

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAVURMA İŞLEMİNİN KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ  
OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Deniz KÖÇEROĞLU  
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI

VAN-2018

T.C.  
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAVURMA İŞLEMİNİN KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ  
OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Deniz KÖÇEROĞLU

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FYL-2017-6644** No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2018

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI danışmanlığında, Deniz KÖÇEROĞLU tarafından sunulan “**KAVURMA İŞLEMİNİN KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 04/05/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Şamil ARGUN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Deniz KÖÇEROĞLU



## ÖZET

### KAVURMA İŞLEMİNİN KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ OKSİDASYONU ÜZERİNE ETKİSİ

KÖÇEROĞLU, Deniz

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI

Mayıs 2018, 37 sayfa

Bu çalışmada Mardin, Diyarbakır ve Batman illerinden temin edilen ve çerezlik olarak tüketilen karpuz çekirdeklerinin bazı kimyasal bileşenleri belirlenmiştir. Ayrıca Diyarbakır ve Batman illerinden temin edilen karpuz çekirdekleri 140, 160 ve 180°C'de 60 dakika boyunca kavrulmuş ve kavurma işleminin karpuz çekirdeği yağının oksidatif stabilitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Karpuz çekirdeklerinin kuru madde, kül, yağ, protein, toplam tokoferol ve toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla %95.39-95.58, %3.10-3.38, %51.65-52.75, %32.76-34.87, 360.12-393.16 mg/kg ve 427.75-478.80 mg GAE/kg yağsız kısım aralıklarında değiştiği tespit edilmiştir. Karpuz tohumların yağ asidi bileşimi incelendiğinde ise elzem yağ asidi olan linoleik asit açısından (%59.89-60.74) önemli bir kaynak olduğu ve oleik asidi de (%19.75-20.48) yüksek miktarda içerdiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada karpuz çekirdeklerinin yağ asidi bileşiminin kavurma işleminden etkilenmediği saptanmıştır. Örneklerin peroksit değeri, Batman ve Diyarbakır illerinde sırasıyla 1.57 - 3.0 meq O<sub>2</sub>/kg yağ ve 1.54-3.23 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak dar bir aralıkta değişmiştir. Buna karşın kavurma sıcaklığının, örneklerin peroksit değeri üzerindeki etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). K<sub>232</sub> değerleri Batman ilinden temin edilen örneklerde kavurma süresince 2.54 ile 4.01 arasında değişirken, Diyarbakır ilinden temin edilen örneklerde 3.19 ile 4.36 arasında değişmiştir. Diyarbakır ilinden temin edilen örneklerin K<sub>232</sub> değerleri hariç, 180°C'de kavrulmuş örneklerin K<sub>232</sub> ve K<sub>270</sub> değerleri 140 ve 160°C'de kavrulmuş olanlardan istatistik olarak farklı bulunmuştur (p<0.05). Çalışma sonucunda karpuz çekirdeklerinin elzem yağ asidi olan linoleik asidi önemli miktarlarda içerdiği ve kavurma işleminin yağ oksidasyon parametrelerinde düşük düzeylerde değişimlere neden olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Karpuz çekirdeği, Kimyasal bileşim, Kavurma, Oksidasyon



## ABSTRACT

### THE EFFECT OF ROASTING PROCESS ON THE OXIDATION OF WATERMELON OIL

KOCEROGLU, Deniz

MSc., Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Emre BAKKALBASI

May 2018, 37 pages.

In this study, some chemical compounds of watermelon seeds, consumed as a snack, supplied from Mardin, Diyarbakır and Batman were determined. In addition, the effects of different roasting temperatures (140, 160 and 180°C) during 60 min on the oxidative stability of watermelon oil were investigated in watermelon seeds obtained from Diyarbakır and Batman. It was determined that the content of dry matter, ash, oil, protein, total tocopherol and total phenolics of watermelon seeds varied between 95.39 and 95.58%, 3.10 and 3.38%, 51.65 and 52.75%, 32.76 and 34.87%, 360.12 and 393.16 mg/kg, 427.75 and 478.80 mg GAeq./kg oil-free, respectively. The fatty acid composition of watermelon seeds showed that, it is an important source of linoleic acid (59.89-60.74%) which is an essential fatty acid and contains a high amount of oleic acid (19.75-20.48%). It was concluded that the roasting process did not affect the fatty acid composition of watermelon seeds. The peroxide values slightly changed in the samples of Batman and Diyarbakır varied between 1.57-3.0 meq O<sub>2</sub>/kg oil and 1.54-3.23 meq O<sub>2</sub>/kg oil, respectively. On the contrary, the effect of roasting temperature on the peroxide values of the samples was found statistically significant ( $p < 0.05$ ). The values of K<sub>232</sub> ranged from 2.54 to 4.01 during roasting in the samples obtained from Batman and ranged from 3.19 to 4.36 in samples provided from Diyarbakır. The K<sub>232</sub> and K<sub>270</sub> values of the samples roasted at 180 ° C were statistically different from those roasted at 140°C and 160°C, except for K<sub>232</sub> values of the samples obtained from Diyarbakır ( $p < 0.05$ ). As a result of the study, it was determined that watermelon seeds contained significant amounts of linoleic acid, the essential fatty acid, and that the roasting process causes small changes in the oil oxidation parameters.

**Keywords:** Watermelon seed, Chemical composition, Roasting, Oxidation





## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimimin her aşamasında katkılarını aldığım tez danışmanım sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI'na ve tezimin laboratuvar çalışmalarında yanımda olma nezaketini gösteren, çalışmalarda yoğun emeği geçen Araş. Gör. Tahir YÜCEL'e teşekkür ediyorum. Yüksek lisans öğrenimimin her aşamasında yer alarak, tezin doğru yönde ilerlemesi için büyük katkılarını aldığım sayın hocam Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Tezimle aynı adı taşıyan FYL-2017-6644 sayılı projeme maddi destek sağlayan Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen Sevgili eşim Ruşen, sevgili kızlarım Şevin, Narin ve Ezgi Sarya'a teşekkürü bir borç bilirim.

Deniz KÖÇEROĞLU  
2018



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. Karpuz çekirdeklerinin kavrulması .....	11
3.2.2. Toplam kuru madde.....	12
3.2.3. Kül tayini .....	12
3.2.4. Protein.....	12
3.2.5. Toplam yağ.....	13
3.2.6. Yağ asidi dağılımı.....	13
3.2.7. Tokoferoller .....	14
3.2.8. Toplam fenolik madde.....	14
3.2.9. DPPH serbest radikal giderme aktivitesi .....	15
3.2.10. Peroksit sayısı .....	15
3.2.11. Konjuge dien ve trien tayini .....	16
3.2.12. Hekzanal .....	16

	<b>Sayfa</b>
3.2.13. İstatistiksel analiz .....	17
4. BULGULAR .....	19
4.1. Farklı İllere Ait Karpuz Çekirdeklerinin Bazı Kimyasal Bileşim Öğeleri .....	19
4.2. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Yağ Asidi Bileşimi Üzerine Etkisi .....	19
4.3. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Peroksit Sayısı Üzerine Etkisi .....	21
4.4. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Konjuge Dien ve Trien Değeri Üzerine Etkisi.....	23
4.5. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Hekzanal İçeriği Üzerine Etkisi .....	26
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	27
KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ.....	37

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Ham ve Rafine Karpuz Çekirdeği yağına ait doymamış yağ asidi bileşimi..5	
Çizelge 2.2. Ham Karpuz Çekirdeği Yağının Yağ Asidi Kompozisyonu .....7	
Çizelge 2.3. Karpuz çekirdeği yağının yağ asidi kompozisyonu .....8	
Çizelge 2.4. Dört çeşit karpuz çekirdeği Yağının Oksidasyon Parametreleri .....9	
Çizelge 3.1. Yağ asitleri analizi için kullanılacak çalışma koşulları .....14	
Çizelge 3.2. Tokoferol analizi için HPLC çalışma koşulları .....14	
Çizelge 3.3. Kullanılan gaz kromatografisi cihazının Hegzanal tayini için çalışma koşulları .....17	
Çizelge 4.1. Üç farklı ilden temin edilen karpuz çekirdeklerinin bazı kimyasal özellikleri .....19	
Çizelge 4.2. Batman ilinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç ve farklı sıcaklıklarda kavurma sonrası yağ asidi bileşimleri .....20	
Çizelge 4.3. Diyarbakır ilinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç ve farklı sıcaklıklarda kavurma sonrası yağ asidi bileşimleri .....20	
Çizelge 4.4. Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen ortalama peroksit sayısı .....21	
Çizelge 4.5. Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen ortalama konjuge dien ve trien değerleri .....26	



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çekirdek içi örneklerinden yağ elde etmek için uygulanan soğuk ekstraksiyon işlemi .....	13
Şekil 4.1. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin peroksit sayısı üzerine etkisi.....	22
Şekil 4.2. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakır iline ait karpuz çekirdeklerinin peroksit sayısı üzerine etkisi.....	22
Şekil 4.3. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge dien değeri üzerine etkisi.....	23
Şekil 4.4. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakır iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge dien değeri üzerine etkisi.....	24
Şekil 4.5. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge trien değeri üzerine etkisi .....	25
Şekil 4.6. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakır iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge trien değeri üzerine etkisi .....	25





## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
dk	Dakika
kg	Kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
ppm	Milyonda bir kısım
IU	İnternasyonal ünite
He	Helyum

### Kısaltmalar

GC	Gaz kromatografisi
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
SPME	Katı faz mikro ekstraksiyon
YA	Yağ asidi
BHA	Bütilhidroksianisol
BHT	Bütilhidroksitoluen
GAE	Gallik asit eşdeğeri



## 1.GİRİŞ

Türkçede “meyve”nin karşılığı “yemiş”tir. Kurutularak tüketime sunulan meyveler ise kuruyemiş adı ile anılır. Kuruyemişler, meyvenin kurutulması veya kavrulmasıyla elde edilir. Türkiye kuruyemiş üretimi ve tüketimi açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasındadır (Garipoğlu, 2006). Ülkemizde ayçiçeği çekirdeği, leblebi, yer fıstığı, fındık, Antep fıstığı ve kabak çekirdeği en çok talep gören kuruyemişler arasında yer almaktadır. Bunların içerisinde en çok ayçiçeği çekirdeği tüketilmektedir. Bu ürünlerin dışında birçok ürün kuruyemiş olarak kullanılmaktadır. Bunlardan biri de karpuz çekirdeğidir. Karpuz çekirdeği Türkiye'nin güneydoğu bölgesinde eskiden beri çerez olarak tüketilen geleneksel bir üründür (Gökseven, 2013). Özellikle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de insan sağlığı açısından büyük öneme sahip meyvelere ve bu meyvelerden elde edilen ürünlere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Scheerens, 2001). Bu kapsamda sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu düşünülen karpuz çekirdeğine olan ilgi de artmış ve bu ürün ülke genelinde satılmaya başlamıştır.

Karpuzun anavatanının Güney Afrika olduğu düşünülmektedir ve 4000 yıldan uzun bir süredir Afrika'da yetiştirilmektedir (Wehner, 2008). Karpuz (*Citrullus lanatus*) kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasında yer alan ve dünyanın özellikle sıcak ve ılıman bölgelerinde yetişen tek yıllık bir sebzedir (Achu ve ark., 2005). Dünyada domatesten sonra en çok üretilen sebzedir. 2012 yılında 3.6 milyon hektar alandan 105.4 milyon ton karpuz elde edilmiştir. Dünyada sırasıyla; Çin 70 milyon ton, Türkiye 4 milyon ton, İran 3.8 milyon ton, Brezilya 2.0 milyon ton ve Mısır 1.9 milyon ton ile önemli üretici ülkelerdir. Çin dünya rekoltesinin %66'sını üretirken, ikinci sıradaki Türkiye'nin payı %3.8 düzeyindedir (Anonim, 2015).

