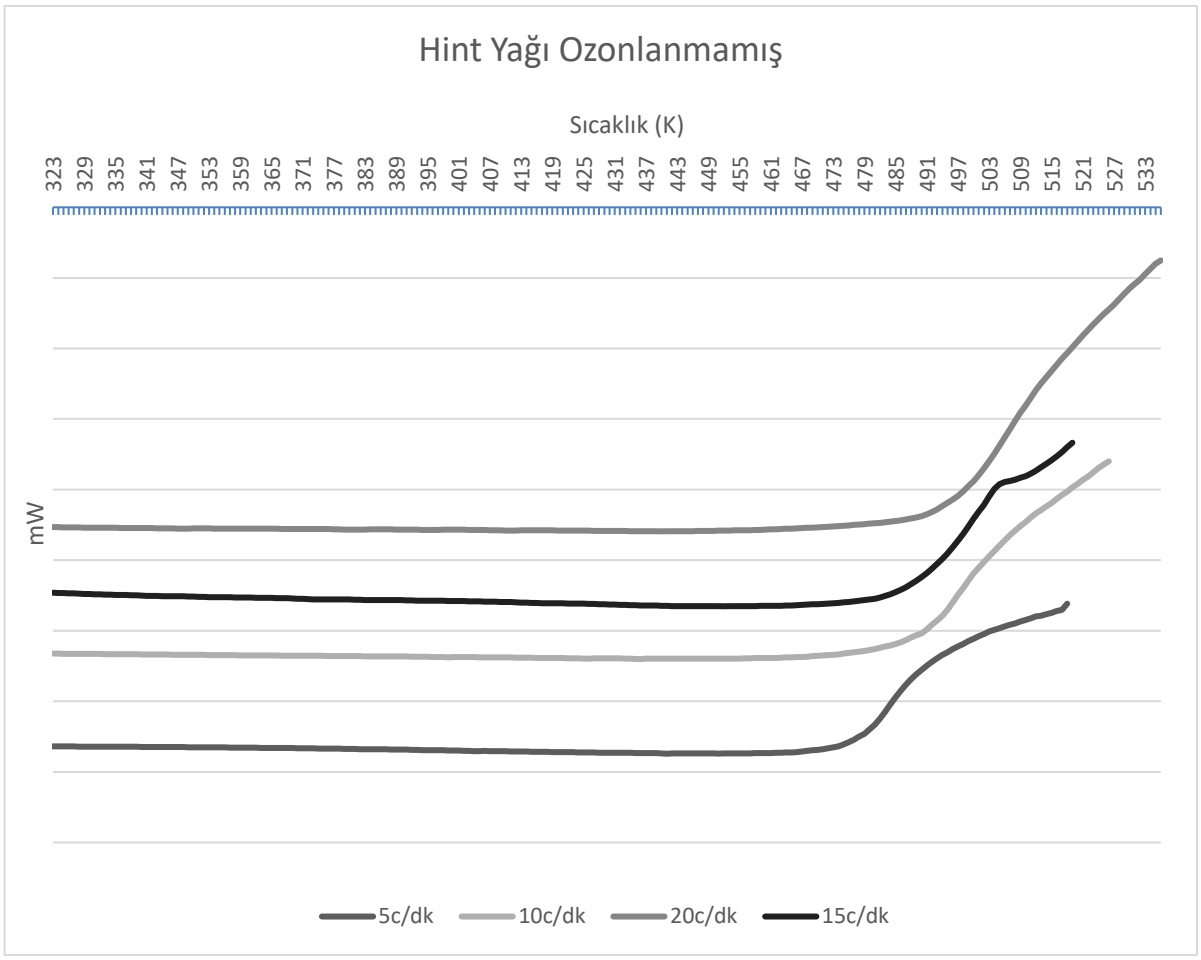
Ayçicek yağının 25^0 C 100 saat ozonlanması sonrasında DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 388 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 395 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 401 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 406 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.12: Ayçicek yağının 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

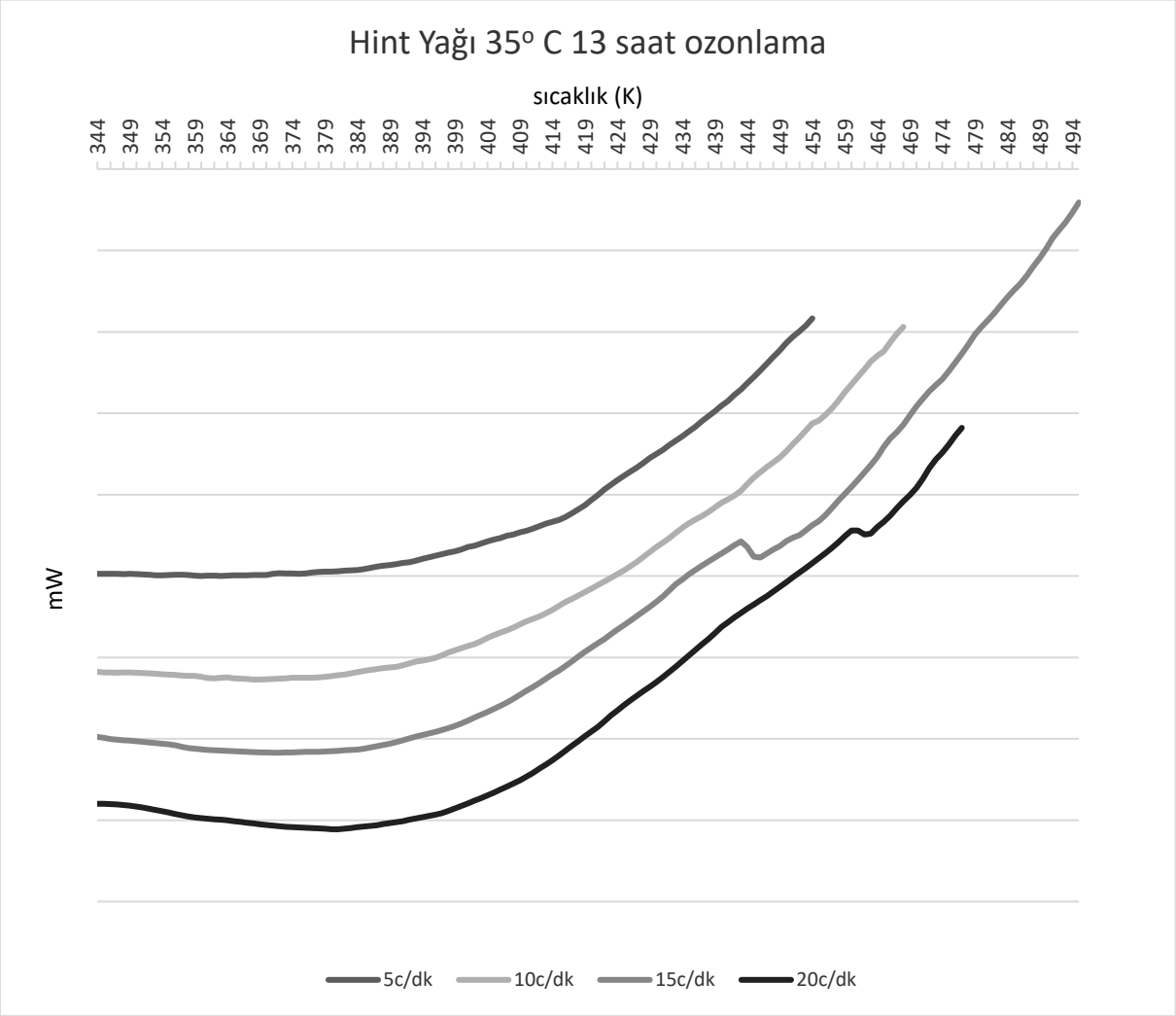
Ayçicek yağının 35^0 C 10 saat ozonlanması sonrasında DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 387 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 394 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 397 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 400 K olarak bulunmuştur.

4.8.3 Hint Yağı



Şekil 4.13: Hint yağının DSC termal bozulma grafiği.

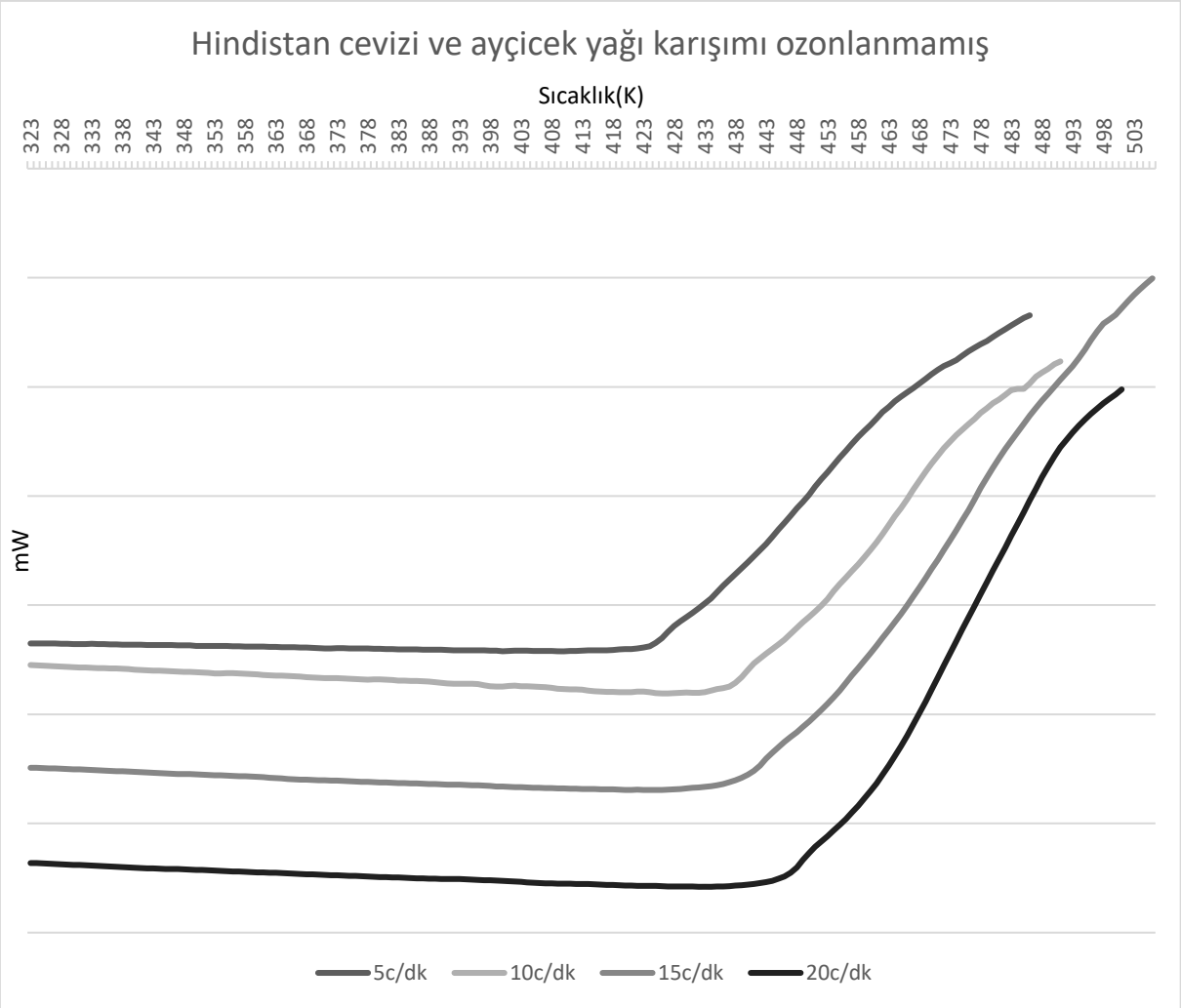
Hint yağının DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 477 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 486 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 489 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 492 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.14: Hint yağının 25^0 C 13 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

