

## KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE BESİN İÇERİĞİ

Recep Güneş, Buket Aşkın\*

Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli

Geliş tarihi / *Received*: 02.06.2015

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 17.06.2015

Kabul tarihi / *Accepted*: 22.06.2015

### Özet

Karpuz kabakgiller familyasında yer alan ve dünyanın özellikle sıcak ve ılıman bölgelerinde yetişen tek yıllık bir sebzedir. Ülkemiz, karpuz üretiminde dünyada 3. sırada gelmekte ve taze tüketim başta olmak üzere meyve suyu üretimi, şurup, turşu, reçel ve konserve üretiminde de kullanılmaktadır. Kabukları hayvan beslenmesinde kullanılırken, çekirdekleri kozmetik ve ilaç sanayinde değerlendirilmektedir. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalarda, karpuz çekirdeğinin besleyici yönü araştırılmış ve gıda alanında tüketimi önerilmiştir. Önde gelen ilk özelliği yüksek ve besleyici yağ içeriği olmuştur. Karpuz çekirdeği yağının gıdalarda kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri çeşitli araştırmaların konusu olmuş, saflık ve kalite kriterleri araştırılmıştır. Çekirdekten soğuk pres veya çözgen ekstraksiyonu gibi değişik yollarla elde edilebilen bu yağ, açık sarı renkte olup, esansiyel yağ asitleri bakımından potansiyel bir kaynak teşkil etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Esansiyel yağ asitleri, karpuz çekirdeği yağı, yağ kalitesi

## CHEMICAL PROPERTIES AND NUTRITIONAL CONTENT OF WATERMELON SEED OIL

### Abstract

Watermelon is a member of the *Cucurbitaceae* family and an annual plant which is cultivated in a wide range of tropical and semi-tropical regions of the world. Turkey is the third watermelon producer in the world. It is consumed primarily as a fresh fruit, but also used in producing juices, syrups, jellies, jams and canned food. In addition, its skin is used in animal feeding and the seeds are used in the cosmetics and pharmaceutical industries. However, in recent studies, nutritional aspects of watermelon seeds have been investigated, and it was proposed to be consumed in food industry. The first functionality of watermelon seeds is that they have a high fat content and are nutritious. Physical, chemical and nutritional properties of watermelon seed oil have been the subject of several studies to determine the usability of it in food industry, and its purity and quality criteria were also investigated. The oil of watermelon can be extracted from the seeds in various ways; such as cold pressing or solvent extraction. It is light yellow in color, and is potentially an important source of essential fatty acids.

**Keywords:** Essential fatty acids, oil quality, watermelon seed oil.

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ buketaskin@klu.edu.tr, ☎ (+90) 288 214 0514, 📞 (+90) 288 214 0516

## GİRİŞ

Karpuz, kabakgiller familyası içerisinde yer alan, dünyanın bütün tropikal ve subtropikal bölgelerinde yaygın bir şekilde yetiştirilen ekonomik bir türdür (1). Karpuz, ülkemizde domates ve patatesten sonra en fazla üretimi yapılan üçüncü sebzedir. Dünyada ve ülkemizde oldukça geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya karpuz yetiştiriciliğinde Çin yaklaşık 73 milyon tonluk üretimle ilk sırada yer almakta ve Çin'i İran ve Türkiye izlemektedir. Türkiye, yaklaşık 3.9 milyon ton karpuz üretimi ile 3. sırada yer almaktadır (2, 3). *C. lanatus* var. *lanatus* alt türüne ait çekirdekli ve çekirdeksiz olan karpuz meyveleri, şekil, boyut ve kabuk özellikleri bakımından zengin bir çeşitlilik göstermektedir. Yaygın bir şekilde tüketime sunulanların ağırlıkları genellikle 2 ile 14 kg arasında değişmektedir (4-6).

Karpuzun yenilebilir olan meyve eti kısmı, tüm meyve ağırlığının yaklaşık %65'i kadardır ve bunun da %88-95'i sudur (7). Meyve etinde yüksek oranda şeker bulunmakta ve bu şekerin önemli bir bölümünü fruktoz oluşturmaktadır. Taze olarak tüketilen kısımda %7-10 oranlarında suda çözünebilir kuru madde bulunmaktadır (8). Karpuz; karbonhidrat, lif, protein, A, B, C vitaminleri ile çeşitli mineral maddeleri de içermektedir (9). Ayrıca fitokimyasal ve likopen bakımından da iyi bir kaynaktır (10). Bunun yanı sıra üre döngüsü için gerekli olan ve vücutta arginin aminoasidine dönüşen sitrulin de karpuzda yüksek miktarda bulunmaktadır (11-13).