Karpuz dünyada neredeyse tamamen taze meyve olarak tüketilirken aynı zamanda meyve suları, jöleler, reçeller, soslar ve salatalarda da kullanılır. Bazı ülkelerde kabuğu turşu ve reçel yapımında kullanılır. Çin ve çeşitli Asya ve Ortadoğu ülkeleri çekirdeklerini tüketmekte olup, Hindistan’da karpuz tohumu unu ekmeke yapımında kullanılmaktadır. Güney Rusya’da karpuz suyu kullanılarak bir tür bira üretilmektedir (Dias ve Rezende, 2010). Karpuz meyvesi %93 su, az miktarda protein,

yağ, mineraller ve vitaminler içerir. Meyvenin en önemli besleyici bileşenleri karbonhidratlar (6.4 g/100g), vitamin A (590 IU) ve likopendir (4.100 µg/100g) (Wehner, 1999). Üre döngüsü için gerekli olan ve vücutta arginin amino asidine dönüştürülen sitrulin karpuzda yüksek miktarda bulunmaktadır (Collins ve ark., 2007).

Karpuz çekirdekleri de insan beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Ülkemizde karpuz çekirdeği tüketimi yaygın olmasa da, bazı ülkelerde karpuz çekirdeği önemli bir besin ögesi olarak kabul edilir. Ortadoğu, Arap ve Asya bölgelerinde tuzlama ve kavurma sonrası atıştırılabilir olarak insan tüketimi için kullanılmaktadır. Tohumları protein ve yağ açısından zengin bir kaynak olup %25.2-37.0 protein ve %37.8-45.4 yağ içerir (Ziyada ve Elhussien, 2008). Tohumlar yüksek protein ve yağ içeriği nedeniyle bebek formülasyonlarının geliştirilmesinde kullanım alanı bulmaktadır (Nwanko ve ark., 2014). Karpuz çekirdekleri, lizin ve kükürt içeren amino asitlerle birlikte yüksek düzeyde arjinin, izolösin, lösin ve fenilalanin gibi elzem amino asitleri yanı sıra glutamik asit ve aspartik asit de içerir (Achu ve ark., 2013). Karpuz tohumu çeşitli miktarlarda karbonhidrat, fenol, flavonoidler, protein, lif, fosfor ve demir içermektedir (Varghese ve ark., 2013). Ayrıca karpuz çekirdeklerinde bulunan “cucurbocitrin” adlı madde kan basıncını düşürmeye yardımcı olurken, böbrek fonksiyonlarının düzenlenmesini sağlar ve idrar söktürücü etkiye sahip doğal bir antioksidan bileşendir. Karpuz çekirdeği antioksidan özelliğiyle çeşitli kanser türlerine karşı da etkili olan β-karoten ve bol miktarda diğer vitaminleri içerir (Oseni ve Okoye, 2013).

Karpuz çekirdekleri günümüzde Hindistan ve bazı Afrika ülkelerinde yağ üretimi (Wani ve ark., 2017), bazı Afrika ve Orta Doğu Amerika ülkelerinde kızartılarak ve pişirilerek kullanılmaktadır (Akoh ve Nwosu, 1992). Özellikle Afrika'da karpuz çekirdekleri, içerdikleri besleyici yağ nedeniyle çok değerlidir. Geleneksel olarak, çekirdekler kabuğundan çıkarılır ve daha sonra güneş altında kurumaya bırakılır. Kurutulduktan sonra çekirdekler yağları ekstrakte etmek için preslenir (Li ve Ma, 2006). Yüksek yağ oranına sahip olması, karpuz çekirdeği yağının bitkisel yağ olarak değerlendirmeye yönelik çalışmaları arttırmıştır (Anhwange ve ark., 2010). Karpuz tohumu yağı, özellikle linoleik (~%64.5) ve oleik asitlere sahip yüksek miktarda doymamış yağ asitleri içerir (Wang ve ark., 2010). Karpuz çekirdeği yağı içerisindeki doymamış yağ asitleri, insan kan akışına yararlı olan HDL kolesterolünü arttırdığı, buna karşın kötü kolesterol olan LDL'yi azalttığı bilinmektedir (Njuguna ve ark., 2014).

Ayrıca karpuz çekirdeği yağı çok iyi emilim seviyesine sahip olup, cilde kolayca nüfuz eder ve sebum birikimini azaltır (Hopkins, 2007).

Karpuz çekirdeği ülkemizde özellikle kış aylarında Güneydoğu Anadolu bölgesinde en yaygın tüketilen çerezlerden biridir. Son yıllarda ülke genelinde satış noktalarında da görölmektedir. Çerezlik amacıyla tüketilen iri karpuz çekirdekleri genellikle haşlanması veya odun ateşinde kavrulmasıyla çerez olarak üretilmektedir. Kavurma yüksek sıcaklıkta yapılan bir uygulama olup genellikle ürünlere istenen renk, tat ve aromayı kazandırmak için yapılmaktadır. Ancak uygulanan yüksek sıcaklığın birçok kimyasal değişime neden olduğu da bilinmektedir. Yapılan kaynak taraması sonucunda kavurmanın karpuz çekirdeklerinin kimyasal bileşimi üzerine özellikle yağ ve oksidasyonu üzerine etkisini gösteren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada Diyarbakır, Mardin ve Batman illerinde çekirdeği için üretilen karpuz örneklerinden elde edilen çekirdeklerin bazı kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi ile farklı sıcaklık derecesinde (140, 160 ve 180) ve farklı sürelerde (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 ve 60 dakika) yapılan kavurma işleminin karpuz çekirdeği yağında meydana getirdiği değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Kırmızıbiber, kabak çekirdeği ve karpuz tohumlarının toplam yağ, yağ asidi, protein ve mineral madde miktarının incelendiği bir çalışmada, araştırmacılar toplam yağ miktarının kırmızıbiberde %23.43, karpuz tohumunda %35.66 ve kabak çekirdeğinde %36.47 oranında; protein içeriğinin kırmızıbiberde %26.61, karpuz tohumunda %50.10 ve kabak çekirdeğinde %51.01 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca karşılaştırılan çekirdeklerin hepsinde doymamış yağ asitlerinin (linoleik ve oleik asit) doymuşlara oranla daha yüksek oranda bulunduğu, bu tohumlardan elde edilen unların önemli miktarda P, K, Mg, Mn ve Ca içerdiği tespit edilmiştir (El-Adawy ve Taha, 2001). *Citrullus Vulgaris* çeşidinin çekirdek yağının mineral madde (Fe, Ca, K, Na, Mg) içeriğini sırasıyla 2.10, 1.40, 3.80, 4.80 ve 5.75 ppm olarak saptanmıştır (Garba ve ark., 2014).

Ham ve rafine karpuz çekirdeğinin doymamış yağ asidi bileşimleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Güneş ve Aşkın, 2016).

Çizelge 2.1. Ham ve Rafine Karpuz Çekirdeği yağına ait doymamış yağ asidi bileşimi (Güneş ve Aşkın, 2016)

Yağ Asidi	Ham Yağ (%)	Rafine Yağ (%)
C:18:3	0,12	0,12
C:18:2	64,45	65,14
C:18:1	14,85	15,41

Nijerya'da yetişen Cucurbitaceae familyasına ait bazı sebze türlerinin (*Citrullus vulgaris L.*, *Citrullus lanatus L.*, *Cucumeropsis manii L.* ve *Lagenaria siceraria L.*) tohumlarında protein ve yağ miktarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, kavurulmuş ve kavurulmamış tohumlarda, protein miktarı bakımından önemli bir farkın olmadığı, bütün türlerde yağ içeriğinin kavurma ile birlikte %3-7 arasında arttığı belirtilmiştir (Badifu, 2001).

Yine Nijerya'da Ifesan ve Ebosele (2017) tarafından karpuz çekirdeğinin; tüm çekirdek, çekirdek içi ve çekirdek kabuğunun fiziko-kimyasal özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca çekirdek içi un haline getirilerek kurabiyelerde yağ ikame maddesi olarak kullanımı incelenmiştir. Çekirdek içinin nem içeriği (%7.17) önemli ölçüde bütün

çekirdek unu (%3.66) ve kabuk unundan (%3.45) yüksek bulunmuştur. Yine aynı şekilde protein ve yağ asidi içeriği en yüksek çekirdek içinde (%25.5-48.06) gözlemlenmiş olup onu tüm çekirdek unu (%21.62-31.27) ve çekirdek kabuğu unu (%5.78-6.24) takip etmektedir. Ham lif oranları karşılaştırıldığında tüm çekirdek (%21.7) en yüksek ham life sahipken onu çekirdek içi (%12.57) ve çekirdek kabuğu (%7.54) izlemektedir (Ifesan ve Ebosele, 2017). Gıda formülasyonlarında ham lif kaynağı olarak bütün çekirdeğin kullanılması önerilmektedir. 100 g karpuz çekirdeğinde 557 kalori, 47 g yağ, 99 mg sodyum, 15 g toplam karbonhidrat ve 28 g protein bulunur (Anonim, 2011). 100 g kabak çekirdeği ve ayçekirdeği sırasıyla 574 ve 582 kalori içerirken, karpuz çekirdeğinin diğer çekirdeklerden daha düşük düzeyde kaloriye sahip olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2010).

Karpuz çekirdeği yağından biyodizel üretmek için yapılan bir çalışmada, Mardin ili kırsalında yetiştirilen ve çerez olarak tüketilen karpuz (*Citrullus Vulgaris*) çekirdekleri biyoyakıt kaynağı olarak incelenmiştir. Ekstraksiyon öncesinde; kırılmış karpuz tohumları 6 saat boyunca 100°C üzerindeki bir fırında kurutulmuştur. Karpuz çekirdeği fırında kurutulmadan önce ve kurutma işleminden sonra tartılarak içindeki nem miktarı belirlenmiştir. Yapılan bu işlem sonunda karpuz tohumlarının %11 nem içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Abdulvahitoğlu ve Tüccar, 2017).

Karpuz meyvesi ve karpuz çekirdeğinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan çalışmada DPPH kullanılarak ekstraktların ve BHA, BHT ve  $\alpha$ -tokoferol gibi standart antioksidanların antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Ekstraktların ve standartların DPPH radikalini sönmüleyici etkisi en yüksek derişimlerde,  $\alpha$ -tokoferol> BHA = karpuz-etanol> karpuz tohumu-etanol> karpuz-aseton> BHT> karpuz tohumu-su> karpuz çekirdekleri sırası açısından azalmıştır (Akbaş ve ark., 2017).

de Conto ve ark. (2011), karpuz çekirdeği yağının mekanik proses ve kimyasal prosesle (Hekzan çözücüsü ile) elde edilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, karpuz çekirdeği yağının fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Kullanılan karpuz çekirdeği yağına ait yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2.2'te verilmiştir. Bu çalışmaya göre karpuz çekirdeği yağının başlıca yağ asitleri palmitik, oleik ve linoleik asit olup toplam doymamış yağ asitleri %82.11 bulunmuştur, El-Adawy ve Taha (2001) ise yaptıkları çalışmada karpuz çekirdeği yağında linoleik, oleik, palmitik ve toplam



doymamış yağ asidi içeriklerini sırasıyla %59.61, %18.07, %11.3 ve %78.36 olarak bulmuşlardır. Birçok araştırmacının *Citrullus Lanatus* çeşidinin çekirdek yağı üzerine çalışmasına rağmen *Citrullus Vulgaris* çeşidi üzerinde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Garba ve ark. (2014)'nın *Citrullus Vulgaris* çeşidinin çekirdek yağının yağ asidi bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada, dört yağ asidinin ön plana çıktığını, linoleik asit (%76.24) ve palmitik asitin (%14.42) baskın iken, stearik asit (%9.01) ve oleik asit (%0.33) oranının düşük olduğunu bulmuşlardır.

