

HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
AKADEMİK BİLİM DERGİSİ

**HARRAN
ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK DERGİSİ**

HARRAN UNIVERSITY
JOURNAL OF ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

Şanlıurfa Biber Tohumu Yağının Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Mineral İçeriğinin Belirlenmesi

Determination of Fatty Acid Composition and Mineral Content of Şanlıurfa Pepper Seed Oil

Yazar(lar) (Author(s)): Şahabettin DAĞHAN¹, Hasan VARDİN²

¹ ORCID ID: 0000-0001-9678-3529

² ORCID ID: 0000-0001-6552-2713

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Dağhan Ş., Vardin H., “Şanlıurfa Biber Tohumu Yağının Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Mineral İçeriğinin Belirlenmesi”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(3): 49-57, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



Şanlıurfa Biber Tohumu Yağının Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Mineral İçeriğinin Belirlenmesi

Şahabettin DAĞHAN¹, * Hasan VARDİN²

¹Şanlıurfa Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, ŞANLIURFA

²Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ŞANLIURFA

Öz

Makale Bilgisi

Başvuru: 22/05/2019

Düzeltilme: 26/11/2019

Kabul: 28/11/2019

Anahtar Kelimeler

Biber tohumu
Soğuk pres
Yağ asitleri bileşimi
Mineraller

Keywords

Pepper seed
Cold pres
Fatty acid composition
Minerals

Gıda kaynaklarının doğru ve etkin kullanımı artan nüfus sebebi ile her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu sebeple gıda kaynaklarından maksimum faydalanılarak minimum atık elde edilmesi ve elde edilen atıkların da katma değeri yüksek gıdalara işlenmesi gıda endüstrisinin temel prensiplerinden biri olmuştur. Kırmızıbiber (*Capcicum annuum* L.) Şanlıurfa yöresinde yaygın olarak yetiştirilen ve endüstriyel olarak salça, isot ve pul biberine işlenen bir meyvedir. İşleme sırasında sap ve tohum kısımları meyveden ayrılmakta ve atık olarak nitelendirilmektedir. Bu çalışmada Şanlıurfa biberinin atıklarının değerlendirilmesi amacı ile biber tohumlarından soğuk pres yöntemi ile yağ elde edilmiş ve bu yağın bir takım kalite özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla biber tohumunda renk, su aktivitesi, bin dane ağırlığı, boyut, kül, ham selüloz, ham protein ve ham yağ, soğuk presle elde edilen yağda ise yağ asidi ve mineral içeriği belirlenmiştir. Taze biberde % 6.3 tohum, elde edilen tohumda ise % 59.2 nem belirlenmiştir. Kurutulmuş biber tohumunda nem % 5.4, kuru bazda ham kül % 4.0, ham selüloz % 40.0, ham protein % 20.8, metabolik enerji 2 545.7 kcal/kg, ham yağ % 20.4 olarak belirlenmiştir. Üretilen yağın yağ asidi kompozisyonu % 74.1 linoleik asit, % 11.2 palmitik asit, % 10.4 oleik asit iken, mineral içeriği de 310 170.0 µg/kg fosfor, 56 5550.0 µg/kg kalsiyum, 39 850.0 µg/kg sodyum, 25 220.0 µg/kg potasyum, 11 040.0 µg/kg magnezyum ve 5879.7 µg/kg demir olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Şanlıurfa biber tohumunun gıda endüstrisinde yağ üretimi için kullanılabileceği üretilen yağların ise yağ asitleri ve mineral içeriği bakımından tüketilebilir olduğu kanıtlanmıştır.