Yakın zamana kadar karpuzun gıda olarak değerlendirilmeyen tek ögesi çekirdeği idi. Günümüzde karpuz çekirdeğinin besleyici bir gıda olarak çok çeşitli kullanımı mevcuttur. Yapılan araştırmalarda, kurutulmuş karpuz çekirdeğinin önemli miktarda yağ (%25-55) ve protein (%27-36) içerdiği belirlenmiştir (14-16). Yüksek yağ oranına sahip olması, karpuz çekirdeği yağının bitkisel yağ olarak değerlendirmeye yönelik çalışmaları arttırmıştır (17).

### KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ ELDE EDİLMESİ

Karpuz çekirdeğinden yağın elde edilmesi, çekirdeklerin meyve etinden uzaklaştırılmasıyla başlamaktadır. Bu işlem özellikle küçük ölçekli üretimlerde genellikle manuel olarak yapılmaktadır. Karpuz öncelikle keskin bir bıçak yardımıyla küçük parçalara bölünür ve çekirdekler elle,

meyve etli kısımlarıyla birlikte ayrılır. Ardından akan su altında elekler üzerinde ovularak ayırma işlemi tamamlanır (18). Meyve eti çekirdeklerden uzaklaştırıldıktan sonra kurutma işlemi güneşte doğal olarak ya da sıcaklık derecesi ayarlanabilen kurutma dolaplarında yapılmaktadır (19, 20). Çekirdek içinin kabuktan ayrılması kurutma işlemi sonunda daha kolay gerçekleşmekte ve soyma işlemi genel olarak kabukların çatlatılması ve bunu takiben elle soyulması şeklinde gerçekleştirilmektedir (20, 21).

Sonrasında yağ eldesinde ise; kurutulan çekirdekler kabuklu veya kabuksuz olarak, ısıya maruz bırakılmadan veya kavrulduktan sonra (sıcak zincir) preslenir ya da süperkritik CO<sub>2</sub> ekstraksiyonu veya çözen ekstraksiyonu (n-hekzan, petrol eteri) kullanılarak 4 farklı metotla yağ üretimi gerçekleştirilmektedir (14, 16, 20, 22, 23).

### KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Karpuz çekirdeğinden değişik yollarla elde edilebilen yağın rengi, açık sarı olarak belirlenmiştir. Yemelik yağların rengi, ürünün kalitesinin ve ağartma derecesinin belirlenmesinde büyük bir önem taşımaktadır. Yağlardaki koyu rengin, düşük kalitenin göstergesi olduğu düşünülürse karpuz çekirdeği yağının açık sarı rengi, hem yemelik yağlar hem de teknolojik uygulamalar açısından yüksek bir kabul edilebilirlik göstermektedir (14, 24).

Yağların saflık kriterleri hakkında bilgi veren ilk iki özellik özgül ağırlık ve kırılma indisidir. Yapılan araştırmalarda karpuz çekirdeği yağının 25°C'deki özgül ağırlığı ve kırılma indisi (refraktif indeks) sırasıyla 0.85-0.93 ve 1.35-1.46 değerleri arasında bulunmuştur (13, 14, 19, 24). Farklı araştırmalarda belirlenen sonuçlar, karpuz çekirdeği yağının yüksek saflıkta ve aynı zamanda diğer yağlarda olduğu gibi suya göre daha az yoğunluğa sahip olduğunu göstermiştir (19, 24, 25).

Karpuz çekirdeği yağının sabunlaşma ve iyot sayısı sırasıyla 148.5-255 mg KOH/kg ve 58-114 g I<sub>2</sub>/100g değerleri arasında olduğu görülmüştür (24-26). Elde edilen sonuçlar, karpuz çekirdeği yağının esas olarak orta zincirli yağ asitlerinden (özellikle C<sub>16</sub> ve C<sub>18</sub>) oluştuğunu göstermektedir (20). Buna istinaden karpuz çekirdeği yağının emülsiyonlar, sabun yapımı ve tıraş köpüğü üretimi için de iyi bir kaynak olabileceği düşünülmektedir

(24). Diğer yandan karpuz çekirdeği yağının iyot değerinden; kurumayan veya yarı kuruyan yağlar kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. İyot değeri, yağ içerisinde mevcut olan yağ asitlerinin doymamışlık derecesinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (27). Hidrojene yağ yapımında kullanılacak hidrojen miktarının yanı sıra yağların ransiditeye karşı stabilitesinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (28). Aynı zamanda, yağın erime noktası ya da sertliği ile de ilgilidir. Yağların iyot değerinin, olumsuz depolama şartları ve özellikle sıcaklık etkisiyle doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu azaldığı bildirilmektedir (29, 30). Karpuz çekirdeği yağının iyot değeri, yağın doymamışlık derecesinin fazla olduğunu ve yemeklik yağ olarak kullanılabileceğini göstermektedir. *Citrullus lanatus* çekirdek yağının kuruyan yağlara göre düşük iyot sayısına sahip olması, önemli miktarda doymamış karbon zinciri içerdiğini göstermekte ve bu nedenle depolanması esnasında koşulların oksidatif bozulmayı önleyecek nitelikte olması gerekmektedir (25, 26).