Çizelge 2.2. Ham Karpuz Çekirdeği Yağının Yağ Asidi Kompozisyonu (de Conto ve ark., 2011)

Yağ Asitleri	%
Palmitik asit (C 16:0)	10.06
Stearik asit (C 18:0)	7.31
Oleik asit (C 18:1)	16.08
Linoleik asit (C18:2)	65.61
Toplam doymuş YA	17.90
Tekli doymamış YA	16.31
Çoklu doymamış YA	65.79
Toplam doymamış YA	82.11

Baboli ve Kordi (2010), karpuz çekirdeğine ait yağ asidi bileşimini dünyada ticari olarak en yaygın kullanılan yağlardan olan ayçiçeği yağı ve soya fasülyesi yağıyla kıyaslamışlardır. Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi karpuz çekirdeği yağı ile soya fasulyesi yağı arasında çok belirgin bir benzerlik olduğu bildirilmiştir. Karpuz tohumu yağındaki palmitik ve stearik asit oranı ticari yağlardan (ayçiçeği ve soya fasülyesi) daha yüksek olduğu için karpuz tohumu yağındaki toplam doymuş yağ asidi oranı (%18.4) ticari yağlardakinden (%11.5 ve %15.0) daha yüksek bulunmuştur. Karpuz tohumu yağının doymamış yağ asidi bileşimi de soya fasulyesi ve ayçiçeği yağlarına benzer olup üç yağda da en fazla bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğu ve ardından oleik asidin geldiği saptanmıştır. Ayrıca karpuz çekirdeği yağının oleik asit içeriği diğer iki yağdan daha düşük bulunurken,  $\alpha$ -linolenik asidin karpuz çekirdeğinde bulunmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 2.3. Karpuz çekirdeği yağının yağ asidi bileşimi (%) (Baboli ve Kordi, 2010)

Yağ Asitleri %	Karpuz Çekirdeği Yağı	Ayçekirdeği Yağı	Soya Fasülyesi Yağı
Palmitik asit (C 16:0)	11.4	6.8	11.0
Stearik asit (C 18:0)	7.0	4.7	4.0
Oleik asit (C 18:1)	13.3	18.6	23.4
Linoleik asit (C18:2)	68.3	68.0	53.2
Toplam doymuş YA	18.4	11.5	15.0
Toplam doymamış YA	81.6	88.6	84.4

Peroksit sayısı birincil oksidasyon seviyesinin göstergesi olup yağın yağ asidi bileşimi, zaman ve depolanma koşulları gibi faktörlerden etkilenir (Lawson, 1995). de Conto ve ark. (2011), karpuz çekirdeği yağının fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için çekirdek yağının mekanik proses ve kimyasal prosesle elde edilmesi üzerine yaptıkları çalışmada solvent ekstraksiyonu (Hekzan) ile elde edilen yağların peroksit sayısının 9.29 meq O<sub>2</sub>/kg ve mekanik ekstraksiyon sonucunda elde edilen yağların peroksit sayısının 0.27 meq O<sub>2</sub>/kg olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen yağların Brezilya mevzuatı ve Codex Alimentarius tarafından saptanan limitler içinde FAO/OMS (ençok 10 meq O<sub>2</sub>/kg) olduğu değerlendirilmesini yapmışlardır. Bununla birlikte mekanik ekstraksiyon yönteminde karpuz çekirdeği yağının daha düşük sıcaklıkta işlendiği için doğal antioksidan değerinin daha iyi korunmuş olduğu belirlenmiştir.

Lipid oksidasyonu gıdaların kalite ve tat-koku bozulmasının başlıca nedeni olarak görülmektedir. Lipid oksidasyonu öncelikle yağ asitlerinin doymamışlık düzeylerine bağlıdır, ancak gıdada bulunan diğer bileşenler ve saklama koşulları da oksidasyon tepkimeleri üzerine etkilidir (Shahidi, 1998). Raziq ve ark. (2012), dört farklı karpuz çekirdeği çeşidinde çekirdek yağının karakteristik özelliklerini belirledikleri çalışmada bazı oksidasyon parametrelerini de belirlemişlerdir (Çizelge 2.4). Karpuz çekirdeği yağlarının peroksit sayısı 2.90-5.06 meq O<sub>2</sub>/kg aralığında olup en düşük değer Sugar baby çeşidinde görülürken, en yüksek değer Q-F-12 adlı çeşitte bulunmuştur. Karpuz çekirdeği yağlarının konjuge dien ve trien içeriklerinin ise sırasıyla 2.90-4.40 ve 2.05-3.09 aralıklarında değiştiğini ve çeşitler arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2.4. Dört çeşit karpuz çekirdeği Yağının Oksidasyon Parametreleri (Raziq ve ark., 2012)

Parametreler	Sugar Baby	Q-F-12	D-W-H-21	Red-Circle 1885
Konjuge dien (K <sub>232</sub> )	3.66 <sup>bc</sup>	3.94 <sup>c</sup>	4.40 <sup>d</sup>	2.90 <sup>a</sup>
Konjuge trien (K <sub>270</sub> )	3.09 <sup>c</sup>	2.15 <sup>ab</sup>	2.75 <sup>bc</sup>	2.05 <sup>a</sup>
Peroksit sayısı (meq O <sub>2</sub> /kg)	2.90 <sup>a</sup>	5.06 <sup>d</sup>	3.30 <sup>b</sup>	4.62 <sup>c</sup>
P-Anisidin	5.60 <sup>a</sup>	6.23 <sup>ab</sup>	7.70 <sup>d</sup>	6.35 <sup>c</sup>

Aynı satır içindeki farklı üst simge harfleri, test edilen çeşitler arasında önemli farklılıkları (p <0,05) göstermektedir.

Garba ve ark. (2014), *Citrullus Vulgaris* çeşidinin çekirdek yağının kimyasal özellikleri ve yağ asidi bileşimi üzerine yaptığı çalışmada yağın peroksit sayısı 10 meq/g yağ bulunmuştur. Taze yağların peroksit sayıları 10 meq/g yağ'dan azken 20 ve 40 meq/g yağ arasındaki sayıların ransit tatla sonuçlandığını ve peroksit sayısının düşük olmasının yağın stabil olduğunun göstergesi olduğunu bildirmişlerdir.

Kavurma işlemi, yağ içeren meyve ve tohumlara farklı amaçlarla uygulanmaktadır. Kavurma ile tohum ve meyvedeki proteinlerin denatüre olup yağ damlacıklarının birleşip toplanması ve bitkisel dokudaki yağın daha etkin ve kolay bir biçimde alınması sağlanır. Ayrıca tohumun katı yüzeyine yağın ilgisini azaltarak yağ veriminin artırılmasına katkı sağlar (Nas ve ark., 2001). Bunların dışında kavurma işlemi; hem arzu edilen aroma maddelerinin oluşumuna, hem de su aktivitesini düşürerek raf ömrünün uzatılmasına katkıda bulunmaktadır. Kavurma işlemi sert kabuklu meyvelerde ve yağlı tohumlarda doğal olarak bulunan ve yağ bozulmasına karşı koruyucu etki gösteren antioksidan yapısındaki tokoferoller ve polifenoller gibi fitokimyasalların yapılarında bazı değişikliklere de neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda tokoferollerin genellikle kavurma sırasında parçalandığı, bazı polifenollerin ise kavurma işlemiyle arttığı bildirilmiştir (Cammerer ve ark., 2009).

Murkovic ve ark. (2004), kavurmanın kabak çekirdeği yağına etkisini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada kavurulan kabak çekirdeklerinin yağ asidi bileşiminin ve besinsel bileşenlerin içeriğinin değiştiğini bildirmişlerdir. Palmitik, stearik ve oleik asitlerin miktarının kavurmayla değişmediğini fakat oksidasyona duyarlı linoleik asit miktarının %54.6'dan %54.2'ye gerilediği saptanmıştır. Taze kurutulmuş kabak çekirdeğinde  $\alpha$ - ve  $\gamma$ -tokoferol derişiminin sırasıyla 37.5 ve 383 mg/g olduğu tokotrienol derişiminin ise tokoferol derişiminin yaklaşık olarak 1/3'ü kadar olduğu

bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca toplam E vitamini içeriğinin kavurma işleminin başında bir miktar azaldığını fakat kavurmanın ilerleyen dakikalarında hücre membranlarının parçalanması ile serbest hale gelen yağların ilavesi ile azalan miktarın tekrar eski seviyesine ulaştığını, dolayısıyla E vitamini derişiminin kavurma işleminden etkilenmediğini tespit etmişlerdir. E vitaminin  $\alpha$ - izomerlerinin ise belirgin bir şekilde arttığını ortaya koymuşlardır. Başlangıçta 1710 mg/g seviyesinde bulunan toplam sterol miktarının ise 1930 mg/g'a yükseldiği bildirilmiştir.

Ziegler ve ark. (2017), dört farklı renkte tohum kabuğuna (çizgili, gül, kırmızı ve siyah) sahip olan yer fıstıklarının fırında kavurma ve mikrodalga işlemi sonrasında duysal ve kimyasal özelliklerindeki değişimler üzerine yaptıkları çalışmada, siyah kabuklu tanelerde konjuge dien içeriği en yüksek değere ulaşırken (2.57) onu sırasıyla kırmızı kabuklular (2.57), gül rengi kabuklular (1.78) ve çizgili kabuklular (1.61) izlemiştir. Çizgili ve siyah tanelerde, lipit oksidasyonunun başlıca ürünleri olan konjuge dien ( $K_{232}$ ) içeriği mikrodalga işleminden sonra sırasıyla %26.7 ve %17.3 oranında artarken fırında kavurma işleminden sonra değişmeden kalmıştır. Gül rengi kabuklularda konjuge dien ( $K_{232}$ ) mikrodalga işleminde %12.3 ve fırında kavurmada %25.8 artarken, kırmızı kabuklu yer fıstıklarında konjuge dien mikrodalga işleminde %6.6 azalmış ve fırında kavurma işleminden sonra ise değişmemiştir. Kavurmadan önce en yüksek konjuge trien ( $K_{270}$ ) değeri siyah kabukta (0.33) tespit edilirken onu sırasıyla çizgili kabuk (0.24), gül (0.16) ve kırmızı kabuk (0.18) takip etmiştir. En büyük artışlar fırında kavrulmuş gül (%200) ve kırmızı (%88.9) kabuk rengine sahip taneler arasında gözlemlenirken bunları mikrodalgada kızartılmış gül (%87.5) ve kırmızı kabuklular (%77.8) izlemiştir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmada Güneydoğu Anadolu bölgesinden Mardin, Batman ve Diyarbakır illerindeki üreticilerden temin edilen karpuz çekirdekleri üzerinde çalışılmıştır. 2016 yılında hasat edilip güneşte kurutulan karpuz çekirdeği örnekleri laboratuvara getirilmiş ve analiz edilinceye kadar  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmişlerdir. Çalışmada kullanılan bütün kimyasallar analitik saflıkta olup Merck (Whitehouse Station, NJ, USA) ve Sigma (Saint Louis, MO, USA) isimli firmalardan temin edilmiştir.

#### **3.2. Yöntem**

Bu çalışmada 3 farklı ilden temin edilen karpuz çekirdeği içlerinin kuru madde, kül, protein, toplam yağ, yağ asidi bileşimi, peroksit, konjuge dien, konjuge trien, tokoferol, toplam fenolik madde içeriği ve DPPH radikal sönmleme aktiviteleri saptanmıştır. Ayrıca Diyarbakır ve Batman illerinden temin edilen karpuz çekirdekleri 3 farklı sıcaklıkta ( $140$ ,  $160$  ve  $180^{\circ}\text{C}$ ) kavurulmuş ve yapılan kavurma işlemi karpuz çekirdeklerinin yağ asidi, peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve hekzanal içerikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

##### **3.2.1. Karpuz çekirdeklerinin kavurulması**

Bu amaç için yaklaşık  $600$  g karpuz çekirdeği ince bir tabaka halinde etüv tepsisine yayılmış ve  $60$  dakika süresince  $140$ ,  $160$  ve  $180^{\circ}\text{C}$ 'de kavurma işlemine tabi tutulmuştur. Kavurma süresince her  $5$  dakikada bir örnek alınmış ve alınan bu örneklerden elde edilen yağlarda peroksit sayısı, konjuge dien, konjuge trien ve hekzanal analizleri yapılmıştır. Ayrıca başlangıç ve kavurma işlemi sonundaki örneklerin yağ asidi dağılımları da belirlenmiştir.