Determination of Fatty Acid Composition and Mineral Content of Şanlıurfa Pepper Seed Oil

Abstract

Proper and effective usage of food resources come into prominence due to the increasing population. For this reason, it is one of the basic principles of the food industry to obtain minimum waste by making maximum use of food resources and to process the obtained wastes into foods with high added value. Red pepper (*Capcicum annuum* L.) is a fruit that is widely cultivated in Şanlıurfa region and processed industrially in pepper paste, isot and pepper flakes. During processing, the stem and seed parts are separated from the fruit and considered as waste. In this study, oil was obtained from pepper seeds by cold press method in order to evaluate the wastes of Şanlıurfa pepper and the some quality parameters of this oil was investigated. For this purpose color, water activity, thousand grain weight, size, ash, crude cellulose, crude protein and crude oil of pepper seed, and the fatty acid composition and mineral contents of the obtained oil by cold pres were determined. 6.3 % seed in fresh pepper, and 59.2 % moisture in obtained seed were revealed. The moisture content of dried pepper seed was 5.4%, dry ash 4.0%, crude cellulose 40.0%, crude protein 20.8%, metabolic energy 2 545.7 kcal / kg and crude oil 20.4% on dry basis. The fatty acid compositions of produced oil were determined as % 74.1 linoleic acid, % 11.2 palmitic acid and % 10.4 oleic acid, while the mineral content was 310 170.0 µg/kg phosphorus, 56 5550.0 µg/kg calcium, 39 850.0 µg/kg sodium, 25 220.0 µg/kg potassium, 11 040.0 µg/kg magnesium and 5879.7 µg/kg iron. As a result, it has been proved that Şanlıurfa pepper seed can be useful for oil production in the food industry and the produced oils are consumable in terms of fatty acids and mineral content.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasının *Capsicum* cinsinden olan biber bitkisi genellikle ılıman bölgelerde yetişen tek yıllık bir süs bitkisidir [1]. Türüne göre değişmekle beraber, meyvesi 1-25 cm arası uzunlukta, sarı, kırmızı, erguvani ve yeşilin değişik tonlarındaki renklerde ve değişik şekillerde olabilmektedir. Biber, kutup bölgeleri dışında neredeyse dünyanın her yerinde yetişebilmektedir. Ancak en iyi gelişim gösterdiği sıcaklık aralığı 15-32 °C'dir [2]. Biber günlük yemeklerde, salatalarda, soslarda, salçalarda, konservelede ve hazır endüstriyel gıda ürünlerinde tüketildiğinden önemli bir gıda maddesidir. Biber, türüne, yetiştiği bölgeye, iklim koşullarına, sulama rejimine, gübreleme kalitesine, erken veya geç hasat edilmesine göre değişebilmekle beraber genel olarak bünyesinde C vitamini başta olmak üzere E, B₁, B₂, B₃ ve A vitaminlerini, Ca, Fe, Mg, P, S ve Na minerallerini, kapsantin, β-karoten, kriptokapsin, zeaksantin, sarı ve kırmızı renk pigmentleri başta olmak üzere birçok karotenoidi, gallik asit, vanilik asit, resveratrol, kateşinhidrat fenolik maddelerini barındırmaktadır. Aynı türden olsa da genellikle yetiştiği bölgeden adını alan farklı birçok biber çeşidi karşımıza çıkabilmektedir. Türkiye'de Şanlıurfa, Kahramanmaraş, Hatay ve Bursa biberleri buna örnek gösterilebilir. Bunlardan Şanlıurfa biberi, *Capsicum annuum* L. cinsine giren, 8-20 cm uzunlukta, kırmızı ve dolmalık olarak tabir edilen biber türlerinden biridir [3]. Şanlıurfa biberi genellikle baharatlık olarak tüketilir. Ancak bunun yanında salça, turşu ve kurutmalık olarak da tüketilmektedir. Şanlıurfa'da üretilen Şanlıurfa biberi, 2018 yılı verilerine göre 227 380 ton olan Türkiye'nin baharatlık kırmızıbiber üretiminin % 43'ünü (98 250 ton) teşkil etmektedir [4]. Kırmızıbiberin tüketilen kısmı sap ve tohum dışında kalan meyvenin kırmızı ve etli kısmıdır. Biberin geriye kalan sap ve tohumu ise atılmakta veya kullanılan kısmına göre ekonomik değeri düşük sayılabilecek şekillerde değerlendirilmektedir. Oysa sebze ve meyvelerin tohumlarında farklı miktarlarda olsa da yağ, protein, karbonhidrat gibi değerli bileşenlerin bulunabildiği bilinen bir gerçektir. Bu çalışmada Şanlıurfa biberi tohumu atılmak veya tüketilen kısmına göre yem ve gübre üretimi gibi ekonomik olarak düşük değerde sayılabilecek şekillerde tüketilmek yerine soğuk pres yöntemiyle yağa sıkılmış, elde edilen yağın gıda olarak tüketime uygunluğunun belirlenmesini sağlayabilecek kalite özelliklerinden bazıları araştırılmıştır. Bunun için Şanlıurfa biberi tohumundan soğuk pres ve sokselet yöntemiyle yağ elde edilmiş ve elde edilen yağın karakterizasyonunda önem teşkil eden özelliklerden yağ asitleri kompozisyonu ve mineral içeriği belirlenmiştir.