Literatürdeki araştırmalar, sabunlaşmayan madde miktarını ise %0.54-3 değerleri arasında olduğunu belirtmiştir (14, 20, 31, 32). Yağlarda sabunlaşmayan madde miktarındaki artış, yağın sadece oksidatif stabilitesini değil aynı zamanda potansiyel tıbbi değerini de belirleyen tokoferoller, karatenoitler, skualen ve fitosterol gibi minör bileşenlerin yüksek konsantrasyonunu da ifade etmektedir (33).

Tüm bu kalite ve saflık kriterlerini göz önüne alarak, karpuz çekirdeği yağı diğer bitkisel yemeklik yağlarla karşılaştırıldığında benzer özellikler gösterdiği görülmektedir. Söz konusu bu özellikler karşılaştırmalı olarak Çizelge 1'de sunulmuştur. Karpuz çekirdeği yağı değerleri, yapılan tüm araştırma çalışmalarında elde edilen verilere ait sınır değerler ile ifade edilmiştir.

Yağların bir diğer önemli kalite kriteri, işleme ve depolama esnasında oksidasyona karşı direncini ifade eden oksidatif stabilitedir (35). Oksidatif

stabilite katı ve sıvı yağların kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (36). Belirtildiği gibi sabunlaşmayan madde miktarı, iyot sayısı, yağ asidi bileşimi, tokoferol içeriği gibi değerler oksidasyon stabilitesi hakkında bilgi verse de, bu amaca yönelik olarak genellikle peroksit değeri,  $\rho$ -anisidin analizi, toplam oksidasyon analizi (Totox-Totoks), UV ışığında özgül soğurma analizi, fırın testi (Schaal Oven), aktif oksijen metodu (AOM, Ransimat metodu) gibi analizler ve bunlardan elde edilen değerler kullanılmaktadır (16, 19, 20, 37, 38).

Karpuz çekirdeği yağı, yeni bir alternatif ürün olma potansiyeli taşıdığı için oksidasyon parametreleri üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır. Literatürdeki çalışmalarda yağın peroksit değeri,  $\rho$ -anisidin değeri, yağ asidi bileşimi, UV ışığında özgül soğurma değeri ve toplam tokoferol içeriği belirlenmiştir (14, 16, 24).

Literatürdeki araştırmalarda karpuz çekirdeği ham yağının peroksit değerlerinin genel olarak 2.8 ile 12 meq  $O_2/kg$  arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (13, 19, 25). Ancak değişik coğrafi bölgelerdeki çeşitli varyasyonlarda daha yüksek değerlere de rastlamak mümkündür (24). Peroksit değeri yağların oksidatif ransiditesinin bir ölçüsüdür ve bu değer düşük olması karpuz çekirdeği yağının yüksek oranda iz element içermediğini (özellikle bakır) ve otooksidasyonu hızlandırıcı bir etken olan nem değerinin kabul edilebilir bir seviyede olduğunu göstermektedir (25, 26).

$\rho$ -anisidin ( $\rho$ -AV) değeri yağlarda bulunan sekonder parçalanma ürünlerinden özellikle aldehitlerin (2-alkenaller ve 2,4-dienaller) miktarını belirlemektedir. Diğer bir ifade ile triaçilgliserollerdeki (TAG) yüksek molekül ağırlıklı doymuş veya doymamış karbonil bileşiklerinin seviyesini ölçmektedir. Anisidin değeri, çoğu kez peroksit değeri ile birleştirilerek toplam oksidasyon değeri ya da totoks değeri (2PV +  $\rho$ -AV) olarak da kullanılmaktadır (36).

Çizelge 1. Karpuz çekirdeği yağı ve diğer bazı bitkisel yağların kimyasal özellikleri (13, 14, 24, 34)

| Yağ Örneği    | ÖA          | RI          | IS      | SS      | SMM  |
|---------------|-------------|-------------|---------|---------|------|
| Karpuz Ç.Yağı | 0.850-0.930 | 1.350-1.460 | 58-114  | 148-255 | <3.0 |
| Ayçiçek Yağı  | 0.915-0.919 | 1.472-1.474 | 125-136 | 188-194 | <1.5 |
| Zeytin Yağı   | 0.909-0.915 | 1.460-1.470 | 80-88   | 184-196 | <1.5 |
| Mısır Yağı    | 0.915-0.920 | 1.470-1.474 | 103-128 | 187-193 | <2.0 |
| Pamuk Yağı    | 0.916-0.918 | 1.468-1.472 | 99-113  | 189-198 | <1.5 |
| Susam Yağı    | 0.914-0.919 | 1.470-1.474 | 103-116 | 188-195 | <1.8 |
| Soya Yağı     | 0.917-0.921 | 1.470-1.476 | 120-140 | 189-195 | <7.5 |