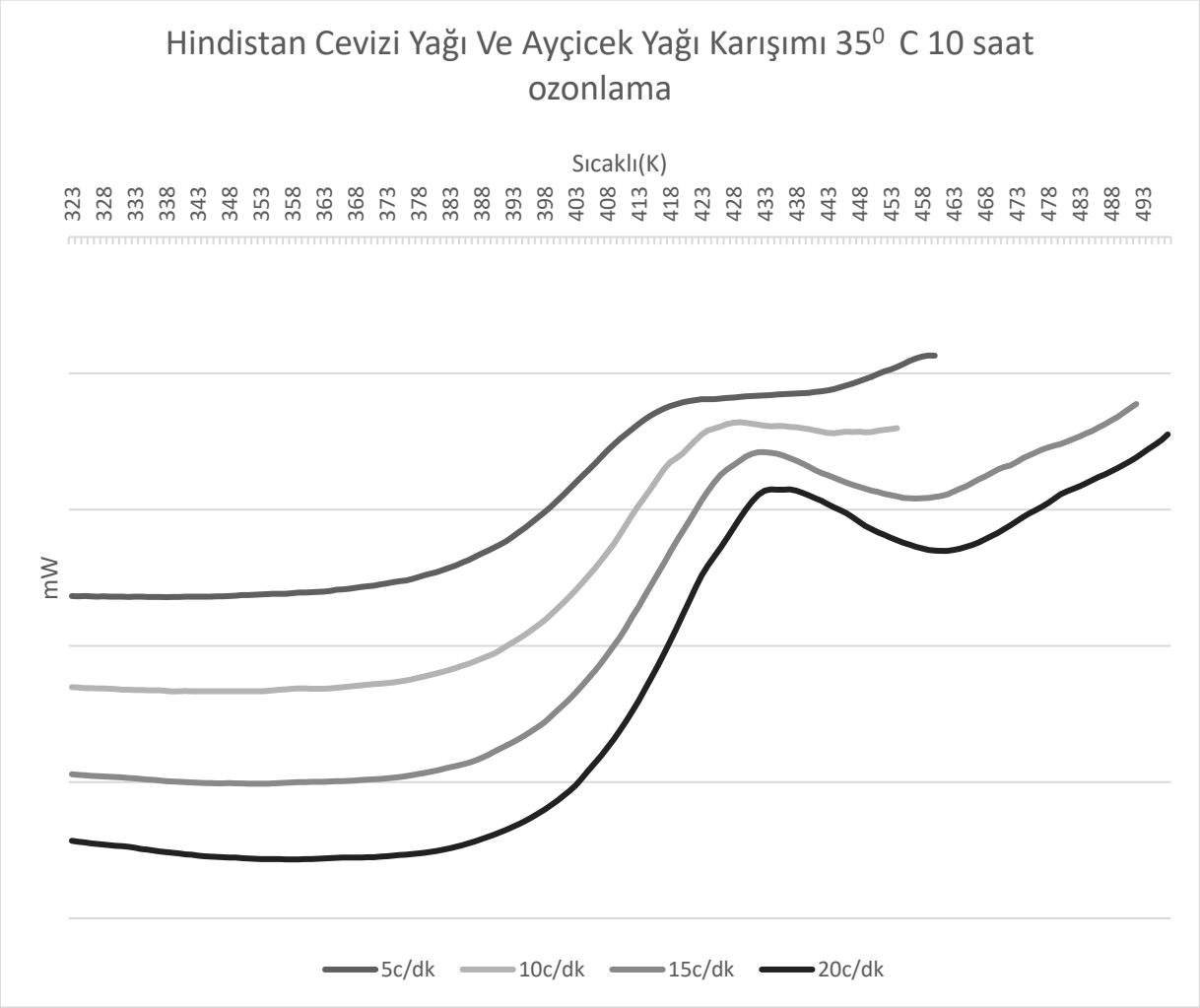
Hint yağının 25^0 C 13 saat ozonlama sonrası DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 383 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 385 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 390 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 394 K olarak bulunmuştur.

4.8.4 Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı



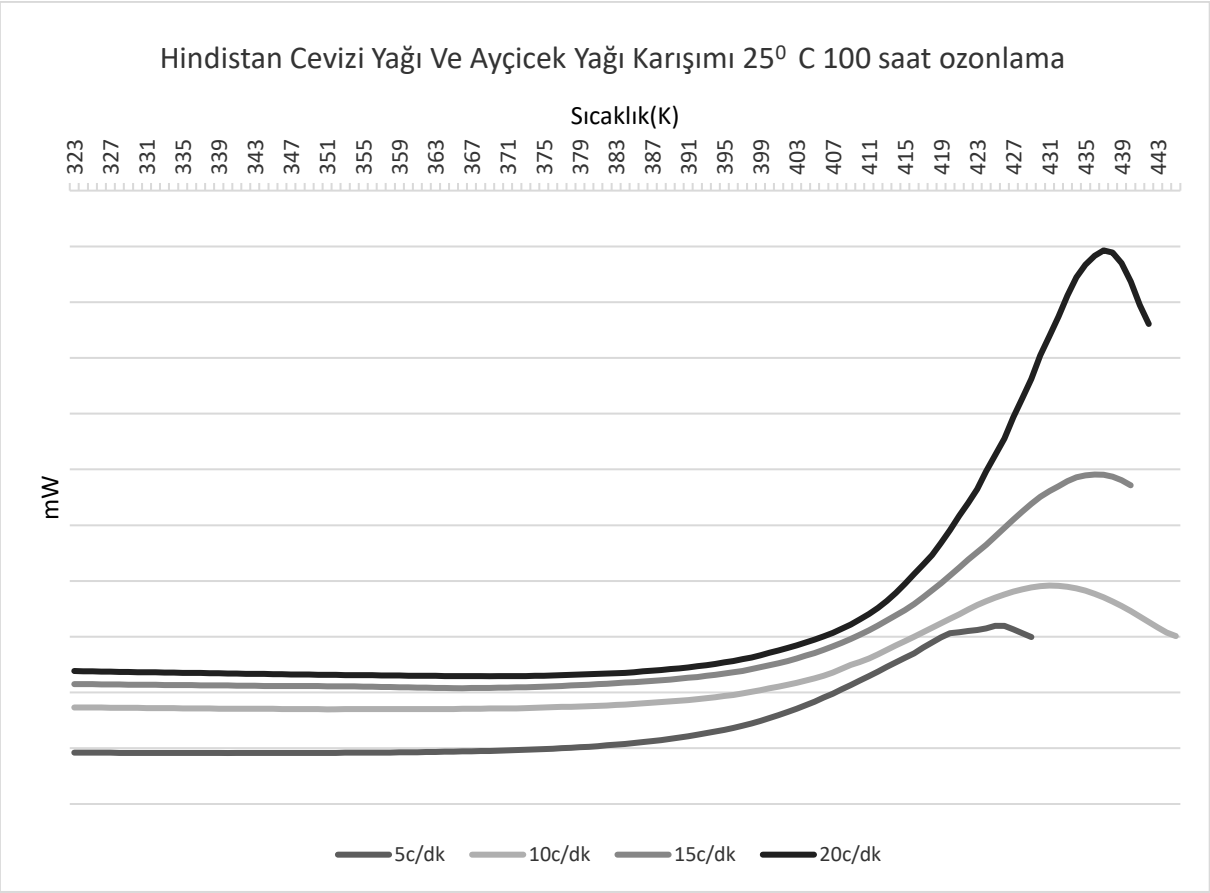
Şekil 4.15: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı DSC termal bozulma grafiği.