1. MATERYAL VE METOT

1.1. Materyal

Şanlıurfa biberi (*Capsicum annuum* L.) ve biber tohumları, Şanlıurfa Organize Sanayii Bölgesinde faaliyet gösteren ve Şanlıurfa biberi yetiştiriciliği ile biber işleme faaliyetleri yapan "Akpol İsoT" firmasından temin edilmiştir.

Analizlerde kullanılan analitik saflıktaki kimyasal maddeler ve "Supelco 37 Component FAME Mix" 37 bileşenli yağ asitlerinin metil esterleri standart karışımı Merck (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

1.2. Örneğin Hazırlanması

Tohumlardan organik ve inorganik safsızlık öğeleri olan yaprak, biber parçası, dal, sap, taş, toprak, haşere ve kuş pisliği gibi öğeler elek ve el ile giderilmiştir.

1.3. Biber Tohum Oranının Belirlenmesi

El ile parçalanmış biberlerin sap, tohum ve meyve kısmının ağırlığı ayrı ayrı hassas terazi ile tartılarak tohum miktarının bütün halindeki biber meyvesine oranı (%) belirlenmiştir.

1.4. Nem Tayini

Nem tayini TS EN ISO 712 [5] standartına göre yapılmıştır. Buna göre açık havada kurumuş halde satın alınmış tohumlar laboratuvar tipi değirmen (IKA-Werke M20, Almanya) ile 1 dk. öğütülmüştür. 1mm açıklıktaki elekten geçirilen tohum unundan 5g ± 1g miktarında alınarak kurutulmuş ve darası alınmış çelik kurutma kabına aktarılmıştır. Kaplar 130°C'deki etüvde 2 saat boyunca ağız açık olarak tutulmuştur. Daha sonra 40 dk. desikatörde soğumaya bırakılan kaplar 0.001g duyarlılıkta tartılmıştır. Veriler kullanılarak tohumdaki nem düzeyi hesaplanmıştır. Aynı işlem taze tohumda öğütme işlemi yapılmadan gerçekleştirilmiştir.

$$M_0 = 100 \times (W_C + W_S - W_T) / W_S$$

M_0 : Tohum nemi (%).

W_C : Kurutma kabının ağırlığı (g).

W_T : İşlem sonrası kap ve tohumun toplam ağırlığı (g).

W_S : Tohum miktarı (g).

1.5. Kül Tayini

Kül tayini TS EN ISO 2171 [6] standartına göre yapılmıştır. Nem tayini için öğütülerek elekten geçirilmiş olan numuneden 5 g alınarak 900°C’da fırında 15 dakika tutulup, desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan krozeze konmuştur. 1-2 ml etil alkol ile ıslatılan ve usulüne uygun olarak kül fırınında (Protherm, Türkiye) 900 °C’de 2 saat yakılan numune, krozesiyle beraber desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır. Kül miktarı veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K = 100 \times ((W_T - W_C) \cdot 100) / ((100 - M_0) \cdot W_S)$$

K : Kuru madde bazında kütlece kül miktarı (%)

M_0 : Tohum nemi (%).