ÖA: Özgül Ağırlık, RI: Refraktif İndeks, IS: İyot Sayısı (g  $I_2/100g$ ), SS: Sabunlaşma Sayısı (%), SMM: Sabunlaşmayan Madde Miktarı (%)

Karpuz çekirdeği yağının  $\rho$ -anisidin değeri, 5.60-7.70 aralığında tespit edilmiştir. Bitkisel yağların kaliteli olarak kabul edilebilmesi için  $\rho$ -anisidin değerinin bazı kaynaklarda 10, bazı kaynaklarda ise 2'nin altında olması gerektiği yer almıştır (39, 40). Elde edilen sonuçlar, bu limitler doğrultusunda karpuz çekirdeği yağının ikincil oksidasyona karşı makul bir stabilite gösterdiğini ortaya koymuştur (14).

Toplam oksidasyon değeri; yemeklik yağların depolanması esnasında yağın oksidasyon değerinin doğru olarak belirlenebilmesi ve bunun sayısallaştırılması için kullanılmaktadır (41). Ancak literatürde depolama sürecinin karpuz çekirdeği yağının totoks değerini nasıl etkilediğine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu durum karpuz çekirdeği ham yağının depolama öncesindeki peroksit ve  $\rho$ -anisidin değerinden, sadece başlangıçtaki toplam oksidasyon değerine ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Raziq ve ark. (14) tarafından yapılan çalışmada elde olunan peroksit ve  $\rho$ -anisidin değerleri kullanılarak bu değer 11.4-17.82 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Literatürdeki çalışmalarda karpuz çekirdeği ham yağının peroksit ve  $\rho$ -anisidin değerinin tavsiye edilen kritik limitlere uygun olması, başlangıçtaki toplam oksidasyon değerinin de düşük olmasını sağlamaktadır. Bu değer düşük olması da yağın iyi bir başlangıç kalitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Spektrofotometrik ölçümler gıdaların kalitesinin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yağların "UV ışığında özgül soğurma değeri" yani 232 ve 270 nm'de ölçülen özgül absorbans değerleri, oksidasyona karşı dayanıklılıklarının ölçütü olarak değerlendirilen önemli bir diğer kalite kriteridir (42). Yağların  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerindeki artış; oksijen alımı, oksidasyonun erken safhalarındaki peroksit oluşumu ve aynı zamanda linoleik asidin degradasyon hızı ile doğru orantılıdır (43). Karpuz çekirdeği yağının karakterizasyonuna yönelik yapılan bir çalışmada, 4 farklı karpuz türünün çekirdeğinden elde edilen ham yağın 232 ve 270 nm'deki özgül absorbans değerleri sırasıyla 2.90-4.40 ve 2.05-3.09 değerleri arasında bulunmuştur (14). Elde edilen bu bulgular aynı familyadan kabak çekirdeği yağı ile karşılaştırıldığında, değerler arasında önemli bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır (38).

## KARPUZ ÇEKİRDEĞİ YAĞININ BESİN PROFİLİ

Temel besin maddelerinden olan ve insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yağlar, insan organizması için gerekli olan ve insanların yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesinde beslenme zinciri içerisinde mutlaka yer alması gereken ana besin maddelerindedir (44). Yağlar, insan vücudundaki temel yaşamsal fonksiyonlara katılmalarının yanı sıra, yağ asidi bileşimleri, içerdikleri yağda çözünen vitaminler ve diğer besin bileşenleri ile yegâne kaynak durumundadırlar (45). Ancak, tabiatıyla yağ kaynağına bağlı olarak besin içeriği de değişim göstermektedir.

Karpuz çekirdeği yağı, ana bileşen olarak, yüksek seviyede doymamış yağ asitlerini (%68-82) ihtiva etmektedir. İçermiş olduğu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (%56-65) ve oleik asit (%13-19) başat yağ asitleridir. Toplam doymuş yağ asidi oranı ise %18-28 olup, bunun %9-11'ini palmitik asit ve geri kalanını stearik asit oluşturmaktadır (14, 20, 23, 46). Wani ve ark. (16) tarafından yapılan bir çalışmada, 2 farklı karpuz varyasyonunun çekirdeklerinden elde edilen ham ve rafine yağın, ortalama yağ asidi bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir.