Karışım yağın DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 425 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 437 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 440 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 446 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.16: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

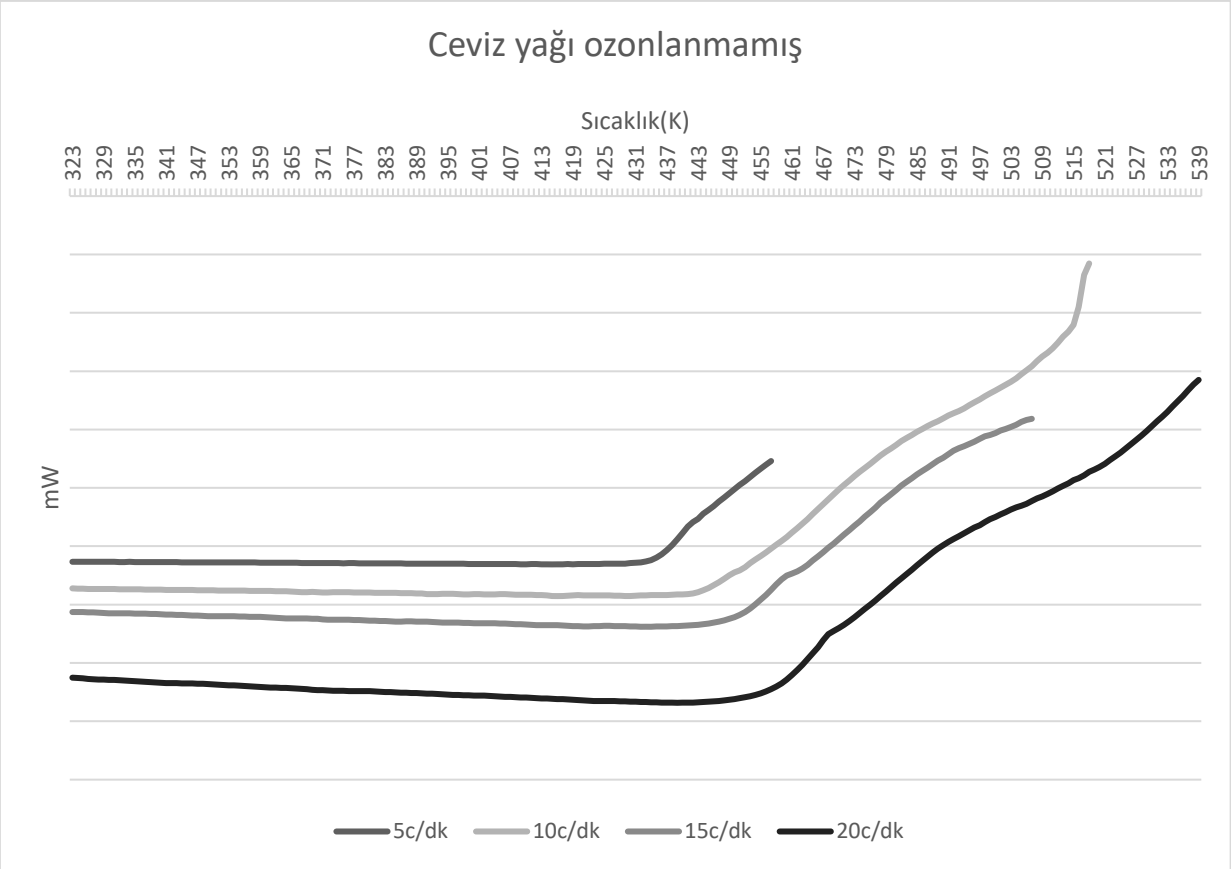
Karışım yağın Karışımı 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 383 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 392 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 396 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 400 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17: Hindistan Cevizi Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

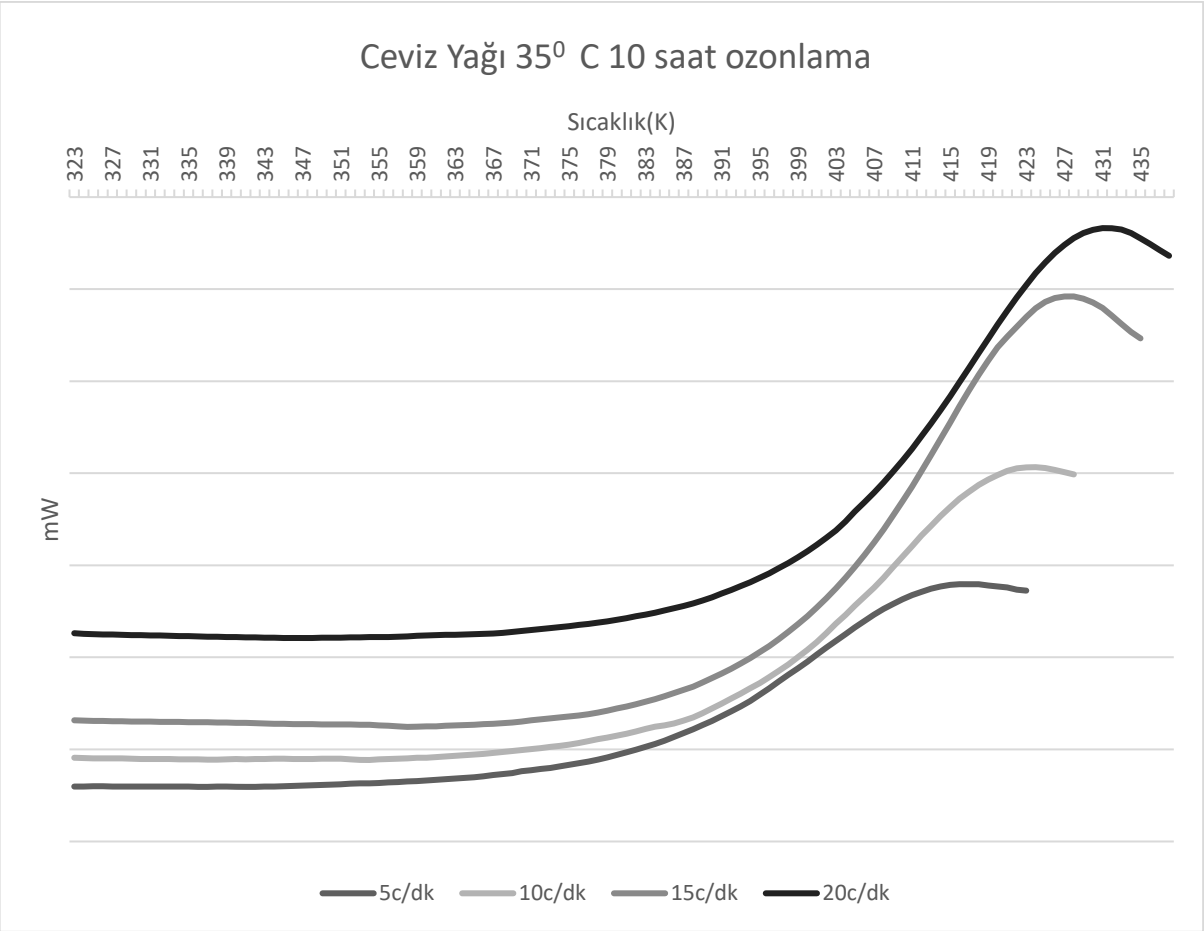
Karışım yağın Karışımı 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 392 K , 10 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 401 K , 15 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 406 K , 20 ^{0} C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 413 K olarak bulunmuştur.

4.8.5 Ceviz Yağı



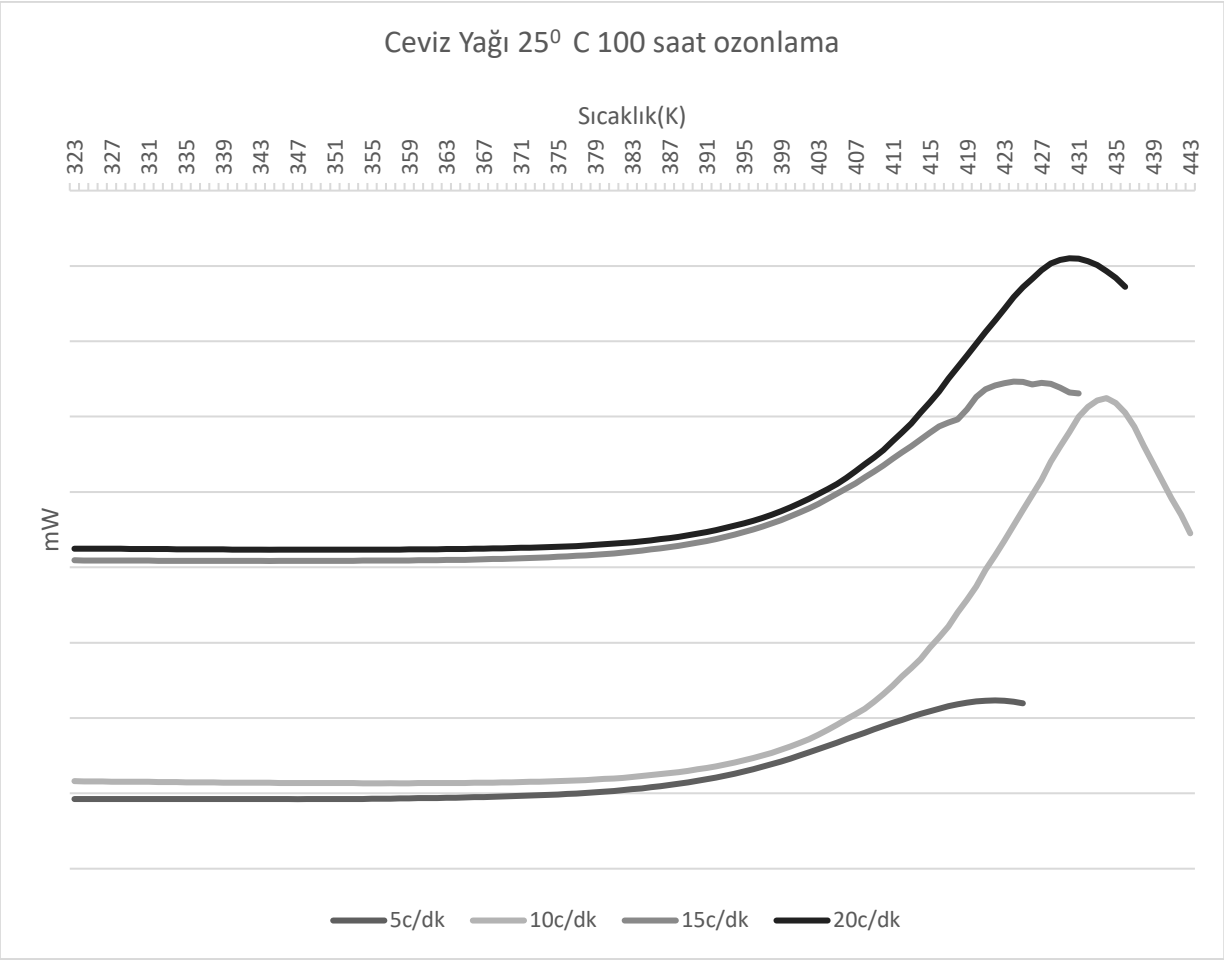
Şekil 4.18: Ceviz Yağı DSC termal bozulma grafiği.