### 3.2.2. Toplam kuru madde

Karpuz çekirdeğinin içi çıkarılıp örnekler öğütüldükten sonra darası alınmış kurutma kaplarına 5 g tartılmıştır. Kaplar sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde (Mikrotest MKD420, Ankara, Türkiye) 105°C’de tutulmuş ve süre sonunda tartılarak sonuçlar yüzde kuru madde miktarı olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

### 3.2.3. Kül tayini

Kül tayini için darası alınmış krozelere yaklaşık 4 g örnek tartılmıştır. Örnekler kül fırınında 525±25°C’de siyah bölge kalmayınca kadar yakılmıştır. Desikatörde soğutulan krozeler tartılarak % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

### 3.2.4. Protein

Homojenize edilmiş 2-3 g karpuz çekirdeği içi Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Örnek üzerine yeterli miktarda katalizör ve 25 mL sülfürik asit eklenerek, hazırlanan Kjeldahl balonu yakma ocağında içerik berraklaşmaya kadar tutulmuştur. Yakma sonunda balon soğutulup üzerine 200 mL damıtık su eklenip damıtma sistemine yerleştirilmiştir. Balona 50-75 mL yoğun NaOH çözeltisi çekilerek ısınan içerikte amonyum sülfattan ayrılan amonyak, buhar destilasyonu ile sistemin diğer ucundaki destilat kabında 50 mL %4'lük borik asit çözeltisi tarafından tutulmuştur. Destilat kabında 150-200 mL destilat toplanınca damıtmaya son verilmiş içerik 0.1 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir (AOAC, 2000).

$$\text{Örnekte azot miktarı (\%)} = \frac{v.(0,14)}{\text{örnekmiktarı.(g)}} \quad (\text{Eş. 3.1})$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1 N HCl çözeltisi miktarı, mL

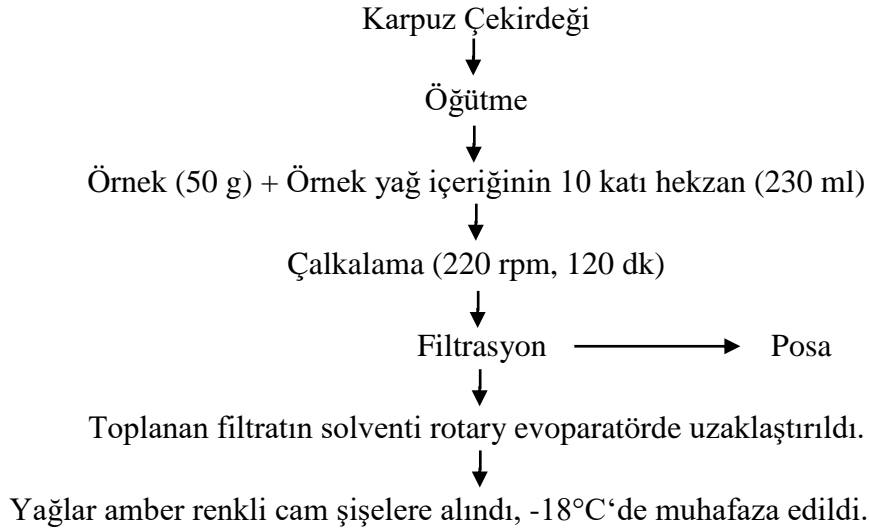
$$\text{Örnekte protein (\%)} = (\% \text{ azot}).(6.25)$$

### 3.2.5. Toplam yağ

Karpuz çekirdeği içinin toplam yağ içeriği, öğütülmüş çekirdek içi örnekleri kullanılarak sokselet ekstraktöründe AOAC Method No 948.22'e göre yapılmıştır. Sokselet kartuşlarına 5 g tartılan öğütülmüş karpuz çekirdeği içleri, 6 saat hekzan ile darası alınmış cam balonlar kullanılarak ekstraksiyona tabi tutulmuşlardır. Süre sonunda balonların içindeki çözücü uzaklaştırılarak balonlar tartılmış ve çekirdek içlerindeki yağ içeriği yüzde olarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

### 3.2.6. Yağ asidi dağılımı

Karpuz çekirdeğine ait yağ asitleri dağılımının belirlenmesi için yağ asitleri metil esterleri IUPAC Method 2.301'e göre hazırlanmıştır (Anonim, 1987). Yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi için Şekil 3.1'de verilen soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağlar kullanılmıştır. Örneklerin yağ asidi bileşiminin gaz kromatografik yolla saptanmasında kullanılan analiz koşulları Çizelge 3.1'de verilmiştir.



\*Tüm örneklerin yağ içeriğinin %45 olduğu kabul edilerek, tüm örneklerde aynı miktar hekzan ile ekstraksiyon yapılmıştır.

Şekil 3.1. Çekirdek içi örneklerinden yağ elde etmek için uygulanan soğuk ekstraksiyon işlemi.

Çizelge 3.1. Yağ asitleri analizi için kullanılacak çalışma koşulları

Gaz Kromatografisi	: Agilent 6890N Model
Dedektör	: FID
Kolon	: JW scientific DB 23 (30m x 0.25 mm id x 0.25µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz ve Akış Oranı	: He, 0.9 mL/ dk
Split Oranı	: 1:100
<b>Sıcaklıklar</b>	
Enjeksiyon Bloğu Sıcaklığı	: 230°C
Kolon Sıcaklığı	: 190°C
Dedektör Sıcaklığı	: 240°C

### 3.2.7. Tokoferoller

Karpuz çekirdeği içi örneklerinden soğuk ekstraksiyon yöntemi kullanılarak elde edilen yağları uygun oranda n-hekzan ile seyreltilmiş daha sonra 0,45 µm PTFE filtreden geçirilerek HPLC'ye enjekte edilmiştir (AOCS, 1993). HPLC çalışma koşulları Çizelge 3.2'te verilmiştir.

Çizelge3.2. Tokoferol analizi için HPLC çalışma koşulları

Kolon	: LiChrosorb Si60 (250 X 4mm, ID) 5µm partikül boyutu
Akış hızı	: 1 mL/min (İsokratik akış)
Mobil faz	: Hekzan: İzopropil alkol (99:1)
Dalga boyu	: 295 nm
Kolon Sıcaklığı	: 25°C

### 3.2.8. Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde tayini için yağı uzaklaştırılmış karpuz çekirdeğinden fenolik maddeler ekstrakte edilmiştir. Yağı uzaklaştırılmış örnek (5.0 g) üzerine 9.5 ml metanol eklenmiş ve karışım homojenizatörde 10.000 rpm'de 15 sn homojenize edilmiştir. Karışım daha sonra 2 saat 200 rpm'de oda sıcaklığında karıştırıcıda çalkalandıktan sonra 8000 g de 10 dakika 4°C'de santrifüj edildi. Süpernatant ayrıldıktan sonra kalan posa ile bu işlemler 2 kez daha tekrar edildi. Elde edilen



süpernatantlar birleştirilerek 25 ml'ye tamamlandı ve analiz edilinceye kadar dondurucuda muhafaza edildi.

Toplam fenolik madde tayini için yağı uzaklaştırılmış karpuz çekirdeklerinden elde edilen metanolik ekstraktlar uygun düzeyde seyreltilerek Singleton and Rossi (1965)'e ait Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir ( $y = 0,0097x + 0,0099$ ).

### 3.2.9. DPPH serbest radikal giderme aktivitesi

Karpuz çekirdeği içinden yağın uzaklaştırılmasından sonra elde edilen metanolik ekstraktın antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. DPPH analizi Pyo ve ark. (2004) tarafından önerilen yöntem kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem, mor renkli stabil bir bileşen olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin yok edilmesi sonucu, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) 0.1 mL metanolik ekstrakt ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında ve karanlıkta 120 dakika süresince bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbansları 515 nm'de ölçülerek, DPPH radikalinin inhibisyon aktivitesi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100 \quad (\text{Eş. 3.2})$$

### 3.2.10. Peroksit sayısı

Soğuk ekstraksiyon ile elde edilen yağlardan 0.2-0.3 g tüplere tartılıp üzerine 9.6 kloroform-metanol (70+30 v/v ) ilave edilip yağ tamamen çözülmüştür. Bekletilmeden alüminyum tiyosiyanat çözeltisinden 50 µl ilave edilip 2-4 saniye karıştırılmıştır. Daha sonra 50 µl Fe (II) çözeltisi ilave edilip 2-4 saniye karıştırıldıktan sonra 5 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda 75 ml saf su ve 1 ml nişasta ilave edilmiştir. Beklenen peroksit sayısı 12.5'den az çıktığında 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir (Nas ve ark., 2001). Hesaplamalar aşağıda verilen formüle göre yapılmıştır.

$$\text{PS} = (\text{A} \times \text{N} \times 1000) / \text{E} \quad (\text{Eş.3.3})$$

PS= Peroksit sayısını (meq O<sub>2</sub>/kg)

A = Kullanılan tiyosülfat çözeltisinin hacmi (ml)

N = Kullanılan tiyosülfat çözeltisinin normalitesini

E = Örnek miktarı (g).

### 3.2.11. Konjuge dien ve trien tayini

Konjuge dien ve trien içeriği AOCS Official Method Ch 5-91'e göre belirlenmiştir. Uygun miktarda yağ örneği izooktanla seyreltilip (Abs < 1) konjuge dienler için 232 nm'de konjuge trienler için 268 nm'de absorbansları okunarak belirlenmiştir (AOCS, 2003).

$$E = K_{\lambda} = A\lambda/C \times l \quad (\text{Eş. 3.4})$$

$K_{\lambda}$ = Okuma yapılan dalga boyundaki özgül soğurma değeri

$A_{\lambda}$ = Okuma yapılan dalga boyundaki absorbans değeri

C= Çözeltinin derişimi (g/100 ml)

l= Kuvartz küvet uzunluğu (cm)

### 3.2.12. Hekzanal

Örneklerin oksidasyon düzeyini belirlemek için oksidasyon ürünü olan hekzanal tayini için SPME tekniği kullanılmıştır. Öğütülmüş karpuz çekirdeği içi örneklerinden soğuk ekstraksiyonla elde edilen yağlardan 2 g örnek alınarak 20 ml'lik vialle tartılmıştır. Vialin kapağı kapatılıp, 5 dakika süreyle 45°C'ye ayarlanmış dijital manyetik karıştırıcıda karıştırılarak ısıtılmış, ortam sıcaklığının 45°C'ye ulaşması beklenmiştir. Ortam sıcaklığı dengeye ulaştıktan sonra SPME fiberi vialin tepe boşluğuna bırakılarak 30 dakika bekletilmiştir. Bu süre içerisinde uçucu bileşenler sıcaklık ve karıştırmanın etkisiyle tepe boşluğuna geçerek ve burada SPME fiberi üzerine tutunmuştur. Ekstraksiyon işleminin bitiminde SPME fiberi GC cihazının enjeksiyon bloğuna yerleştirilmiştir. GC çalışma koşulları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.3) Hekzanal'ın nicel analizinde internal standart olarak 2-metil-3-heptanon kullanılmıştır (Javidipour ve Qian, 2008).