Karpuz çekirdeği yağının yağ asidi içeriğinin; oleik, linoleik, palmitik ve stearik asit olmak üzere dört ana yağ asidinden oluştuğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda farklı karpuz çeşitlerinden elde edilen yağlara ait başat yağ asitlerinin aynı olduğu fakat oransal farklılıklar görülebildiği tespit edilmiştir. Büyük miktarda linoleik ve oleik yağ asidi içermesi nedeniyle, karpuz çekirdeği yağı gıda olarak tüketime uygun niteliktedir. İçerdiği yağ asidi bileşimi margarin üretiminde kullanımına da imkan vermektedir. Ayrıca, kendine has tat ve aroma karakteristikleri nedeniyle salata yağı olarak da tüketilebilmektedir (46).

Karpuz çekirdeği yağı damarlarda birikerek damar sertleşmesine neden olan kolesterolü (%0) içermemektedir. Karpuz çekirdeği yağının önemli miktardaki linoleik asit içeriği, çeşitli hastalıklar için potansiyel bir kür özelliği sağlamakta ve ayrıca diğer yağlara göre kardiyovasküler bir seçenek sunmaktadır (9). Benzer şekilde, yeterli bir omega-6 (linoleik asit) konsantrasyonu, potansiyel olarak yararlı bir gıda katkı maddesi şeklinde kullanılabilir. Bunun yanı sıra hamile bayanlarda, bebeğin büyümesi, beyin gelişimi, öğrenme ve

Çizelge 2. Ham ve rafine karpuz çekirdeği yağına ait yağ asidi bileşimi (16)

| Yağ Asidi                             | Ham Yağ     | Rafine Yağ  |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Doymuş Yağ Asidi (%)                  | 14.64-16.51 | 13.70-17.49 |
| Kaprilik asit (C <sub>8:0</sub> )     | 0.02-0.03   | 0.03-0.05   |
| Kaprik asit (C <sub>10:0</sub> )      | 0.02        | 0.01-0.02   |
| Miristik asit (C <sub>14:0</sub> )    | 0.05-0.07   | 0.06-0.07   |
| Palmitik asit (C <sub>16:0</sub> )    | 9.18-9.48   | 8.24-9.28   |
| Stearik asit (C <sub>18:0</sub> )     | 4.84-7.08   | 5.12-7.94   |
| Eikosanoik asit (C <sub>20:0</sub> )  | 0.13-0.17   | 0.12-0.20   |
| Dokosanoik asit (C <sub>22:0</sub> )  | 0.02-0.04   | 0.02-0.03   |
| Monoen doymamış yağ asitleri (%)      | 15.27-19.94 | 15.79-20.97 |
| Palmitoleik asit (C <sub>16:1</sub> ) | 0.16-0.23   | 0.22-0.23   |
| Oleik asit (C <sub>18:1</sub> )       | 14.85-19.32 | 15.41-20.18 |
| Erüsik asit (C <sub>22:1</sub> )      | 0.19-0.46   | 0.16-0.56   |
| Polien doymamış yağ asitleri (%)      | 64.58-66.61 | 65.26-67.32 |
| Linoleik asit (C <sub>18:2</sub> )    | 64.45-66.49 | 65.14-67.19 |
| Linolenik asit (C <sub>18:3</sub> )   | 0.12-0.13   | 0.12-0.13   |

davranış kazanmasında omega-3 ve omega-6 yağ asitleri bakımından yüksek bir gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca, bebeklerin ihtiyaç duyduğu temel yağ asitlerini alabilmesi için, emziren bayanların bu yağ asitlerinin alımını arttırması gerekmektedir (26).

Karpuz çekirdeği yağı diğer bitkisel yağlarda olduğu gibi yağda çözünen vitaminler açısından önemli bir kaynaktır. Öncelikli olarak tokoferol içeriği bakımından zengindir. Tokoferoller bitkisel yağlarda doğal olarak bulunan fenolik bileşiklerdir ve aynı zamanda serbest radikalleri inhibe ederek oksidasyona karşı koruma sağlamaktadır (47). Bitkisel ürünlerin çekirdeklerden elde edilen yağların tokoferol içermesi, antioksidan etkileri bakımından ve insan metabolizmasındaki pozitif etkilerinden dolayı önem taşımaktadır (48). Ayrıca, depolama ve işleme sırasında bitkisel yağların oksidatif stabilitesine önemli katkılar sağlayan minör bileşenlerdir (29, 49).