Ceviz yağının DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 434 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 443 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 448 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 455 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.19: Ceviz Yağı 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

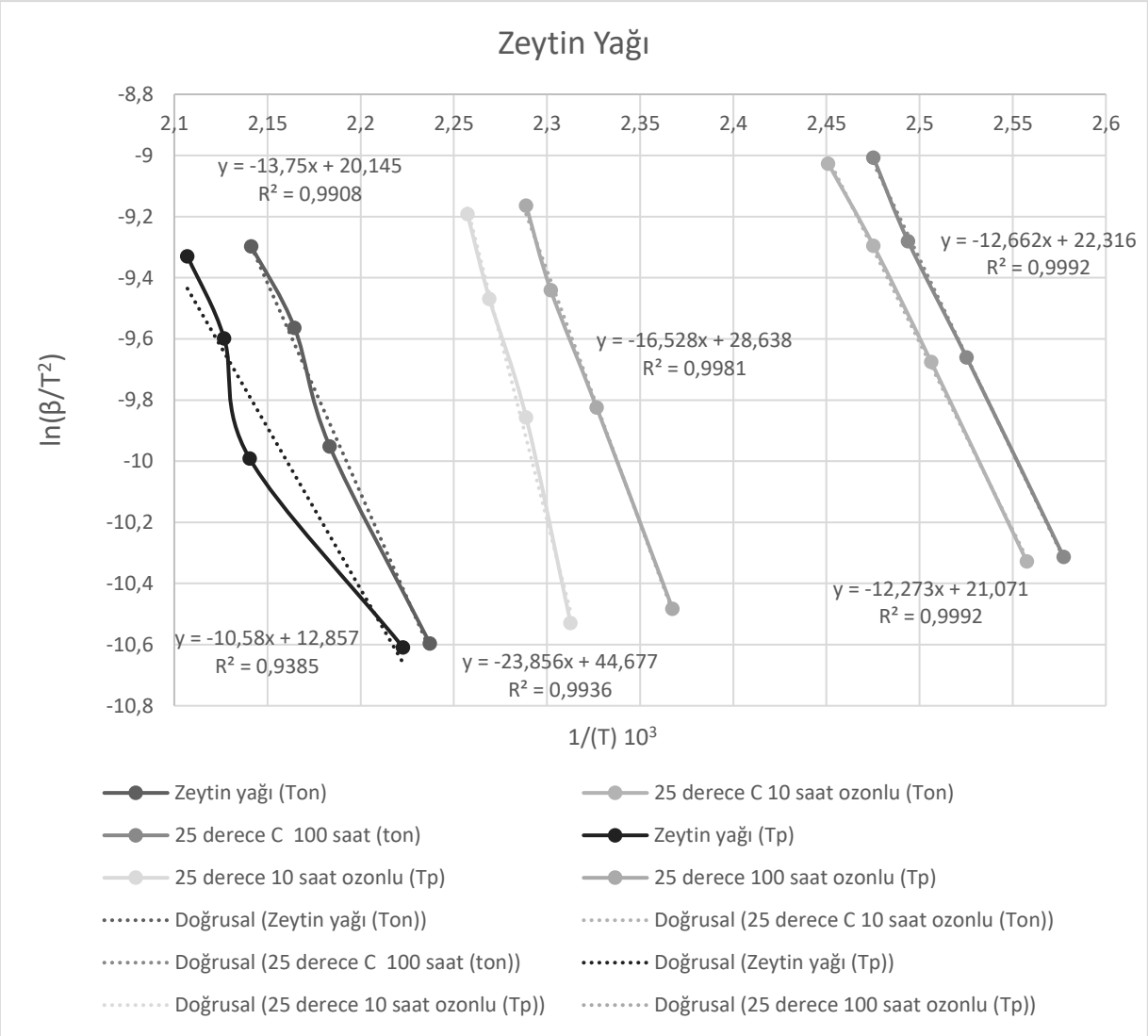
Ceviz yağının 35^0 C 10 saat ozonlama sonrası DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 376 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 387 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 391 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 397 K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.20: Ceviz Yağı 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC termal bozulma grafiği.

Ceviz yağının 25^0 C 100 saat ozonlama sonrası DSC sonuçu elde edilen termal bozulma grafiğine göre 5 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 387 K , 10 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 394 K , 15 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 395 K , 20 ^{0}C / dk hızı ile sıcaklık artışını da termal bozulmanın başladığı sıcaklık 400 K olarak bulunmuştur.

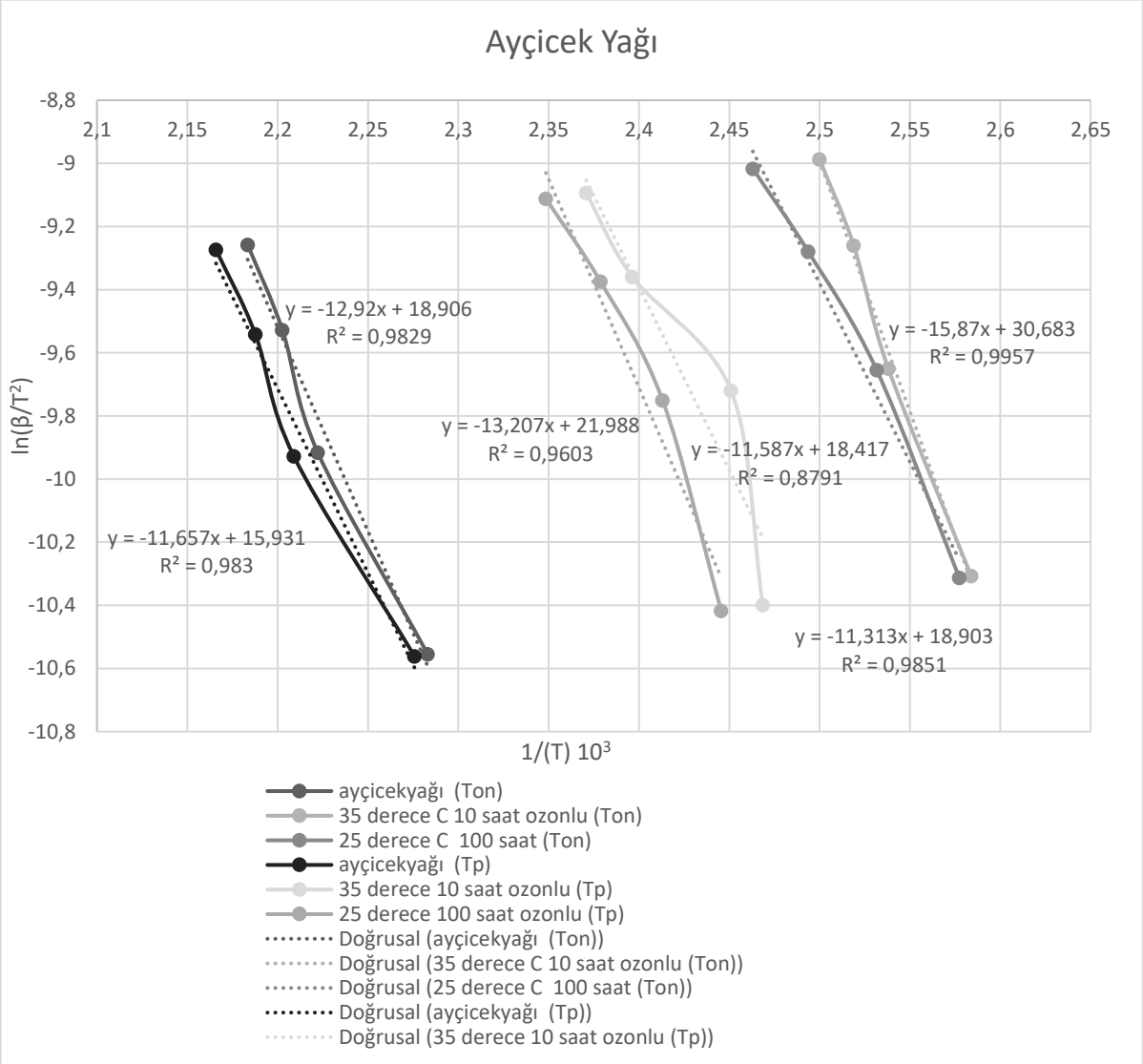
4.8.6 Kinetik Veri Sonuçları Ve Hesaplanması



Şekil 4.21: Zeytin yağının 25^0 C de ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği.

Tablo 4.30: Zeytin yağının 25^0 C ozonlanması sonrası KAS metoduna göre hesaplanmış kinetik veriler.