Çizelge 3.3. Kullanılan gaz kromatografisi cihazının Hegzanal tayini için çalışma koşulları

Alet	: Agilent 6890N model
Dedektör	: FID
Kolon	: J&W Scientific, HP-INNOWAX (30 m X 0.25 mm id X 0.25 µm film kalınlığı)
Gazlar	: He: 40 ml/dk. H <sub>2</sub> : 40 ml/dk., Hava: 450 ml/dk.
Split	: Splitless
<b>Sıcaklıklar</b>	
Enjeksiyon Bloğu Sıcaklığı	: 200°C
Kolon Sıcaklığı	: 140°C
Dedektör Sıcaklığı	: 260°C

### 3.2.13. İstatistiksel analiz

Batman ve Diyarbakır illerinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç ve farklı sıcaklıklarda kavurma sonrası yağ asidi dağılımları arasında fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Batman ve Diyarbakır illerinde farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen peroksit sayısı ile konjuge dien ve trien değerlerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli bulunan farklılıkları saptamak için LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Gerekli istatistiksel analizler SAS istatistik yazılım programı kullanılarak yapılmıştır.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Farklı İllere Ait Karpuz Çekirdeklerinin Bazı Kimyasal Bileşim Ögeleri

2016 yılının sonbahar mevsiminde hasat edilen karpuz çekirdeği örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi üç farklı ilden temin edilen çeşitlerinde kuru madde, kül ve protein miktarları birbirine yakın bulunmuştur. Toplam fenolik ve DPPH miktarları değerlendirildiğinde Mardin çekirdeğinin en yüksek, Batman çekirdeğinin ise en düşük değerde olduğu belirlenmiştir. Toplam ve  $\gamma$ -tokoferol miktarları Mardin ve Batman çekirdeklerinde benzer olup Diyarbakır çekirdeğinden yüksek bulunmuştur.  $\delta$ -tokoferol içeriğinin ise en yüksek Batman, en düşük Diyarbakır çekirdeğine ait olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Üç farklı ilden temin edilen karpuz çekirdeklerinin bazı kimyasal özellikleri

	<b>Mardin</b>	<b>Batman</b>	<b>Diyarbakır</b>
Kuru Madde (%)	95.58	95.39	95.39
Kül (%)	3.10	3.38	3.11
Protein (%)	33.71	32.76	34.87
Yağ (%)	52.04	52.75	51.64
Peroksit Sayısı (meq O <sub>2</sub> /kg yağ)	1.81	1.57	1.54
Konjuge Dien (K <sub>232</sub> )	2.91	2.58	3.31
Konjuge Trien (K <sub>268</sub> )	2.59	4.99	3.84
$\gamma$ -Tokoferol (mg/kg)	380.67	383.11	351.92
$\delta$ -Tokoferol (mg/kg)	9.94	10.04	8.20
Toplam Tokoferol (mg/kg)	390.61	393.16	360.12
Toplam Fenolik (mg GAE/kg yağsız kısım)	478.80	427.75	440.09

### 4.2. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Yağ Asidi Bileşimi Üzerine Etkisi

Batman çeşidine ait karpuz çekirdeği yağını oluşturan yağ asitlerinin dağılımı Çizelge 4.2’de, Diyarbakır çeşidine ait karpuz çekirdeği yağını oluşturan yağ asitlerinin dağılımı Çizelge 4.3’de verilmiştir. Batman ve Diyarbakır örneklerinde en fazla bulunan yağ asidinin linoleik asit en az bulunan yağ asidinin ise palmitoleik asit olduğu

belirlenmiştir. Toplam doymuş yağ asidi miktarının, sıcaklığın artmasına rağmen Batman (%17.42-18.22) ve Diyarbakır (%19.82-20.56) örneklerinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Toplam doymamış yağ asitleri bakımından da aynı sonuca ulaşılmıştır. Hem Batman hem de Diyarbakır illerinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç, 140, 160 ve 180°C'de kavrulmuş örneklerin yağ asidi bileşimleri karşılaştırıldığında aradaki farklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.2. Batman ilinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç ve farklı sıcaklıklarda kavurma sonrası yağ asidi bileşimleri

Yağ Asitleri (%)	Başlangıç	140 °C	160°C	180°C
Palmitik asit (C 16)	10.27	10.18	9.66	10.24
Palmitoleik asit (C 16:1)	0.10	0.05	0.11	0.12
Stearik asit (C 18)	7.86	7.76	7.76	7.98
Oleik asit (C 18:1)	20.48	20.77	21.62	20.78
Linoleik asit (C 18:2)	60.74	60.76	60.34	60.40
Linolenik asit (C 18:3)	0.23	0.24	0.25	0.24
Toplam Doymuş YA	18.13	17.95	17.42	18.22
Toplam Doymamış YA	81.53	81.82	82.32	81.53
Toplam Tekli Doymamış YA	20.58	20.82	21.73	20.89
Toplam Çoklu Doymamış YA	60.97	61.00	60.60	60.64
Doymuş YA/Doymamış YA	0.22	0.22	0.21	0.22

Çizelge 4.3. Diyarbakır ilinden temin edilen karpuz çekirdeklerinin başlangıç ve farklı sıcaklıklarda kavurma sonrası yağ asidi bileşimleri

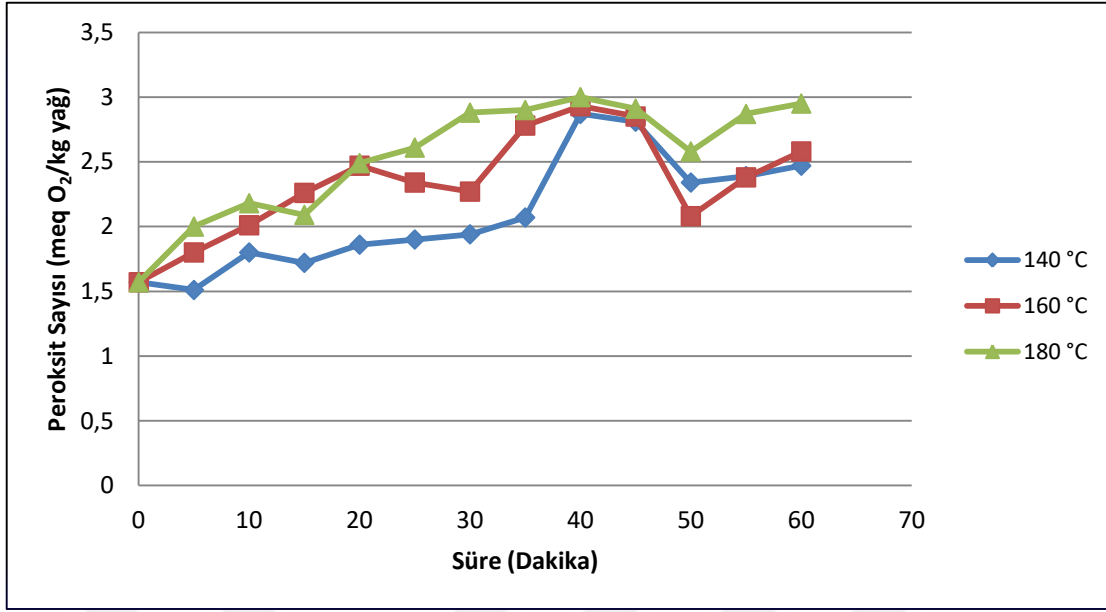
Yağ Asitleri (%)	Başlangıç	140°C	160°C	180 °C
Palmitik Asit (C 16)	9.96	10.28	10.64	10.18
Palmitoleik Asit (C 16:1)	0.09	0.10	0.10	0.11
Stearik Asit (C 18)	9.86	9.68	9.92	9.93
Oleik Asit (C 18:1)	19.75	19.59	19.07	19.92
Linoleik Asit (C 18:2)	59.89	59.87	59.87	59.42
Linolenik Asit (C 18:3)	0.22	0.24	0.21	0.22
Toplam Doymuş YA	19.82	19.96	20.56	20.11
Toplam Doymamış YA	79.95	79.79	79.24	79.67
Toplam Tekli Doymamış YA	19.84	19.68	19.17	20.03
Toplam Çoklu Doymamış YA	60.11	60.11	60.07	59.64
Doymuş YA/Doymamış YA	0.22	0.25	0.26	0.25

### 4.3. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Peroksit Sayısı Üzerine Etkisi

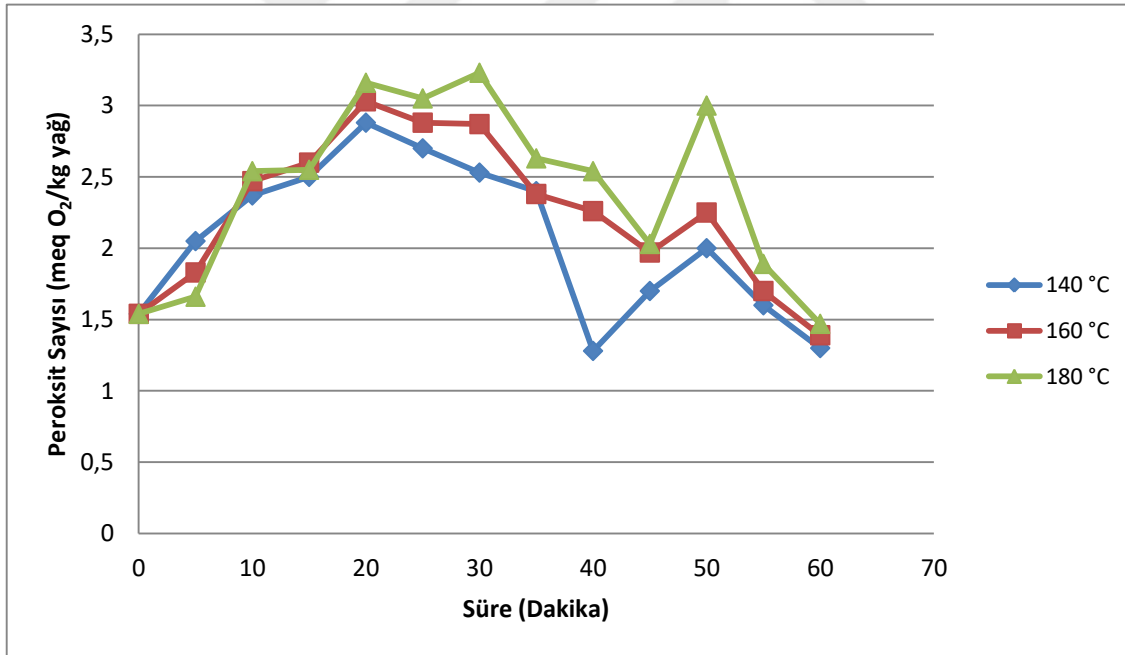
Batman ve Diyarbakır illerinden elde edilen karpuz çekirdeklerinden farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen peroksit sayıları Çizelge 4.4, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Hem Batman hem de Diyarbakır’dan elde edilen örneklerin 140, 160 ve 180°C’de kavrulması sırasında elde edilen peroksit sayılarında rakamsal olarak yüksek bir farklılık olmamasına karşın var olan bu farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Batman ilinden temin edilen 140, 160 ve 180°C’de kavruan örneklerin peroksit sayısı başlangıçta 1.57 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak bulunmuş, bu değerler kavurma işleminin 60. dakikasında sırasıyla 2.47, 2.58 ve 2.95 meq O<sub>2</sub>/kg yağ’a yükseldiği saptanmıştır. Tüm sıcaklık derecelerinde en yüksek peroksit sayısı 40. dakikada belirlenmiş olup 140, 160 ve 180°C’ de sırasıyla 2.87, 2.93 ve 3.0 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak ölçülmüştür. Diyarbakır’dan elde edilen 140, 160 ve 180°C’de kavruan örneklerin başlangıç peroksit sayısı 1.54 meq O<sub>2</sub>/kg yağ bulunmuş kavurma işleminin 60. dakikasında sırasıyla 1.3, 1.39 ve 1.47 meq O<sub>2</sub>/kg yağ’a düştüğü saptanmıştır. En yüksek peroksit sayısı 140 ve 160°C için 20. dakikada sırasıyla, 2.88 ve 3.03 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olup 180°C’de en yüksek değer 30. dakikada 3.23 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen ortalama peroksit sayısı

İller	Sıcaklık (°C)	Peroksit Sayısı (meq O <sub>2</sub> /kg yağ)
Batman	140	2.10 <sup>a</sup>
	160	2.33 <sup>b</sup>
	180	2.54 <sup>c</sup>
Diyarbakır	140	2.07 <sup>a</sup>
	160	2.24 <sup>ab</sup>
	180	2.41 <sup>b</sup>



Şekil 4.1. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin peroksit sayısı üzerine etkisi.