Raziq ve ark. (14) tarafından yapılan bir çalışmada; 4 farklı karpuz türünün çekirdek ham yağlarındaki toplam tokoferol miktarının 131.1-222.6 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre toplam tokoferolün önemli bir kısmını ise  $\alpha$ -tokoferolün (120.62-195.60 mg/kg) oluşturduğu belirlenmiştir. Bu durum, karpuz çekirdeği ham yağının iyi bir E vitamini kaynağı olduğunu göstermektedir. Diğer bitkisel yağların  $\alpha$ -tokoferol içeriği ile karşılaştırıldığında ise kabak çekirdeği, palm ve Hindistan cevizi yağından daha yüksek, soya ve pamuk tohumu yağı ile aynı seviyede olduğu görülmektedir (50). Karpuz

çekirdeği yağındaki  $\delta$ - tokoferol miktarı ise 9.08-58.29 mg/kg arasında tespit edilmiş olup, elde edilen bu değer soya, susam ve aynı familyadaki kabak çekirdeği yağından düşük ancak Hindistan cevizi, palm ve ayçiçeği yağından daha yüksektir (14, 50, 51).

Karpuz çekirdeği yağının mineral madde bileşimini inceleyen sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Mevcut bu çalışmalarda, karpuz çekirdeği yağının Ca, Mg, Fe, ve Zn bakımından zengin olduğu ortaya koyulmuştur (13, 26). Araştırmalarda, özellikle magnezyum (11 mg/g) ve demir (3.3-7.5  $\mu$ g/mL) içeriğinin yüksek olduğu ifade edilmiştir (13).

## SONUÇ

Tüm dünyada, bitkisel yağlara olan talebin artması, üretim için yeni ve atıl bitki kaynaklarının keşfedilmesine yönelik çalışmaları arttırmıştır. Bu nedenle, pek çok meyvenin çekirdek yağı, gıda sektöründe veya diğer sektörlerde yeni bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Son zamanlarda karpuz çekirdeği de bu alana yönelik çeşitli araştırmaların konusu olmuştur.

Yakın zamanda çeşitli araştırmalara konu olmuş karpuz çekirdeği yağının kimyasal özellikleri ile rafinasyon ve depolama öncesindeki başlangıç oksidatif göstergelerinin tavsiye edilen kritik limitler içerisinde olduğu görülmektedir. Diğer yandan farklı coğrafi bölgelerde yetişen karpuzların çekirdeklerinden üretilen yağların oksidatif stabilitesi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu durum karpuzun türünden, çekirdeğin fiziksel

özelliklerinden ve kimyasal bileşiminden, yağın üretim aşamasında uygulanan işlemlerden ve çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarca farklılığından kaynaklanmaktadır.

Yapılan araştırmalar karpuz çekirdeği yağının besin içeriğinin de zengin olduğunu göstermiştir. İçeriğinin önemli bir kısmını doymamış yağ asitlerinden olan linoleik asidin oluşturduğu tespit edilmiştir. Klinik çalışmalar ile çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yağların yüksek kolesterolü önlediği, kan basıncını düşürdüğü ve kalp krizi riskini azalttığı bilinmektedir.

Ancak tüm bunların yanı sıra; sterol bileşimi, antioksidan aktivitesi, vitamin içeriği, fenolik bileşik içeriği, renk maddeleri içeriği, antimikrobiyel özellikleri gibi birçok özelliğinin ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Özellikle ülkemizde yetiştirilen karpuz çeşitlerinin çekirdek yağlarına ait herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı çeşitlere ait besin içeriği, kimyasal ve fiziksel özellikler, mikrobiyolojik özelliklerin belirlenmesi ve yöresel farklılıkların ortaya konmasının literatürde önemli bir alana ışık tutacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Munisse P, Andersen SB, Sensen BD, Christiansen JL. 2011. Diversity of Landraces, Agricultural Practices and Traditional Uses of Watermelon (*Citrullus lanatus*) in Mozambique. *Afr J Plant Sci*, 5 (2): 75.
2. FAO 2013. Year Production, Statistics, FAOSTAT, Watermelon Production, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Accessed 28 January 2015).
3. TÜİK 2014. Tarım, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Veri Sorgulama. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi: 28.01.2015).
4. Anonymous. 2011. Production Guidelines, Watermelon (*Citrullus lanatus*). Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of South Africa, 2p.
5. Wehner TC. 2008. Watermelon. Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, and *Cucurbitaceae*. Springer Science and Business LLC, New York, USA.