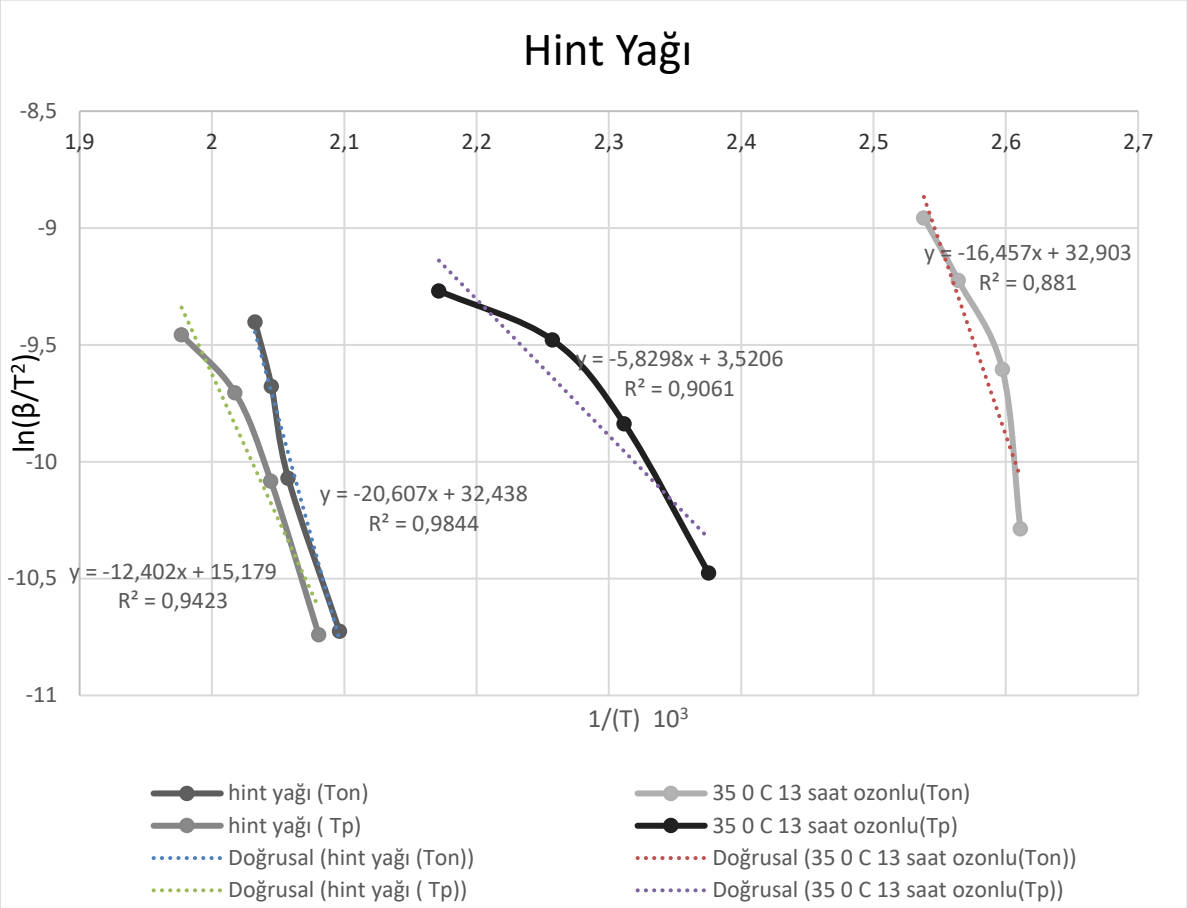
ısıtma hızı (C / dk)	Zeytin Yağı					
	Ton(K)			Tp(K)		
	ozonlanmamış (T_{on})	25 ^{0} C 10 saat ozonlu (T_{on})	25 ^{0} C 100 saat (ton)	ozonlanmamış (Tp)	25 ^{0} C 10 saat ozonlu (Tp)	25 ^{0} C 100 saat ozonlu (Tp)
5	447	391	388	449,9	432,4	422,4
10	458	399	396	467,2	436,9	429,8
15	462	404	401	470,2	440,7	434,4
20	467	408	404	474,6	443	436,9
a	13,75	12,273	12,662	10,58	23,856	16,528
b	20,145	21,071	22,316	12,857	44,677	28,638
R^2	0,9908	0,9992	0,9992	0,9385	0,9936	0,9981
Ea(kj/mol)	114,318	102,038	105,272	87,962	198,339	137,414
A(dk-)	$7,712\ 10^9$	$17,377\ 10^9$	$62,261\ 10^9$	$0,406\ 10^7$	$60,335\ 10^{19}$	$45,24\ 10^{12}$
k	13,130	11,778	12,135	10,211	22,021	15,636



Şekil 4.22: Ayçicek Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği.

Tablo 4.31: Ayçicek Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler .

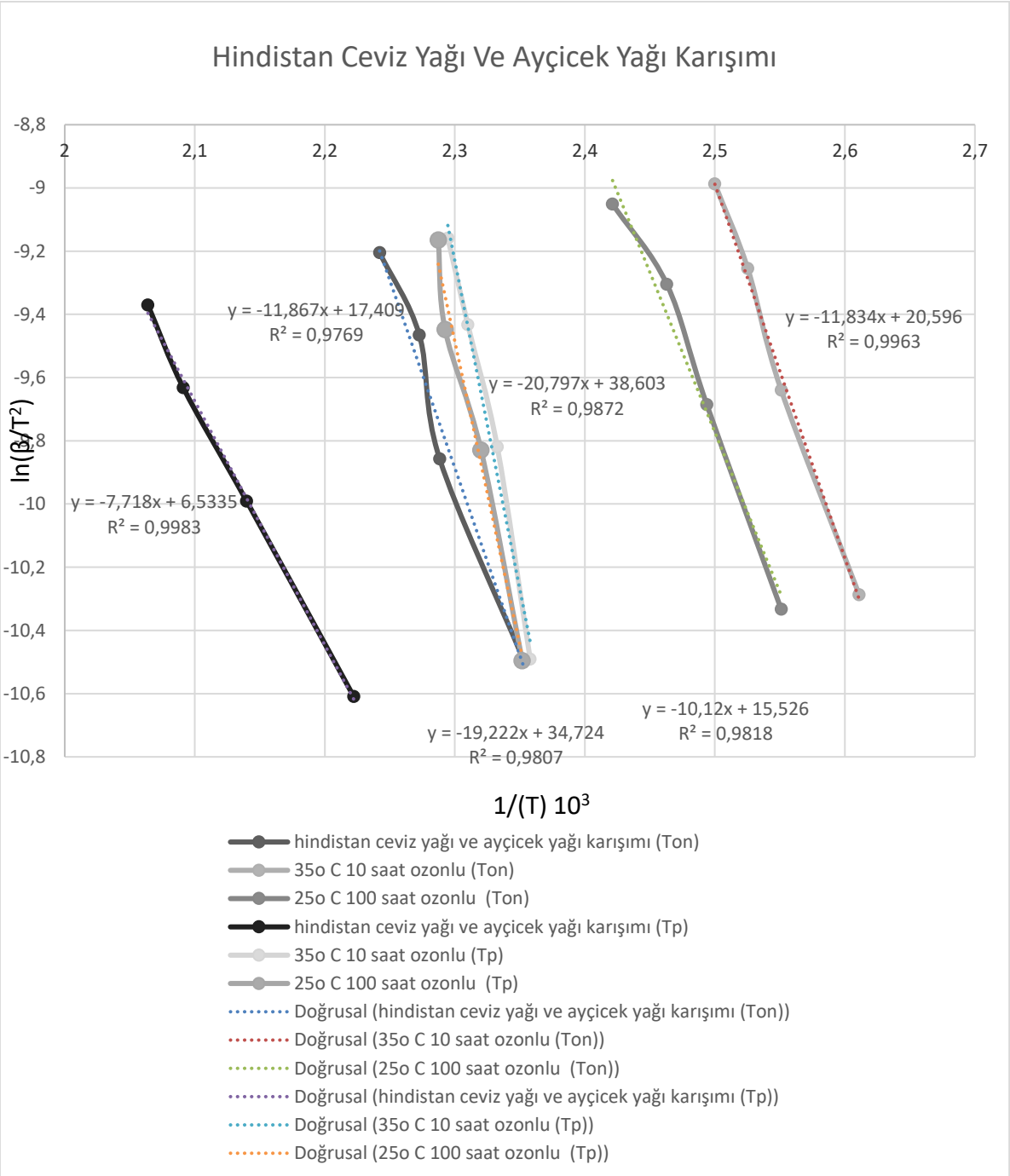
ısıtma hızı (C / dk)	Ayçicek Yağı					
	Ton(K)			Tp(K)		
	ozonlanmamış (Ton)	35 ^{0} C 10 saat ozonlu (Ton)	25 ^{0} C 100 saat (Ton)	ozonlanmamış (Tp)	35 ^{0} 10 saat ozonlu (Tp)	25 ^{0} 100 saat ozonlu (Tp)
5	438	387	388	439,4	405,1	408,9
10	450	394	395	452,7	408	414,4
15	454	397	401	457,1	417,3	420,4
20	458	400	406	461,7	421,8	425,8
a	12,92	15,87	11,313	11,657	11,587	13,207
b	18,906	30,683	18,903	15,931	18,417	21,988
R^2	0,9829	0,9957	0,9851	0,983	0,8791	0,9603
Ea(kj/mol)	107,417	131,943	94,056	96,916	96,334	109,803
A(dk-)	2,099 10^9	33,576 10^{13}	1,833 10^9	9,668 10^7	1,154 10^9	46,781 10^9
k	12,372	15,047	10,892	11,210	11,145	12,634



Şekil 4.23: Hint yağının 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği.

Tablo 4.32: Hint yağının 35^0 C ozonlanması sonrası KAS metoduna göre hesaplanmış kinetik veriler.