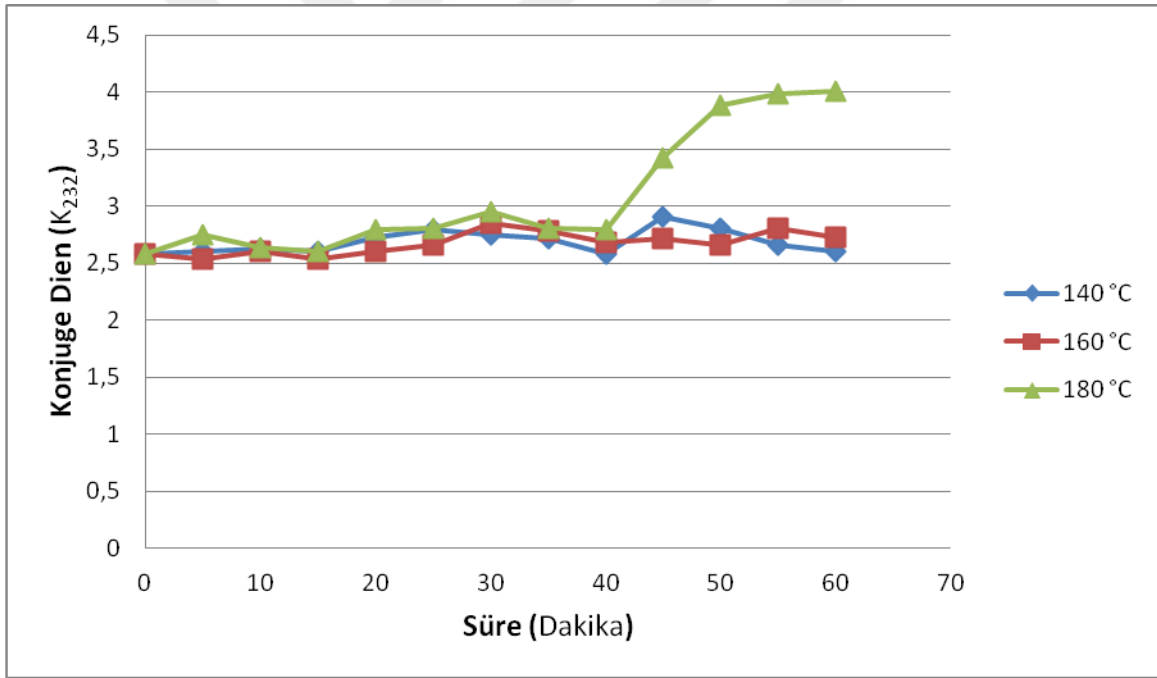


Şekil 4.2. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakır iline ait karpuz çekirdeklerinin peroksit sayısı üzerine etkisi.

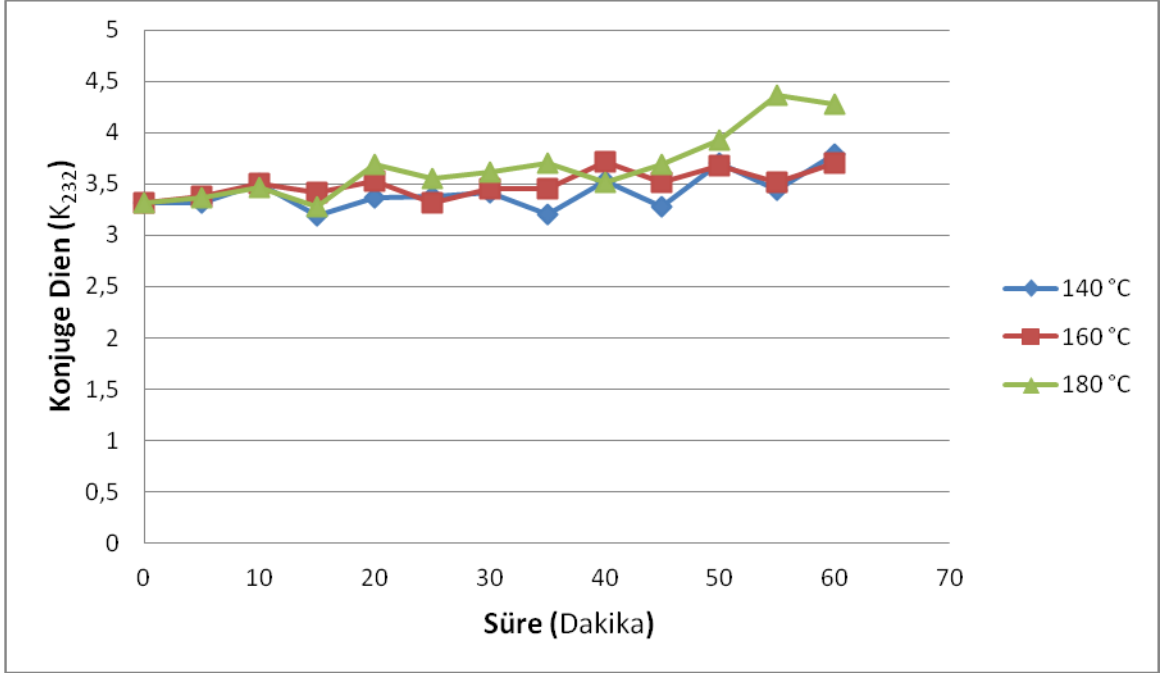


#### 4.4. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Konjuge Dien ve Trien Değeri Üzerine Etkisi

Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen konjuge dien değerleri Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Batman ilinden temin edilen 140, 160 ve 180°C'de kavurma işlemi uygulanan örneklerin konjuge dien değerleri 2.58'den 60. dakikada sırasıyla, 2.6, 2.73 ve 4.01'e yükselmiştir. Diyarbakır'dan temin edilen 140, 160 ve 180°C'de kavru lan örneklerin konjuge dien değerleri ise 3.31'den 60. dakikada sırasıyla 3.79, 3.70 ve 4.28'e yükselmiştir. Batman'dan elde edilen örneklerin farklı sıcaklıklarda kavrulması sırasında elde edilen konjuge dien değerleri arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunurken ( $p < 0.05$ ), bu farklar Diyarbakır'dan temin edilen örneklerde önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ).

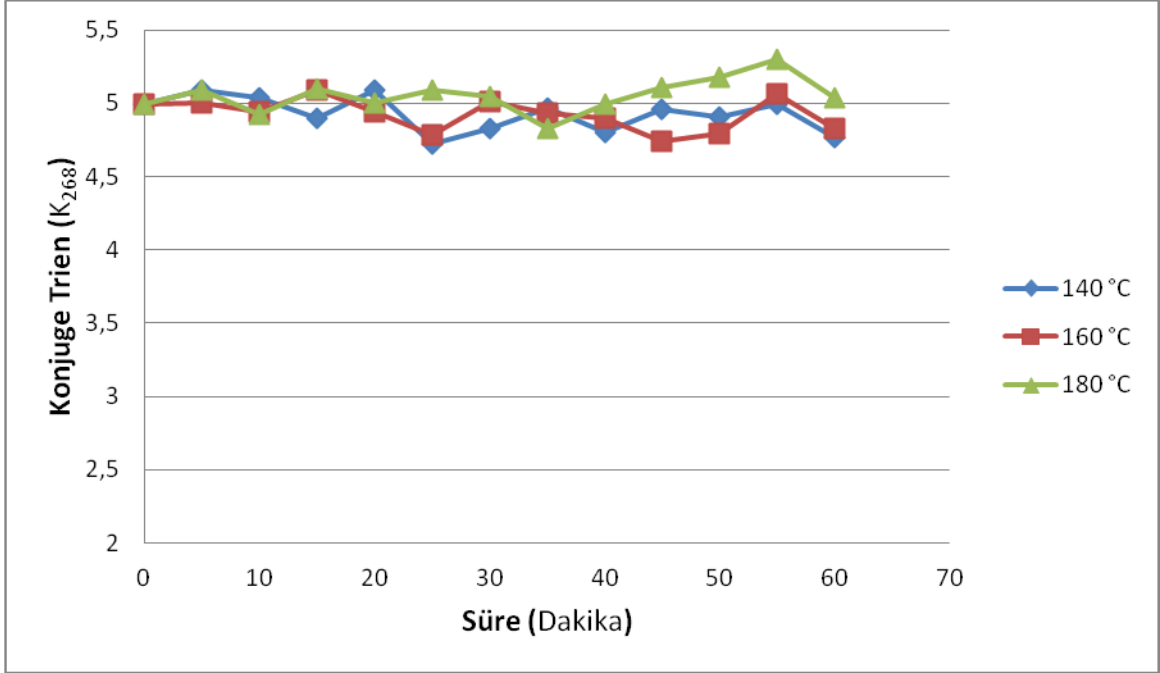


Şekil 4.3. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge dien değeri üzerine etkisi.

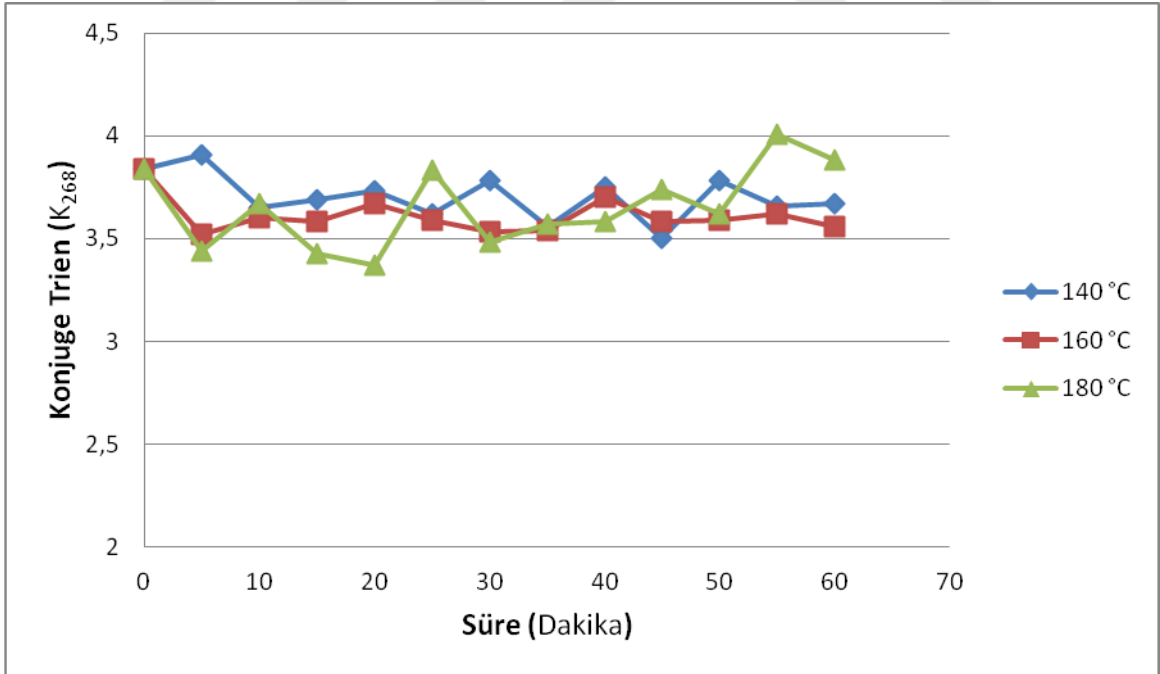


Şekil 4.4. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakır iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge dien değeri üzerine etkisi.

Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen konjuge trien değerleri Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Batmandan elde edilen herhangi bir işlem görmemiş karpuz çekirdeklerine ait yağ örneğinin konjuge trien değeri 4.99 olarak saptanmıştır. 140 ve 160°C'de kavru lan örneklerin konjuge trien değerleri 4.99'dan 60. dakikada sırasıyla 4.77 ve 4.83'e düşerken, 180°C'de 5.04'e yükselmiştir. Diyarbakır'dan elde edilen herhangi bir işlem görmemiş karpuz çekirdeğ i yağ ı örneğinin konjuge trien değeri 3.84 olarak saptanmıştır. 140 ve 160°C'de kavru lan örneklerin konjuge trien değerleri sırasıyla 3.67 ve 3.56'ya düşerken 180°C'de 3.88'e yükselmiştir. Hem Batman hem de Diyarbakır'dan elde edilen örneklerin 140 ve 160°C'de kavru lması sırasında elde edilen konjuge trien değerleri arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemsiz bulunmuşken ( $p>0.05$ ), 180°C'de elde edilen değerler ile diğer sıcaklıklar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.5. Farklı kavurma sıcaklıklarının Batman iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge trien değeri üzerine etkisi.



Şekil 4.6. Farklı kavurma sıcaklıklarının Diyarbakir iline ait karpuz çekirdeklerinin konjuge trien değeri üzerine etkisi.