6. Lim TK. 2012. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants, In: *Fruits*. Volume 2, Springer Science& Business Media, 179- 190.
7. Adewuyi A, Oderinde RA, Ademisoje AO, 2013. Antibacterial activities of nonionic and anionic surfactants from *Citrullus lanatus* seed oil, *Jundishapur J Microbio*, 6 (3): 205-208.
8. Yoo KS, Bang H, Lee EJ, Crosby K, Patil BS, 2012. Variation of Carotenoid, Sugar, and Ascorbic Acid Concentrations in Watermelon Genotypes and Genetic Analysis. *Hor. Environ Biotechnol*, 53 (6): 552-560.
9. Sodeke VA, 2005. Extraction of oil from water melon seed and analysis. *Quarterly Res Service*, 25-30.
10. Johnson JT, Iwang EU, Hemen JT, Odey MO, Efiog EE, Eteng OE, 2012. Evaluation of anti-nutrient contents of watermelon *Citrullus lanatus*. *Ann Biol Res*, 3 (11): 5145-5150.
11. Collins JK, Wu G, Perkins-veazie P, Spears K, Claypool PL, Baker RA, Clevidence BA, 2007. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adult. *Nutr*, 23 (3): 261-266.
12. Tarazona-Díaz MP, Viegas J, Moldao-Martins M, Aguayo E, 2011. Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. *J Sci Food Agr*, 91(5): 805-812.
13. Sabahelkhier MK, Ishag KEA, Sabir Ali, AK, 2011. Fatty acid Profile, Ash Composition and Oil Characteristics of Seeds of Watermelon Grown in Sudan. *Brit J Sci*, 1 (2): 76-80.
14. Raziq S, Anwar F, Mahmood Z, Shahid SA, 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.
15. Ogundele JO, Oshodi AA, Amoo IA, 2012. Comparative Study of Amino Acid and Proximate Composition of *Citrullus colocynthis* and *Citrullus vulgaris* Seeds. *Pakistan J Nutr*, 11 (3): 247-251.
16. Wani AA, Sogi DS, Singh P, Götz A. 2013. Impacts of Refining and Antioxidants on the Physico-Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Watermelon Seed Oil. *J Am Oil Chem Soc*, 90 (9): 1423-1430.

17. Anhwange BA, Ikyenge BA, Nyiatagher DT, Ageh JT. 2010. Chemical analysis of *Citrullus lanatus*, *Cucumcropsis mannii* and *Telfairia occidentalis* seed oils. *J Appl Sci Res*, 6 (3): 265-268.
18. Anonim, 2015. <http://tohumcu.org/index.php?page=teknikbilgi1DetayT&pid=45> (Profesyonellere Teknik Bilgiler-Sebze Türlerinin Sistematiikteki Yeri ve Yetiştiriciliği- *Citrullus lanatus*). (Erişim tarihi: 28.01.2015).
19. Oluba, OM, Ogunlowo YR, Ojeh GC, Adebisi KE, Eidangbe, GO, Isiosio IO, 2008. Physicochemical Properties and Fatty Acid Composition of *Citrullus lanatus* (Egusi Melon) Seed Oil. *J Biol Sci*, 8 (4): 814-817.
20. Baboli ZM, Kordi AAS. 2010. Characteristics and composition of watermelon seed oil and solvent extraction parameters effects. *J Am Oil Chem Soc*, 87 (6): 667-671.
21. Gökseven A. 2013. Çerezlik Potansiyeli Olan Karpuz Gen Kaynaklarının Verimliliği ile Meyve ve Tohum Kalitesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 5s.
22. Anonim, 2015. <https://www.ciftcizade.com.tr/urunler/karpuz-cekirdegi-yagi/> (Tıbbi Bitkisel Yağlar-Karpuz Çekirdeği Yağı). (Erişim tarihi 28.01.2015).
23. Rai A, Mohanty B, Bhargava R. 2015. Modeling and response surface analysis of supercritical extraction of watermelon seed oil using carbon dioxide. *Separ Purif Technol*, 141: 354-365.
24. Essien AE, Eduok MU. 2013. Chemical analysis of *Citrullus lanatus* seed oil obtained from Southern Nigeria. *Elixir Org Chem*, 54: 12700-12703.
25. Oyeleke GO, Olagunju EO, Ojo A. 2012. Functional and Physicochemical Properties of Watermelon (*Citrullus Lanatus*) Seed and Seed-Oil. *J Appl Chem*, 2 (2): 29-31.
26. Garba ZN, Galadima A, Siaka AA. 2014. Mineral Composition, Physicochemical Properties and Fatty Acids Profile of *Citrullus Vulgaris* Seed Oil. *Res J Chem Sci*, 4 (6): 54-57.
27. Gunstone FD. 2011. Vegetable Oils in Food Technology-Composition, Properties and Uses. 2nd edition, Wiley&Sons Publication, (4),123.
28. Agbaire PO. 2012. Quality assessment of palm oil sold in some major markets in Delta State, southern Nigeria. *Afr J Food Sci Technol*, 3 (9): 223-226.
29. Rossell JB.1991. Vegetable oil and fats. In: *Analysis of Oilseeds, Fats and Fatty Foods*. Rossell, J.B. and Pritchard, J.L.R. (chief eds), Elsevier Applied Science, 261-327.
30. Alireza S, Tan, CP, Hamed M, Che Man YB. 2014. Effect of frying process on fatty acid composition and iodine value of selected vegetable oils and their blends. *Am J Food Sc. Tech*, 2 (5): 162-174.
31. Mabaleha M, Mitei Y, Yeboah SA. 2007. A comparative study of the properties of selected melon seed oils as potential candidates for development into commercial edible vegetable oils. *J Am Oil Chem Soc*, 84 (1): 31-36.
32. Falade OS, Obuseh V. 2014. Evaluation of Physicochemical Properties and Total Phenol Contents of Watermelon (Rothmas and Sugar Baby) Seed Oils. *IJS*, 16 (2): 257-263.
33. Fontanel D. 2013. Unsaponifiable Matter in Plant Seed Oils. Springer Science&Business Media, Heidelberg, (1): 2.
34. Nas S, Gökalp HY, Ünsal M. 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No: 005: 51-62.
35. Guillen MD, Cabo N. 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chem*, 77 (4): 503-510.
36. Moigradean D, Poiana MA, Gogoasa I. 2012. Quality characteristics and oxidative stability of coconut oil during storage. *JAPT*, 18 (4): 272-276.
37. Dıraman H, Söbüçovalı S, Yüksel F. 2015. Çeşitli Bölgelerde Üretilen Gemlik Çeşidi Natürel Zeytinyağlarında Oksidatif Stabilite ve Yağ Asidi Bileşenleri. *GTED*, 40 (2): 93-100.
38. Ardabili GA, Farhoosh R, Khodaparast HMM. 2011. Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* Subsp. *Pepo* var. *Styriaka*) grown in Iran. *J Agr Sci Tech*, 13: 1053-1063.
39. Rossell JB. 1989. Measurement in rancidity. In: *Rancidity in food*. Hamilton R.J. (chief ed), 2nd edition, Elsevier Applied Science, 23-52.
40. Subramaniam R, Nandinim KE, Sheila PM, Gopalakrishna AG, Raghavarao KSMS, Nakajima M, Kimura T, Maekawa T. 2000. Membrane processing of used frying oil. *J Am Oil Chem Soc*, 77 (3): 323-328.