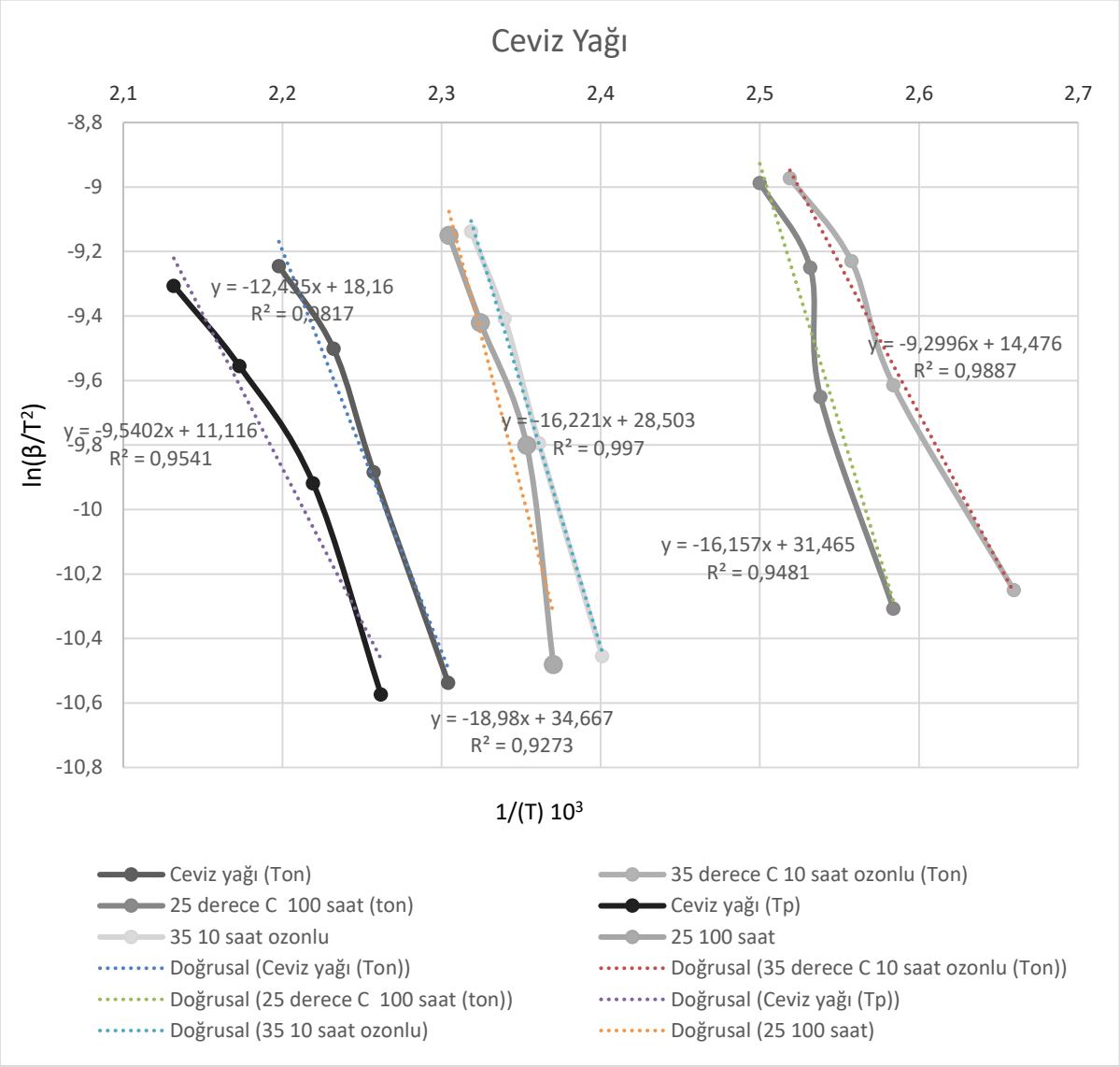
ısıtma hızı (C / dk)	Hint Yağı			
	Ton(K)		Tp(K)	
	ozonlanmamış	35^0 C 13 saat ozonlu	ozonlanmamış	35^0 C 13 saat ozonlu
5	477	383	480,6	421
10	486	385	489,1	432,6
15	489	390	495,7	443
20	492	394	505,8	460,5
a	20,607	16,457	12,402	5,823
b	32,438	32,903	15,179	3,52
R^2	0,9844	0,881	0,9423	0,9868
Ea(kj/mol)	171,327	136,823	103,110	48,412
A(dk-)	2521,5 10^{12}	3205,841 10^{12}	15,175 10^9	0,020 10^4
k	19,230	15,573	11,896	5,710



Şekil 4.24: Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği.

Tablo 4.33: Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler.

ısıtma hızı (C / dk)	Hindistan Ceviz Yağı Ve Ayçicek Yağı Karışımı					
	Ton(K)			Tp(K)		
	ozonlanmamış	35^0 C 10 saat ozonlu	25^0 C 100 saat ozonlu	ozonlanmamış	35^0 C 10 saat ozonlu	25^0 C 100 saat ozonlu
5	425	383	392	450	424,1	425,2
10	437	392	401	467,3	428,7	431
15	440	396	406	478,2	432,9	436,2
20	446	400	413	484,5	435,8	437,2
a	11,867	11,834	10,12	7,718	20,797	19,22
b	17,409	20,596	15,526	6,5335	38,603	34,724
R^2	0,9769	0,9963	0,9818	0,9983	0,9872	0,9807
Ea(kj/mol)	98,662	98,388	84,138	64,167	172,906	159,795
A(dk-)	0,431 10^9	10,420 10^9	0,056 10^9	5,308 10^3	121,079 10^{16}	2,313 10^{16}
k	11,404	11,373	9,782	7,521	19,395	18,020



Şekil 4.25: Ceviz Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu T_{on} ve T_p hesaplama grafiği.

Tablo 4.34: Ceviz Yağı 25^0 ve 35^0 C ozonlama sonrası KAS metodu hesaplanmış kinetik veriler.

ısıtma hızı (C / dk)	Ceviz yağı					
	Ton(K)			Tp(K)		
	ozonlanmamış	35^0 C 10 saat ozonlu	25^0 C 100 saat ozonlu	ozonlanmamış	35^0 C 10 saat ozonlu	25^0 C 100 saat ozonlu
5	434	376	387	442,1	416,5	421,9
10	443	387	394	450,6	423,5	424,9
15	448	391	395	460,2	427,4	430,2
20	455	397	400	469,1	431,3	433,9
a	12,435	9,2996	16,157	9,54	16,221	18,98
b	18,16	14,476	31,465	11,116	28,503	34,667
R^2	0,9817	0,9887	0,9481	0,9541	0,997	0,9273
Ea(kj/mol)	103,385	77,317	134,329	79,316	134,861	157,800
A(dk-)	0,96 10^9	0,018 10^9	747,2 10^{12}	0,06410^7	38,79 10^{12}	2157,6 10^{13}
k	11,927	9,014	15,304	9,239	15,362	17,809

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ozonlamaya bağlı olarak serbest asitliklerin değerlendirilmesinde tüm yağlar için Şekil 4-3 de R^2 si yüksek olan doğrusal eğilim çizgileri elde edilmiştir. Bu eğilim çizgilerinin eğimi yağların doymamış yağ asitlik oranı ile ters ilişkilidir. Elde edilen sonuçlara göre, ozonlamaya bağlı olarak artan serbest asitlik değeri cinsinde en az etkilenen yağ C18:3 oranı fazla olan Ceviz yağı olmuştur. En fazla etkilenerek en fazla asitlik artışı olan yağlar ise ayçicek ve Hindistan cevizi karışımı ile Hindistan cevizi yağıdır. Bu bulgular Said Ghardy [57] tarafından yapılan yayın ile benzerlik göstermektedir.

Oksidasyon, yağların en önemli bozunma reaksiyonlarındandır. Ozonlama ise oksidasyonun hızlandırılmış bir şekli olarak görülmektedir. Hidroperoksitler, oksidasyonun birincil ürünleridir, ikinci kademedeki ürünler ise anisidin değeri ile ifade edilir. Anisidin değeri ikincil oksidasyon ile oluşan aldehitlerin sayısını ifade eder. [58] Yağların peroksit sayısı birçok faktöre bağlı olmasına karşın, doymamış yağ asitlerinin miktarı, doymamış yağ asitlik düzeyleri ile yapısındaki antioksidanların niteliği ve niceliği peroksit sayısında en önemli etmenlerdir.[20]Çalışılan bütün yağlarda farklı sıcaklıkta yapılan reaksiyonlarda peroksit sayısının attığı gözlemlenmiştir. Fakat 65^{o}C'ta ayçiçek yağının 50. saatten sonra, Hindistan cevizi+ayçiçek yağı karışımında da 25. saatten sonra, Hindistan cevizi yağında 10 satten sonra peroksi sayısının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu yukarıda belirtildiği gibi oksidasyonun ikincil kademeye geçtiğini göstermektedir. Zeytinyağı ve Hindistan cevizi yağında 35^{o}C'de bile peroksit sayısında kısmi düşme gözlemlenmiştir.

Tablo 4-29 dan anlaşıldığı gibi ozonlama süresine bağlı olarak tüm yağlarda viskozite artışı gözlenmiştir. Ozonlanmamış durumda bile hintyağı viskozitesi diğer yağların yaklaşık on katıdır. Ozanlama ie viskozite daha da arttığı için 13 satten fazla ozonlama yapılamamıştır. Diğer yağların viskozite değeri 100 saatte hintyağının 10 saatine yaklaşmıştır. Viskozitedeki bu artış genel olarak doymamış yağ asitlerinin ozonlama sonrası bozulmaya başlaması ve bu nedenle doymuş yağ asitlerinin oransal olarak yükselmesi ile açıklanabilir [59].Wahyudi ve arkadaşları [59] çalışmalarında doymamışlık oranının artışının viskoziteyi arttıdığını ortaya koymuşlardır. Hintyağının doymamışlık oranı çalışılan diğer yağlardan daha yüksek olduğu için viskozitesi daha yüksektir. Ozonlama ile doymamışlık azalmış olmasına rağmen viskozitenin daha da artması akışkanlığı engelleyici moleküler etkileşime neden olabilecek

ürünler oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Karka'ya [21] ait doktora tezinde örneğin fındık yağının ozonlanması süresin de vizkozite artışı olduğu belirtilmiştir.

Ozonlama sonrasında oluşan parçalanma ve oksidasyon ürünlerinin incelenmesinde, incelemesi yapılan tüm yağlarda çoklu doymamış yağ asitlerinin tekli doymamış yağ asitlerine göre ozon ile reaksiyon girme oranının fazla olduğu görülmektedir.