Çizelge 4.5. Farklı kavurma sıcaklıklarında elde edilen ortalama konjuge dien ve trien değerleri

İller	Sıcaklık (°C)	Konjuge dien	Konjuge trien
Batman	140	2.67 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>
	160	2.67 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>
	180	3.08 <sup>b</sup>	5.05 <sup>b</sup>
Diyarbakır	140	3.61 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>
	160	3.65 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>
	180	3.70 <sup>a</sup>	3.67 <sup>b</sup>

#### 4.5. Farklı Kavurma Sıcaklıklarının Karpuz Çekirdeklerinin Hekzanal İçeriği Üzerine Etkisi

Farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde kavurma işlemine tabi tutulan karpuz çekirdeklerinin yağlarının oksidasyon seviyesini belirlemek amacıyla ikincil oksidasyon ürünü olan hekzanal tayini yapılmıştır. Bildirilen yöntemle göre yapılan hekzanal tayini sonucunda GC kromatogramlarında hekzanala ait herhangi bir pik tespit edilmemiştir. Analiz belirtilen parametrelerde çeşitli modifikasyonlar yapılarak tekrar edilmiş olmasına rağmen karpuz çekirdeği yağında hekzanal içeriği tespit edilmemiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karpuz çekirdeklerinin kimyasal analizlerine ait sonuçlar incelendiğinde çekirdek içlerinin en büyük bileşenin %51.64-52.75 ile yağ olduğu, en fazla bulunan ikinci bileşenin ise %32.75-34.87 ile protein olduğu görülmektedir.

Çekirdek iç yağında toplam doymamış yağ asitleri oranı Batman iline ait örneklerde %81.53 iken Diyarbakır örneklerinde %79.95 oranında bulunmuştur. Toplam tekli doymamış yağ asitleri Batman ve Diyarbakır örneklerinde sırasıyla %20.58 ve %19.84 olup, toplam çoklu doymamış yağ asitleri bakımından ise sırasıyla %60.97 ve %60.11 olarak bulunmuştur. Kavurma işleminin doymamış yağ asitleri üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir. Karpuz çekirdeği yağının yağ asit bileşimleri incelendiğinde tüm örneklerde baskın yağ asidinin linoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Batman ilinden temin edilen örneğin yağ asidi içeriği linoleik (%60.74), oleik (%20.48), palmitik (%10.27) ve stearik (%7.86) asit şeklinde sıralanmıştır. Diyarbakır örneğinde de linoleik (%59.89), oleik (%19.75), palmitik (%9.96) ve stearik (%9.86) asit olarak aynı sıra takip edilmiştir. Batman ve Diyarbakır örneklerinde yağ asidi bakımından önemli bir fark bulunmazken, üç farklı sıcaklık (140, 160 ve 180°C) derecesinde kavurmanın örneklerin yağ asidi dağılımı ve miktarlarında önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Baboli ve Kordi (2010)'nin yaptığı çalışmayla kıyasladığımızda yağ asidi bileşenleri bakımından linoleik asit oranı yaklaşık %8 daha düşük, oleik asit oranı yaklaşık %7 daha yüksek olduğu, palmitik ve stearik asitlerde ise benzer sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. Ziyada ve Elhussien (2008), yaptıkları çalışmada, Linoleik, Oleik, Stearik ve Palmitik asitleri karpuz çekirdeğinde en fazla bulunan yağ asitleri olarak tespit etmişlerdir. Acar ve Özcan (2012), Konya ilinde yerel pazardan temin ettikleri Karpuz (*Citrullus lanatus vercitroides*) ve Yem Karpuzu (*Citrullus lanatus Thunb.*) üzerinde yaptıkları çalışmada, karpuz çekirdeği içinin yağ içeriğini (%52.34) yem karpuzu çekirdeği içinin yağ içeriğinden (%43.32) daha yüksek bulmuşlardır. Karpuz çekirdeklerinin elzem yağ asidi olan linoleik asit (%63.19-72.03) için önemli bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir. Karpuz çekirdeği ve yem karpuzu çekirdeğinde oleik asit içeriği ise sırasıyla %24.65 ve %17.55 olarak tespit edilmiş ve çekirdeklerin doymamış yağ asitleri bakımından da zengin (%75<) olduğu bildirilmiştir.

Tokoferol, sağlık üzerine olumlu etkiye sahip olmasının yanı sıra işleme ve depolama esnasında ürünleri oksidasyona karşı koruduğu için gıda maddelerinde yüksek düzeyde bulunması istenen bir özelliktir. Karpuz çekirdeklerinin tokoferol sonuçları incelendiğinde baskın tokoferol türevinin  $\gamma$ -tokoferol (351.92-383.11 mg/kg) olduğu görülmüştür.  $\gamma$ -tokoferol en yüksek Batman (383.11 mg/kg) ve Mardin (380.67 mg/kg) ilinden temin edilen çekirdeklerde bulunurken, Diyarbakır ilinden temin edilen çekirdeklerde 351.92 mg/kg düzeyinde saptanmıştır.  $\delta$ -tokoferol bakımından üç örnek te düşük derişime sahiptirler. Toplam tokoferol miktarları ise 360.12 mg/kg (Diyarbakır) ile 390.61 mg/kg (Mardin) arasında değişmiştir. Raziq ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, 4 farklı karpuz türünün çekirdek ham yağlarındaki toplam tokoferol miktarının 131.1-222.6 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında örneklerin toplam tokoferol içeriklerinin bildirilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Raziq ve ark. (2012)'nın yaptığı çalışmaya göre toplam tokoferolün önemli bir kısmını  $\alpha$ -tokoferolün (120.62–195.60 mg/kg yağ) oluşturduğu bildirilirken, bu çalışma kapsamında incelenen örneklerde  $\alpha$ -tokoferol tespit edilememiştir. de Conto ve ark. (2011), karpuz çekirdeği yağının mekanik proses ve kimyasal prosesle (hekzan çözücüsü ile) elde edilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, karpuz çekirdeği yağının toplam tokoferol içeriğinin mekanik prosesle elde edilen yağda 73.19 mg/kg yağ ve kimyasal prosesle elde edilen yağda ise 65.19 mg/kg yağ olarak oldukça düşük değerlerde bulmuşlardır. Bu sonuçlar, ülkemize ait karpuz çekirdeklerinin yüksek tokoferol içeriği ile hem beslenme hem de işleme ve depolamaya uygun çeşitler olduğunu göstermektedir.

Karpuz çekirdeklerinde toplam fenolik madde miktarları bakımından, en düşük değer Batman'dan temin edilen yağsız karpuz çekirdeğinde (427.75 mg GAE/kg) tespit edilirken, en yüksek değer Mardin'den temin edilen yağsız karpuz çekirdeğinde (478.8 mg GAE/kg) belirlenmiştir. Acar ve Özcan (2012), karpuz (*Citrullus lanatus* var. *varcitrroides*) ve Yem Karpuzu (*Citrullus lanatus* Thunb.) üzerinde yaptığı çalışmada, karpuz çekirdeklerinde toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 130 ve 300 mg GAE/kg arasında saptamışlardır. Çalışmada bulunan değerler Acar ve Özcan (2012)'ın yaptığı çalışma sonucunda bildirdiği değerler ile uyumludur.

Kararlı DPPH radikalini temizleme modeli, diğer yöntemlere göre antioksidan aktiviteleri kısa sürede değerlendirmek için yaygın kullanılan bir yöntemdir.

Antioksidanların DPPH radikal temizleme üzerindeki etkisinin indirgeme kabiliyetlerine bağlı olduğu düşünülmektedir (Baumann ve ark., 1979). DDPH radikal bağlama aktivitesi en yüksek Mardin çekirdeğinde (15.04 % inhibisyon) tespit edilmiş olup onu Diyarbakır (12.15 % inhibisyon) ve Batman (10.26 % inhibisyon) örnekleri izlemektedir.

Bu çalışmada iki farklı yöreden temin edilen karpuz çekirdeğinin (Batman ve Diyarbakır) farklı sıcaklıklarda (140, 160 ve 180°C) ve sürede kavrulmasıyla, artan sıcaklık ve sürenin çekirdek yağının oksidatif stabilitesi üzerine etkisi de incelenmiştir. Çalışmada kavrulmuş çekirdeklerin soğuk ekstraksiyon yöntemi ile yağları elde edilmiş ve edilen yağlardaki oksidatif değişim örneklerin peroksit, konjuge dien ve trien içeriklerini saptayarak değerlendirilmiştir. Peroksit sayısı yağlardaki oksidasyon reaksiyonlarının birincil ürünlerini temsil etmektedir. Peroksitlerin yüksek sıcaklıklarda (>90°C) parçalanmaları dikkate alındığında peroksit sayısı, düşük sıcaklıklara maruz bırakılan örneklerin kalitesi hakkında bilgi vermektedir (Vieira ve Regitano-D'arce, 1998). Batman, Diyarbakır ve Mardin örneklerinin başlangıç peroksit sayıları sırasıyla 1.57, 1.54 ve 1.81 meq O<sub>2</sub>/kg yağ olarak bulunmuştur. Acar ve Özcan (2012), karpuz (*Citrullus lanatus vercitroides*) ve Yem Karpuzu (*Citrullus lanatus Thunb.*) üzerinde yaptığı çalışmada karpuz yağlarının peroksit sayılarını 7.6-11.7 meq O<sub>2</sub>/kg arasında bulduklarını bildirmişlerdir. İki çalışma peroksit sayısı bakımından kıyaslandığında mevcut çalışmada elde edilen değerlerin Acar ve Özcan (2012)'ın bildirdiği değerlerden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Acar ve Özcan (2012)'ın yaptığı çalışmada çekirdekler kurutma fırınında 45°C'de 24 saat tutularak kurutulmuşken çalışmamızda çekirdekler güneşte kurutulmuştur. Bu nedenle peroksit sayısının daha düşük olmasının kurutma yönteminden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Örneklerin peroksit sayıları incelendiğinde sıcaklık ve sürenin artışı ile beraber Batman ilinden temin edilen örneklerin peroksit içerikleri 40. dakikaya kadar artmışken, Diyarbakır ilinden temin edilen örneklerde 140 ve 160°C 'de 20. dakikaya, 180°C de ise 30. dakikaya kadar artış saptanmıştır. Bu sürelerden sonra peroksit sayılarında bir dalgalanma görülmektedir.

Konjuge dien ve trien konumundaki yağ asitleri de oksidasyonun birincil ürünleri arasında değerlendirilmektedirler (Shahidi, 1998). Çoklu doymamış yağ asitlerinde başlayan oksidasyonun birincil ürünü olan hidroperoksitler konjugasyona neden olur. Bu durum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenir. Oluşan konjuge dien ve

trien yapılar sırasıyla, 232 nm ve 270 nm dalga boyunda okunur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm'deki özgül soğurma değeri artar. 270 nm'de özgül soğurma değeri ise konjuge trien yapılarının derişimini verir. Genelde yağ asitlerindeki çift bağlar, doğal olarak izolen formda (konjuge olmayan) bulunsa da konjuge formda da olabilir. Konjuge formda iki doymamış bağ arasında –CH- grubu yer alır ve çift bağlar bir atlayarak sıralanırlar. *Konjuge yağ asitleri* olarak adlandırılan bu yağ asitlerinin benzer kapalı formülle gösterilebilen izolen yağ asitlerine kıyasla farklı fiziksel ve kimyasal özellik gösterirler. Örneğin kimyasal tepkimelere çok daha yatkındırlar. Çok daha fazla oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları görülür. Konjuge yağ asitleri yemelik bitkisel yağlarda normalde bulunmamaktadır. Ancak oksidatif bozulma reaksiyonları neticesinde bitkisel yağlarda da oluşmaktadır. Konjuge yapının söz konusu olduğu yağ asitlerinde kromofor özellik ortaya çıkmaktadır. Bu durumda belirli dalga boyundaki ışınları soğurabilmektedir (Demirci, 2014). Bu çalışmada, örneklerin konjuge dien içerikleri göz önüne alındığında Batman örneğinde sıcaklık ve sürenin artışı ile konjuge dien içeriğinde önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) artış görülürken Diyarbakır örneğinde istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Örneklerin Konjuge trien oluşumunda hem Batman hem de Diyarbakır'dan elde edilen örneklerin 140 ve 160°C'de kavrulması sırasında elde edilen konjuge trien değerlerine sıcaklığın etkisi önemsiz bulunmuşken ( $p>0.05$ ), 180°C'de elde edilen değerler ile diğer sıcaklıklar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Yapılan kavurma çalışmasında örneklerde hekzanal oluşumu tespit edilmemiştir. Hekzanal oksidasyonun ikincil ürünleri olup birincil ürünlerin ileri düzeyde parçalanması ile oluşmaktadır. Kavurma işleminde birincil oksidasyon ürünü olan peroksit sayısının küçük bir miktar artması ve hekzanalın tespit edilememesi kavurma işleminde kalın tohum kabuğu ve yüksek tokoferol içeriğinin koruyucu etkileri ile açıklanabilir. Yoshida ve ark. (2006), kavurmanın kabak çekirdeği yağının oksidatif stabilitesi üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada, kavurmanın kabak çekirdeği yağının oksidasyonun birincil ürünü olan peroksit sayısı ve oksidasyon ikincil ürünlerini gösteren p-anisidin değeri üzerinde sadece küçük bir artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, karpuz çekirdeklerinin elzem yağ asidi olan linoleik asidi yüksek düzeyde içerdiği tespit edilmiştir. Kavurma işleminin linoleik asit veya çoklu doymamış yağ asitleri içeriğini etkilemediği belirlenmiştir. Ayrıca farklı sıcaklık ve sürelerde



kavrulmuş karpuz çekirdeklerine ait yağların oksidasyon parametrelerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, karpuz çekirdeklerinin kalın kabuğu ile yüksek tokoferol içeriğinin ürünü oksidasyondan koruduğu düşünülmektedir. Bu nedenle sağlıklı beslenme açısından çerez olarak karpuz çekirdeği tüketiminin tavsiye edilebileceği ve bu ürün tüketiminin yaygınlaşması ile hem tüketici sağlığına hem de bölge ekonomisine olumlu katkı sağlanacağı sonucuna varılmıştır.