41. Ngando EGF, Mpondo MEA, Dikotto EEL, Koono P. 2011. Assessment of the quality of crude palm oil from smallholders in Cameroon. *J. Stored Prod. Postharvest Res*, 2 (3): 52-58.
42. Abbadi J, Afaneh I, Ayyad Z, Al-Rimawi F, Sultan W, Kanaan K. 2014. Evaluation of the effect of packaging materials and storage temperatures on quality degradation of extra virgin olive oil from olives grown in Palestine. *Am J Food Sci Tech*, 2 (5): 162-174.
43. Poiana MA. 2012. Enhancing Oxidative Stability of Sunflower Oil during Convective and Microwave Heating Using Grape Seed Extract. *Int J Mol Sci*, 13 (7): 9240-9259.
44. Sarwar MF, Sarwar MH, Sarwar M, Qadri NA, Moghal S. 2013. The role of oilseeds nutrition in human health: A critical review. [http://www.academicjournals.org/article/article1382541802\\_Sarwa%20et%20al.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1382541802_Sarwa%20et%20al.pdf). (Accessed 17 March 2015).
45. FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition, Report of an expert consultation, Food and Nutrition, 91.
46. Conto LC, Gragnani MAL, Maus D, Ambiel HCI, Chiu MC, Grimaldi R, Gonçalves LAG. 2011. Characterization of crude watermelon seed oil by two different extractions methods. *J Am Oil Chem Soc*, 88 (11): 1709-1714.
47. Elisia I, Young JW, Yuan YV, Kitts DD. 2013. Association between tocopherol isoform composition and lipid oxidation in selected multiple edible oils. *Food Res Int*, 52 (2): 508-514.
48. Ju J, Picinich SC, Yang Z, Zhao Y, Suh N, Kong AN, Yang CS. 2010. Cancerpreventive activities of tocopherols and tocotrienols. *Carcinogenesis*, 31 (4): 533-542.
49. Seppanen CM, Song Q, Csallany AS. 2010. The Antioxidant Functions of Tocopherol and Tocotrienol Homologues in Oils, Fats, and Food Systems. *J Am Oil Chem Soc*, 87 (5): 469-481.
50. USDA. 2015. Oilseeds: World Markets and Trade <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. (Accessed 08 February 2015).
51. Stevenson DG, Eller FJ, Wang L, Jane J, Wang T, Inglett GE. 2007. Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars. *J Agri Food Chem*, 55 (10): 4005-4013.