Yağların parçalanma ve oksidasyon ürünleri miktarı incelendiğinde 100 saat ozonlama sonunda ayçiçekyağında 25^{o}C'tan 65^{o}C'a %43'ten %89'a çıktığı görülmektedir. Zeytinyağında ise bu değer 25 ^{o}C'de 82%'iken 35^{o}C'ta %94.75 olmuş ve 65^{o}C'ta %87.66'ya düşmüştür. Ceviz yağında benzer şekilde %45'ten %89.12'ye çıkmış ve %62'ye düşmüştür. Hindistan cevizi yağı + Ayçiçek yağı karışımında 25^{o}C'ta %56.73 olan değer 35^{o}C'ta %92.83'e yükselmiş ve 65^{o}C'ta %53.3'e düşmüştür. Tek başına hindistan cevizi yağında bu değer 35^{o}C'ta %10.42'iken 65^{o}C'ta %8.12 olduğu bulunmuştur. Bu durumda Ayçiçek yağı hariç diğer bütün yağlarda 35^{0}C'nin parçalanma ve oksidasyon ürünleri miktarı açısından en verimli sıcaklık olduğu söylenebilmektedir.

Ayçiçek yağının 65^{o}C'taki ürün dağılımı incelendiğinde başlıca C18:2 değerinin azaldığı, C18:1'in azaldığı, C16:0 yüzdesel değerinin arttığı ve 10. Saatten sonra yüzdesel olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Buna karşın ürün olan nonanal miktarı 10. saate kadar kısmi artış gösterirken bu saatten sonra miktarı hızlı artış göstermiştir. Ürün hegzanoik asit miktarı özellikle 10.saatten itibaren artış göstermiştir. Ürün nonanoik asit miktarı 25. saate kadar artarken sonrasında kademeli olarak azalmıştır. Bu ürün muhtemelen daha ileri parçalanma ürünlerine dönüşmüştür.

3 farklı sıcaklıkta zaman bağlı elde edilmiş, toplam doymamış, parçalanma ve oksidasyon ürünleri grafikleri şekil 4.5 ve şekil 4.6 'da görülmektedir. Bu grafiklerde ozon gazı ile reaksiyonu verimliliği yani ozon ile en fazla etkileşim kuran yağlar sırası ile Zeytin yağı, Ayçicek yağı, Hindistan Cevizi ile Ayçiçek yağı karışımı, Ceviz yağı ve Hindistan cevizi yağı olarak saptanmıştır. Saptanan değerler arasında da aşırı ozonlama işleminde uzun yağ asidi zincirli doymuş yağ asitlerinin de ozonlamadan etkilendiği ve parçalandığı görülmektedir. Bu gözlem incelenen kaynaklarda rastlanmamıştır. Fakat karkaya ait [21] doktora tezinde ozonlama başlangıcında C18:0 / C16:0 oranı 2'ye yakınken 360 dk ozonlama sonrasında 1,7'ye düştüğünü gözlemlemiştir. Benzer şekilde bu çalışmada daha kısa doymuş zincir içeren

hindistan cevizi yağının daha zor ozonlandığı görülmüştür. Ayrıca bu çalışmadaki uzun süreli ozonlamada daha fazla yan ürün oluşumu gözlemlenmiştir [60].

Bu çalışmada seçilen Tüm yağlarının non-izotermal, izo-dönüşümlü oksidatif bozunma kinetikleri incelenmiştir. Bozunma başlangıcı olarak alınan Ton sıcaklıkları ile yapılan aktivasyon enerjisi hesaplamalarında saf Ayçiçek yağı Ea değerinin ozonlama ile 107 kJ/mol'den 25 ^{0}C de uzun süreli 94 kj/mol'e düştüğü, 35 ^{0}C de kısa süreli ozonlamada arttığı görülmüştür. Tp sıcaklıklarında yapılan aktivasyon enerjisi hesaplamalarında saf Ayçiçek yağı Ea değerinin ozonlama ile 97 kJ/mol'den 25 ^{0}C de uzun süreli ozonlamada 109 kj/mol'e yükseldiği, 35 ^{0}C de kısa süreli ozonlamada ise hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Zeytinyağında Ton değerlerine göre Ea değeri 114 kJ/mol'den kısa süreli ozonlamada 102 kj/mol 'e uzun süreli ozonlamada da 105 kj/mol'e düşmüştür. Fakat kissenger modelinde maksimum reaksiyon hızı olarak kabul edilen Tp noktası [61] ile yapılan hesaplamalarda zeytinyağının ozonlama süresi arttıkça ozonlanmış yağda aktivasyon enerjisi değeri 198 kJ/mol'den 137 kj/mol'e düştüğü görülmüştür. Ama saf yağa göre arttığı gözlemlenmiştir. Uzun ve arkadaşları [62] izotermal oksidatif bozunma çalışmasında ozonlama süresi arttıkça bozunma başlangıç aktivasyon enerjisi değerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Hint yağında ise hem Ton hem de Tp sıcaklık değerlerine göre hesaplanan Ea değerlerinde saf yağa göre düştüğü gözlemlenmektedir. Hindistan cevizi yağı ile Aycicek yağı karışımının 35 ^{0}C de kısa süreli ozonlamada hemen hemen aynı kaldığı 25 ^{0}C de uzun süreli ozonlamada ise azaldığı gözlemlenmiştir. Son olarak ceviz yağında Ton sıcaklıklarında yapılan hesaplamada saf yağda 103 kj/mol olan Ea değerinin 35 ^{0} C kısa süreli ozonlamada 77 kj/mol 'e, 25 ^{0}C de ki uzun süreli ozonlamada ise 134 kj/mol 'e yükseldiği gözlenmiştir. Tp sıcaklık değerine göre yapılan değerlendirmede ise 79 kj/mol olan Ea değerinin iki sıcaklıkta da ozonlanması ile arttığı saptanmıştır. Tp değerleri ile yapılan değerlendirmelerde hint yağı haric Saf yağların Ea değerlerinin ozonlanmış yağlara karşı daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada da non-izotermal bozulma başlangıç aktivasyon enerjsi değerinde ise farklı bir durum gözlemlenmiştir. Literatürde ozonlanmış yağların izotermal çalışmaları sınırlı sayıda olup non-izotermal çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sonuçlardan yağların ozonlama ile oksidatif kararlılığın süre ve sıcaklık etkisine bağlı ozonlamalarda azalmasının veya artmasının olabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

[1]. Mccabe, E., 1994, *Scientificand Medical References Proving Ozone's Validity As A Medical Treatment*, Http://Www.Ozonetherapy.Co.Uk/Articles/Ed_Mccabe_Ozone_History_And_References.Htm, [Ziyaret Tarihi: 01 Eylül 2018].

[2]. Thompson, D., 2003, *Medical Ozone For Infection*. Http://Truthquest2.Com/Medicalozoneforinfection.Htm, [Ziyaret Tarihi: 02 Eylül 2018].

[3]. 2014,*The Many Benefits Of Ozonated Oil*, Https://Www.Mypromolife.Com/Blog/2014/12/The-Many-Benefits-Of-Ozonated-Oil, [Ziyaret Tarihi: 02 Eylül 2018].

[4]. Elvis, A. M., Ekta, J. S., 2011, Ozone Therapy: A Clinical Review. *J Nat Sci Biol Med*, S. 66-70.

[5]. *Ozon-Nedir*, Http://Www.Airozon.Com/Ozon-O3/Ozon-Nedir.Htm [Ziyaret Tarihi: 05 Eylül 2018].

[6]. Aslansoy, Z., 2012, *Ozonlama İşleminin Limondaki Pestisit Kalıntıları Üzerine Etkisi.* Yüksek Lisans, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[7]. Korkut, G.O., 2016, *Polietilen Tereftalat Esaslı Plastik Ambalajın Ozon İle Dezenfeksiyonu*, Yüksek Lisans, T.C. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[8]. *Ozone*., 2005, Pubchem: Https://Pubchem.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Compound/Ozone#Section=Top, [Ziyaret Tarihi: 02 Ekim 2018].

[9]. Judith, M., 2005, *Ozone Therapy: History, Physiology, İndications, Results.* Http://Www.Fullcircleequine.Com/Oz_Therapy.Pdf, [Ziyaret Tarihi: 05 Ekim 2018].

[10]. Elvis, A. M., Ekta, J. S., 2011, Ozone Therapy: A Clinical Review. *J Nat Sci Biol Med*, S. 66-70.

[11]. Washutti, J., Viebahn, R., Steiner, I.,1990, The Influence Of Ozone On Tumor Tissue in Comparison With Healthy Tissue. *Ozone Sci Engg*, 65-72.

[12]. Gerard, V., Sunnen, M., 1988, Ozone in Medicine: Overview And Future Directions. *J Adv Med*, 159-174.

[13]. Zänker, Ks., Kroczek, R., 1990, In Vitro Synergistic Activity Of 5-Fluorouracil With Low-Dose Ozone Against A Chemoresistant Tumor Cell Line And Fresh Human Tumor Cells. *Int J Exp Clin Chemother*, 147-154.

[14]. Kawalski, H., Sondej, J., Cierpiol Tracz, E., 1992, The Use Of Ozonotherapy İn Nose Correction Operations. *Acta Chirurgiae Plasticae*, 182-184.

[15]. Ozmen, V., Thomas, Wo., Healy, Jt., Fish, Jm., Chambers, R., Tacchi, E., Nichols, Rl., Flint, Lm., Ferrara, Jj..,1993, Irrigation Of The Abdominal Cavity in The Treatment Of Experimentally İnduced Microbial Peritonitis: Efficacy Of Ozonated Saline. *Am Surg J*, 297-303.

[16]. Gérard, V., Sunnen, M., 2013, *Mers, Sars, And Emerging Coronaviruses: Theoretical Considerations And A Proposal For Critical Care Parenteral Oxygen/Ozone Therapy.*, Http://Www.Triroc.Com/Sunnen/Topics/Sars.Html, [Ziyaret Tarihi: 12 Ekim 2018].

[17]. Kutlubay Z.,2010, Dermatolojide Ozon Tedavisi. *Dermatoz*, 209-216.

[18]. Valacchi, G., Fortino, V., Bocci, V., 2006, The Dual Action Of Ozone On The Skin. *British Journal Of Dermatology*, 1096-1100.

[19]. Bocci, V., 2005. *Ozone Anew Medical Drug.* Hollanda: Springer.