## KAYNAKLAR

- Abdulvahitoğlu A., Tüccar G., 2017. Dizel motorlarda alternatif yakıt olarak karpuz çekirdeği biyodizelinin değerlendirilmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, **32(1)**: 189-194.
- Acar R., Özcan M.M., 2012. Some Physico-Chemical Properties of Edible and Forage Watermelon Seeds Iran. *J. Chem. Chem. Eng.*, **Vol. 31, No. 4**.
- Achu B.M., Fokou E., Tchiegang C., Fosto M., Tchouanguép F.M., 2005. Nutritive value of some Cucurbitaceae oilseeds from different regions in Cameroon. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**: 1329-1334.
- Achu M.B., Fokou E., Kansıcı G., Fotso M., 2013. Chemical evaluation of protein quality and phenolic compound levels of some Cucurbitaceae oilseeds from Cameroon. *African Journal of Biotechnology*, **12**: 735-743.
- Akbaş P., Gürsoy Ö.K., Gürbüz A., Manap S., 2017. Anti-microbial and Anti-oxidant Activity of Watermelon (Citrullus lanatus) Fruit and Watermelon Seed. *CBÜ F Bil. Dergi.*, **13(1)**: 139-147.
- Akoh C.C., Nwosu C.V., 1992. Fatty Acid Composition of Melon Seed Oil Lipids and Phospholipids. *Journal of American Oil Chemistry Society*, **69**: 314-317.
- Anhwange B.A., Ikyenge B.A., Nyiatagher D.T., Ageh J.T., 2010. Chemical analysis of Citrullus lanatus, Cucumcropsis mannii and Telfairia occidentalis seed oils. *J Appl Sci Res*, **6(3)**: 265-268.
- Anonim, 1987. IUPAC Method 2.301. In: Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives (7 th edn.), *Blackwell Scientific*, Oxford.
- Anonim, 2010. Nutritional Value of Watermelon Seeds, Calories and Fat, <http://www.livestrong.com/article/336566-nutritional-value-of-watermelonseeds>.
- Anonim, 2011. Nutrition Fact and Analysis for Seeds, Watermelon Seed Kernels, Dried <http://nutritiondata.self.com/facts/nut-and-seedproducts/3147/2>.
- Anonim, 2015. Yaş meyve ve sebze sektör raporu. *TMMOB*, Aralık.
- AOCS, 1993. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC (Method No: Ce 8-89). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, *AOCS Press*, Champaign.
- AOCS 2003, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, *AOCS Press* Champaign.
- AOAC, 2000. Official methods of analysis (17 th edition). *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC.
- Baboli Z.M., Kordi A.A.S., 2010. Characteristics and composition of watermelon seed oil and solvent extraction parameters effects. *J Am Oil Chem Soc*, **87**: 667-671.
- Badifu G.I.O., 2001. Effect of Processing on Proximate Composition, Antinutritional and Toxic Contents of Kernels From Cucurbitaceae Species Grown in Nigeria. *Journal of Food Composition and Analysis*, **14**: 153-161.
- Baumann J., Wurn G., Bruchlausen V., 1979. Prostaglandin synthetase inhibiting O2-radical scavenging properties of some flavonoids and related phenolic compounds. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 308, 27.
- Cammerer, B., Kroh, L.W., 2009. Shelf life of linseeds and peanuts in relation to roasting. *LWT Food Science and Technology*, **42**: 545-549.

- Collins J.K., Wu G., Perkins-veazie P., Spears K., Claypool P.L., Baker R.A., Clevidence B.A., 2007. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adult. *Nutr*, **23(3)**: 261-266.
- de Conto L.C., Gragnani M.A.L., Maus D., Ambiel H.C.I., Chiu M.C., Grimaldi R., Gonçalves L.A.G., 2011. Characterization of crude watermelon seed oil by two different extractions methods. *J Am Oil Chem Soc*, **88**: 1709–1714.
- Demirci M., 2014. *Gıda Kimyası*. 7. Baskı. ISBN: 975-97146-2-0296.
- Dias R.C.S., Rezende G.M., 2010. *Watermelon system production*. EMBRAPA, ISSN 1807-0027.
- El-Adawy T.A.,Taha K.M., 2001. Characteristics and composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika seed oils and flours. *J. Agric. Food Chem*, **49**: 1253-1259.
- Garba Z.N.,Galadima A., Siaka A.A., 2014. Mineral Composition, Physicochemical Properties and Fatty Acids Profile of *Citrullus Vulgaris* Seed Oil. *Research Journal of Chemical Sciences*, Vol. **4(6)**: 54-57.
- Garipoğlu H., 2006. *Bazı Baharat ve Kuruyemişlerin Aflatoksin İçeriğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ.
- Gökseven A., 2013. *Çerezlik potansiyeli olan karpuz gen kaynaklarının verimliliği ile meyve tohum*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Güneş R., Aşkın B., 2016. Karpuz Çekirdeği Yağının Kimyasal Özellikleri Ve Besin İçeriği. *Gıda*, **41(1)**: 37-44.
- Hopkins S., 2007. Watermelon an Ingredient for Skin Care. <http://www.redsofts.com/articles/read/460/2448>.
- Ifesan B.O.T., Ebosele F., 2017. Chemical properties of watermelon seed and the utilization of dehulled seed in cookies production. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, **9(1)**: 126-135.
- Javidipour I., Qian M.C., 2008. Volatile component change in whey protein concentrate during storage investigated by headspace solid-phase microextraction gas chromatography. *Dairy Science Technology* **88**: 95-104.
- Lawson H., 1995. *Food oils and fats: technology, utilization and nutrition*. Chapman & Hall, New York.
- Li D.F., Ma C.G., 2006. Study advance in oil preparation by aqueous enzymatic extraction. *China Oils and Fats*, **27(7)**: 128-130.
- Murkovic M., Piironen V., Lampi A.M., Kraushofer T., Sontag G., 2004. "Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds)", *Food Chemistry*, **84(3)**: 359-365.
- Nas S., Gökalp H.Y., Ünsal M., 2001. *Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları*, No: 005, 329s. Denizli.
- Njuguna D.E., Wanyoko J.K., Kinyanjui T., Wachira F.N., 2014. Fatty acid residues composition in the de-oiled tea seed oil cakes. *Science Journal of Biotechnology*, **263**: 1-3.
- Nwanko I.U., Onwuakor C.E., Nwosu V.C., 2014. Phytochemical analysis and antibacterial activities of *Citrullus lanatus* seeds against some pathogenic microorganisms. *Global Journal of Medical Research: C Microbiology and Pathology*, **14**: 20 – 26.

- Oseni O.A., Okoye V.I., 2013. Studies of phytochemical and antioxidant properties of the fruit of watermelon (*Citrullus lanatus*) (Thunb.). *J. Pharmaceut. Biomed. Sci.*, **27**: 508-514.
- Pyo Y.H., Lee T.C., Logendra L., Rosen R.T., (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. *Food Chem.*, **85**: 19-26.
- Raziq S., Anwar F., Mahmood Z., Shahid S.A., Nadeem R., 2012. Characterization of seed oils from different varieties of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] from Pakistan. *Int J Fats & Oils*, **63(4)**: 365-372.
- Scheerens J.C., 2001. Phytochemicals and the consumers: factors affecting fruit and vegetable consumption and the potential for increasing small fruit in the diet. *Horttech*, **11**: 547-556.
- Shahidi F., 1998. *Indicators for evaluation of lipid oxidation and off-flavour development in food, Development in Food Science, Food Flavours: Formation, Analysis and Packaging Influences* (Editors: Contis, E.T., Ho, C.T., Mussinan, C.J., Parliment, T.H., Shahidi, F., Spanier, A.M.), The George Charalambous Symposium, Elsevier, Netherlands. 55-68.
- Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolic with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**: 144-158.
- Varghese S., Narmadha R., Gomathi D., Kalaiselvi M., Devaki K., 2013. Phytochemical screening and HPTLC finger printing analysis of *Citrullus lanatus* (Thunb.) seed. *J. Acute Dis.* **2(2)**: 122-126.
- Vieira T.M.F.S., Regitano-D'arce M.A.B., 1998. Stability of oils heated by microwave: UV-Spectrophotometric Evaluation. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, **18**: 1-9.
- Wang G.L., Ma C.G., Wang D.Z., Ma B.L., 2010. Extraction of pine nut oil and analysis of its physicochemical properties. *China Oils and Fats.*, **35(2)**: 69-71.
- Wani A.A., Sogi D.S., Singh P., Shivhare U.S., 2017. Characterization and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed protein isolates and CBU. *J. of Sci.*, **Volume 13, Issue 1 p**: 139-147.
- Wehner T.C., 1999. Heterosis in vegetable crops. *Amer. Soc. Agron*, 387-397.
- Wehner T.C., 2008. Watermelon. Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. *Springer Science and Business LLC, New York, USA*.
- Yoshida H., Tomiyama Y., Hirakawa Y., Mizushima Y., 2006. Microwave roasting effects on the oxidative stability of oils and molecular species of triacylglycerols in the kernels of pumpkin (*Cucurbita spp.*) seeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, **19**: 330-339.
- Ziegler V., Ferreira C.D., Rockembach C.T., de Pereira C.M.P., de Oliveira M., Elias M.C., 2017. Sensory and chemical properties of peanut grains (*Arachis hypogaea* L) roasted in microwave or oven. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, **38(1)**: 197-208.
- Ziyada A.K., Elhussien S.A., 2008. Physical and chemical characteristics of *Citrullus lanatus* Var. Colocynthoide seed oil. *J. Phy. Sci.*, **19**: 69-75.



## ÖZGEÇMİŞ

Deniz KÖÇEROĞLU, 1982 yılında Batman ilinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Batman'da tamamladı. 2004 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve lisans öğrenimine başladı. 2009 yılında başarıyla mezun olup 'Gıda Mühendisi' ünvanı aldı. 2011 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında Gıda Mühendisi olarak işe başladı. 2012 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Orta derecede İngilizce bilmektedir.



**T.C**  
**VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU**

**Tarih: 10/05/2018**

Tez Başlığı / Konusu: Kavrma İşleminin Karpuz Çekirdeği Yağının Oksidasyonu Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 37 sayfalık kısmına ilişkin, 10/05/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8 (Sekiz) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

  
Deniz KÖÇEROĞLU  
10/05/2018

Adı Soyadı: Deniz KÖÇEROĞLU  
Öğrenci No: 12910410104  
Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği ABD  
Programı: Gıda Mühendisliği  
Statüsü: Y. Lisans  Doktora

**DANIŞMAN ONAYI**  
**UYGUNDUR**

Dr. Öğr. Üyesi Emre BAKKALBAŞI

**ENSTİTÜ ONAYI**  
**UYGUNDUR**