W_C : Kurutma kabının ağırlığı (g).

W_T : İşlem sonrası kap ve tohumun toplam ağırlığı (g).

W_S : Tohum miktarı (g).

1.6. Renk Tayini

Nem tayini için öğütülerek elekten geçirilmiş olan örneklerin L, a, b renk değerleri Lovibond marka (ABD) renk tayin cihazıyla doğrudan belirlenmiştir.

1.7. Su Aktivitesi Tayini

Nem tayini için öğütülerek elekten geçirilmiş olan örneklerden alınarak Novasina marka (İsviçre) su aktivitesi tayin cihazının haznesine yerleştirilmiş ve su aktivitesi değerleri belirlenmiştir.

1.8. Boyut tayini

Tohumların çap ve kalınlıkları 150 mm’lik Mitutoyo (Japonya) marka dijital kumpasla ölçülmüştür.

1.9. Bin tane kütlesi tayini

Tohumlarda bin tane kütlesi tayini TS EN ISO 520 [7] standartına göre yapılmıştır. Numunelerden yaklaşık 500 tanelik bir miktar gelişigüzel alınmış, 0.01 g yaklaşımla tartılmış ve daha sonra sayılmıştır. Tohum bin tane kütlesi (g), alınan tohum miktarının (g) tohum sayısına bölünmesi ve sonucun 1000 ile çarpılması ile bulunmuştur.

1.10. Ham protein tayini

Ham protein tayini AOAC 992.23 [8] standartı analiz yöntemi olarak kullanılmıştır. Nem tayini için öğütülüp elekten geçirilen numuneden (yaklaşık 100-130mg) tartılıp DUMAS protein/nitrojen analiz cihazında (Velp Scientifica, İtalya) yüksek sıcaklıkta (850 - 950 °C) saf oksijenle (% 99.99) yakılmış, açığa çıkan azot miktarı ölçülmüş, elde edilen değer uygun protein faktörüyle çarpılarak sonuç % protein olarak elde edilmiştir.

1.11. Ham selüloz tayini

Nem tayini için öğütülüp elekten geçirilmiş ve homojen hale getirilmiş analiz numunesinden yaklaşık 1g kadar örnek, numune torbasına tartılmıştır (m_0). Torba cam kartuşlara yerleştirilmiş, aseton ile yıkama yapılmış ve Gerhardt marka (Almanya) selüloz cihazına yerleştirilmiştir. Otomatik olarak öncelikle 0.13 M H_2SO_4 çözeltisiyle, akabinde 0.23 M KOH çözeltisi ile muamele edilmiş, cihazda yıkama işlemi de bittikten sonra numune torbaları cam kartuşlardan çıkarılmıştır. Porselen krozelere yerleştirilen numune torbaları 130°C de 4 saat kurutulmuştur. Krozeler desikatöre alınmış ve soğutulmuş tartılmıştır (m_1). Porselen krozeler kül fırına alınmış ve 600 °C de 4 saat yakılmıştır. Krozeler desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır (m_2). Ham selüloz miktarı (%) veriler kullanılarak hesaplanmıştır [9].

Ham selüloz miktarı (%) = $100 \times (m_1 - m_2 - t_1) / m_0$
 m_0 = Alınan numune miktarı (g)
 m_1 = 1. Tartım (g)
 m_2 = 2. Tartım (g)
 t_1 = Numune torbası (g)

1.12. Metabolik enerji tayini

Metabolik enerji tayini TS 9610 [10] standartına göre yapılmıştır. Ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül ve nem değeri bilinen tohumların metabolik enerjileri aşağıdaki ME (Metabolik enerji (kcal/kg) denklemi ile hesaplanmıştır.