[20]. Kaya, S., Bakkalbaşı, E., Cavidoğlu, İ.,2017, Fındık, Zeytin Ve Pamuk Yağlarında Peroksit Oluşum Kinetiği. *Akademik Gıda*, 36-42.

[21]. Karka H. U., 2018, *Effect Of Ozone Treatment On Qualıty Parameters Parameters And Structure Of Vegetable Oıls.* Doktora, Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü.

[22]. *Ozonolysis,* Https://Www.Organic-Chemistry.Org/Namedreactions/Ozonolysis-Criegee-Mechanism.Shtm , [Ziyaret Tarihi: 12 Ekim 2018].

[23]. Tolibjon, S., Khharraz, E., Foley, P., Curtis, J.M., 2014, The Production Of Biobased Nonanal By Ozonolysis Of Fatty Acids. *The Royal Society Of Chemistry*, 53617-53627.

[24]. Kumar, S., Kumar, V., Singh, S.P., 2016, Cheletropic Reactions And 1,3-Dipolar Cycloadditions, *Pericyclic Reactions,* 231-282.

[25]. Lawrence, B., Harding, W. A., (1978). Mechanisms Of Gas-Phase And Liquid-Phase Ozonolysis. *Journal Of The American Chemical Society*, 7180-7188.

[26]. Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., Gücer, T., Yılmaz, M.İ., 2009, Ayçiçeğinde Yağ Verimi Ve Bazı Verim Öğeleri Arasında İlişkilerin Belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi,* 15(4): 310-318.

[27]. Özgün, G., 2011, *Yüksek Oleik Asitli Ayçiçek Yağının Enzimatik Ekstraksiyonu,* Yüksek Lisana, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[28]. *Ayçiçeği,* Http://Www.Turkcewiki.Org/Wiki/Ay%C3%A7i%C3%A7e%C4%9fi, [Ziyaret Tarihi: 12 Ekim 2018].

[29]. Baştürk, Z., 2014, *Ayçiçek Yağı Üretim Süreci*. Ayçicek Yağı İhracatı Ve İthalatı: Http://Www.Aycicekyagi.Net/Aycicek-Yagi-Uretimi/Aycicek-Yagi-Uretim-Uretici-İslemleri.Html, [Ziyaret Tarihi: 12 Ekim 2018].

[30]. Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, Jv., Vicha, R., Mlcek, J., 2015, Fatty Acids Composition Of Vegetable Oils And Its Contribution To Dietary Energy Intake And Dependence Of Cardiovascular Mortality On Dietary Intake Of Fatty Acids. *International Journal Of Molecular Sciences*, 12871-12890.

[31]. Çildir, O., Çanakçı, M., 2006, Çeşitli Bitkisel Yağlardan Biyodizel Üretiminde. *J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ*, 367-372.

[32]. *Sunflower_Oil*.Http://Www.Wikizero.Biz/İndex.Php?Q=Ahr0chm6ly9lbi53awtpcgvkaweub3jnl3dpa2kvu3vuzmxvd2vyx29pba, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[33]. Esen, Ö. B., 2013, *Cevizin Farklı Kısımlarının Ve Ceviz İçeceğinin Sağlıkla İlgili Özellikleri*, Yüksek Lisana, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[34]. *Almond*,Http://Www.Wikizero.Biz/İndex.Php?Q=Ahr0chm6ly9lbi53awtpcgvkaweub3jnl3dpa2kvqwxtb25k, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[35]. Dürbeck, K., 2014, *Walnut Oil İn Germany,* Https://Www.Cbi.Eu/Sites/Default/Files/Market_İnformation/Researches/Product-Factsheet-Walnut-Oil-Germany-Vegetable-Oils-Oilseeds-2014.Pdf, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[36]. Rabrenovic, B., Dimic, E., Maksimovic, M., Sobajic, S.., 2011, Determination Of Fatty Acid And Tocopherol Compositions And The Oxidative Stability Of Walnut (Juglans Regia L.) Cultivars Grown İn Serbia. *Czech J. Food Sci*, 74-78.

[37]. Byerley, Lo., Samuelson, D., Blanchard, E. 4th., Luo, M., Lorenzen, Bn., Banks, S., Ponder, Ma., Welsh, Da., Taylor, Cm.,2017, Changes İn The Gut Microbial. *J Nutr Biochem*, 94–102.

[38]. Gürsul, S., 2018, *Dondurularak Kurutulan Mikroen Kapsüle Ceviz Yağında.,* Yüksek Lisans, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[39]. Armstrong, W., 1999, *The Castor Bean.* Palomar, Https://Www2.Palomar.Edu/Users/Warmstrong/Plmar99.Htm, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[40]. Baytop, T., 1984, *Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi,.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

[41]. Demirel, E., 2007, *Hint Yağından Değerli Kimyasalların.* Yüksek Lisans, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[42]. *Hint Yağı Bitkisi,* Http://Www.Turkcewiki.Org/Wiki/Hint_Ya%C4%9f%C4%B1_Bitkisi, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[43]. Patel, V., Dumancas, G., Viswanath, L., Maples, R., Subong, J., 2016, Castor Oil: Properties, Uses, And Optimization Of Processing Parameters İn Commercial Production. *Lipid Insights,* 1-12.

[44]. Damirchi, S., Achachlouei, F., Alirezalu, K., Alirezalu, A., Emami, A., 2011, *Physiological And Medicinal Properties Of Castor Oil.* Recent Progress İn Medicinal Plants. 324,336.

[45]. *Zeytin* Http://Www.Turkcewiki.Org/Wiki/Zeytin, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[46]. Apohan, E., 2007, *Vinas Ve Zeytin Yağı Fabrikası Atık Suyunun Değerlendirilmesi Ve Biyolojik İyileştirilmesinde Beyaz Çürükçül Fungus Peletlerinin Kullanımı.* Yüksek Lisans İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[47]. Kristal Yağları , 2016, *Zeytinyagi-Uretimi*, Https://Www.Kristalyaglari.Com/Tr/Zeytinyagi-Hakkinda/Zeytinyagi-Uretimi , [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[48]. Kıralan, M., 2005, Sızma Zeytinyağının Fenolik Bilesiklerine Veoksidasyon Stabilitesine İsleme Asamalarının Etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 28-34.

[49]. Bayram, B., Özçelik, B., 2012, Zeytinyağının Biyoaktif Bilesenleri Ve Sağlık Üzerine Yararları. *İstanbul: Akademik Gıda® / Academic Food Journal*.,77-84

[50]. Bilgi 724, 2016, *Hindistan Cevizi Ağacı Nerede Yetişir? Özellikleri*., Http://Www.Bilgi724.Com/Hindistan-Cevizi-Agaci-Nerede-Yetisir-Ozellikleri, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[51]. *Hindistan Cevizi*, Http://Www.Turkcewiki.Org/Wiki/Hindistan_Cevizi, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[52]. Wikipedia, *Coconut Oil*, Http://Www.Wikizeroo.Net/İndex.Php?Q=Ahr0chm6ly9lbi53awtpcgvkaweub3jnl3dpa2kvq29jb251df9vaww, [Ziyaret Tarihi: 5 Kasım 2018].

[53]. Gıda Analizleri Ve Teknolojisi Laboratuvar Föyü, *Yağlarda Peroksit Sayısı (Ps) Tayini* Https://Gida.Erciyes.Edu.Tr/Upload/S91cbl7yaglarda-Peroksit-Sayisi-Tayini.Pdf, [Ziyaret Tarihi: 5 Mart 2019].

[54]. Kıvrak, M., 2016, *Zeytinyağı Kalite Kontrol Kriterleri.* Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksekokulu.

[55]. Mici, D. M , Ostoji, S.B., Mladen, B., Simonovi, C., Krsti, G., Pezo, K.L., Simonovi, B., 2015, Kinetics Of Blackberry And Raspberry Seed Oils Oxidation By Dsc. *Thermochimica Acta*, 39-44.

[56]. Akahira, T., Sunose, T., 1971, Method Of Determining Activation Deterioration Constant Of Electrical İnsulating Materials. *Res. Rep. Chiba Inst. Technol.*, 22-31.

[57]. Gharby, S., Harhar, H., Boulbaroud, S., Bouzoubaâ, Z., Madani N., Chafchaouni I., Charrouf Z., 2014, The Stability Of Vegetable Oils (Sunflower, Rapeseed And Palm) Sold On The Moroccan Market At High Temperature. *International Journal Of Chemical And Biochemical Sciences* , 47-54.

[58]. Tompkins, C., Perkin E., 1999,The evaluation of frying Oils with the p-anisidine value, *Journal of the American Oil Chemists' Society vol 76* ,945-947.

[59]. Wahyudi, I. , Wardana, I.N.G., Widodo, A., Wijayanti, W., 2018, Improving Vegetable Oil Properties By Transforming Fatty Acid Chain Length İn Jatropha Oil And Coconut Oil Blends. *Energies*, 1-12.

[60]. Enjarlis, E., Handayani, S., Anwar, Y., 2016, Synthesis And Characterization Of Cocozone Oil As Skin Care Ingredient. *International Journal Of Engineering & Technol*, 146-149.

[61]. Kumar Pal, A, Katiyar, V., 2016, Theoretical and analyzed data related to thermal degradation kinetics of poly (L-lactic acid)/chitosan-grafted-oligo L-lactic acid (PLA/CH-*g*-OLLA) bionanocomposite films, *Elsevier Data in Brief v 10* ; 304-311

[62]. Uzun, H., Ibanoglu, E., 2017, Oxidation Kinetics Of Hazelnut Oil Treated With Ozone. *Grasas Y Aceıtes 68 (4)*, 1-14.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Çağlar KULU
Doğum Yeri	Kocaeli
Doğum Tarihi	18.01.1979
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	0 532 641 03 14
E-Posta Adresi	caglarkulu@hotmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Yıldız Teknik Üniversitesi
Fakülte	Fen- edebiyat
Bölümü	Kimya
Mezuniyet Yılı	04.08.2004

Yüksek Lisans	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Programı	

Makale ve Bildiriler