ME (kcal/kg OM) = $3260 + (0.455 \times \text{HP}) - (4.037 \times \text{HS} + 3.517 \times \text{HY})$
ME : Metabolik enerji (kcal/kg)
HP : Ham Protein (%)
HY : Ham Yağ (%)
HS : Ham Selüloz (%)

1.13. Toplam Yağ Tayini

Tohumlardaki toplam yağ miktarı bazı değişikliklerle TS EN ISO 11085 [11] metoduna göre tespit edilmiştir. Çözücü olarak n-hegzan kullanılmıştır. Metoda göre ekstraksiyon kartuşu boş halde iken $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ de yarım saat kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş ve sonrasında tartılmıştır. Öğütülüp 1mm'lik elekte elenen yaklaşık 5 g örnek, 1 mg hassasiyetle tartılıp ekstraksiyon kartuşuna aktarılmıştır. Üzeri yağsız hidrofil pamukla kapatılmıştır. Kartuş, Ser-148 (Velp Scientifica, Usmate, İtalya) model solvent ekstraksiyonu cihazına yerleştirilerek n-hegzan ile yaklaşık 4 saat ekstrakte edilmiş ve çözücü damıtılmıştır. Kalıntı içeren kartuş cihazdan çıkartılarak bir buçuk saat boyunca $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ de etüvde tutularak kurutulmuş, desikatörde soğumaya bırakılmış ve tartılmıştır. Tartımlar arasındaki fark 0.01 g'dan az olana kadar kartuş onar dakika süre ile ısıtılıp soğutulularak tartıma devam edilmiştir.

Toplam yağ miktarı (%) = $((m_2 - m_1) / m_0) \times 100$
 m_0 : Başlangıç numune miktarı (g)
 m_1 : Kartuş darası (g)
 m_2 : Kartuş darası (g) + Yağ miktarı (g)

1.14. Soğuk Pres Yöntemi ile Yağ Sıkma İşlemi ve Performansın Hesaplanması

Tohumlardan soğuk pres yöntemi ile yağ sıkma için Sp 4100 (Tuan Makine, Ankara, Türkiye) model soğuk pres cihazı kullanılmıştır. Yaklaşık 2 kg tohum soğuk pres cihazı haznesine yüklenmiş ve darası alınmış 500 ml hacimli behere yağ sıkımı yapılmıştır. Elde edilen yağ önce kaba filtre kağıdıyla, sonra ise Centronic BL II (Selecta, Barselona, İspanya) model santrifüj cihazıyla santrifüj edilerek askıda kalan parçacıklar uzaklaştırılmıştır. Soğuk pres yöntemiyle tohumdan elde edilen yağ miktarı şu şekilde hesaplanmıştır;

Yağ Miktarı (%) = $((m_2 - m_1) / m_0) \times 100$
 m_0 : Başlangıç numune miktarı (g)
 m_1 : Beher darası (g)
 m_2 : Beheri darası (g) + Yağ miktarı (g)

Elde edilen yağlar analizler yapılana kadar ağzı kapalı siyah cam şişelerde $4 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığa ayarlı buzdolabında muhafaza edilmiştir. Tüm ekstraksiyon işlemleri üç tekrarlı yapılmış ve sonuçların ortalamaları \pm standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Soğuk pres cihazının performansı şu şekilde hesaplanmıştır;

Performans (%) = $(\text{SY} / \text{HY}) \times 100$
SY = Soğuk pres yöntemiyle tohumdan elde edilen yağ miktarı (%)
HY = Sokselet yöntemiyle tohumdan elde edilen yağ miktarı (%)

1.15. Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi

Şanlıurfa biber tohumu yağı TS EN ISO 12966-2 [12] standartına göre metil esterlerine dönüştürülmüş ve yağ asitleri kompozisyonu analizi Shimadzu Nexis GC-2030 (Kyoto, Japonya) gaz kromatografisi

cihazıyla yapılmıştır. Cihazda TR-CN100 (100m*0.25mm*0.20µm) kapiler kolon (Teknokroma, Barcelona, İspanya), alev iyonlaşma dedektörü ve taşıyıcı gaz olarak 1 ml/dk. akış hızında oksijensiz azot kullanılmıştır. Cihazda dedektör sıcaklığı 240 °C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 240 °C, numunenin enjeksiyon hacmi 1µl olarak belirlenmiştir. Numune önce fırında 4 dk. boyunca 100 °C'de bekletilmiş, sonraki 15 dk.'da sıcaklığı 230 °C'ye çıkarılmıştır. Numuneye ait piklerin tanımlanması, alıkonma zamanlarının aynı koşullarda analiz edilen Supelco 37 Component FAME Mix marka standart karışımına ait piklerin alıkonma zamanlarıyla karşılaştırılması ile yapılmıştır. Sonuçlar toplam yağ asidi miktarının yüzdesi olarak verilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu analizi üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur.

1.16. Mineral Madde Analizi

Şanlıurfa biber tohumu yağına ait mineral madde analizi DRC II model (Perkin Elmer Ltd, Waltham, Massachusetts, ABD) endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi (ICP-MS) kullanılarak ve örneklerin bitkisel yağlara uygulanan yaş yakma işlemiyle enjeksiyona hazır hale getirilmesi sonucu yapılmıştır [13, 14]. Buna göre 100 ml'lik ölçü balonuna 20 ml yağ örneği konulmuş, üzerine 25 ml nitrik asit (0.1 M) ve 12 ml perklorik asit eklenmiş, berrak çözelti elde edilene kadar kaynatılmış ve 10 dk. soğumaya bırakılmıştır. Tamamen çözünene kadar birkaç defa 10 ml su eklenerek kaynatılmış ve soğutulmuştur. En son çözelti su ile 100 ml'ye tamamlanarak seyreltilmiştir. Analize ait kalibrasyon eğrisi ICP-MSCS-PE3 Perkin Elmer ICP-MS Calibration Standard 3 (Perkin Elmer Ltd, Waltham, Massachusetts, ABD) kullanılarak çizilmiştir. Analiz üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

2.1. Biber Tohumunun Fiziksel Yapısı

Açık havada kurutulmuş olarak alınan Şanlıurfa biber tohumun fizikokimyasal yapısının belirlenmesi ve ayırt edici özelliklerinin ortaya konulabilmesi için tohumda nem (%), ham kül (%), ham selüloz (%), ham protein (%), ham yağ (%), metabolik enerji (kcal/kg), bin tane ağırlığı (g), boyut (mm), su aktivitesi ve renk (L, a, b) analizleri, yapılmıştır. Ayrıca taze biberden elde edilen tohumların miktarı (%) ve tohumların başlangıç nemi belirlenmiştir. Analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1).

Tohumların bünyelerinde barındırdıkları yağ düzeyi yağlık olarak veya farklı amaçlarla değerlendirilip değerlendirilemeyeceklerinin belirlenmesinde önemli bir etkidir. Yağlık tohumlarda yağ oranının yüksek olması aranan başlıca özelliklerdendir.

Biber tohumlarından kuru bazda % 20.4 toplam yağ elde edilmiştir. Benzer olarak paprika cinsi biberlerde yapılan çalışmalarda biber çekirdeğinde ayrı ayrı % 23.4 ve % 19.3 toplam yağ tespit edilmiştir [9,10]. Şanlıurfa biber tohumunda tespit edilen yağ miktarı, ayçekirdeği, aspir, kolza, susam gibi % 40-60 yağa sahip tohumlara göre daha az seviyededir. Ancak mısır, pamuk ve soya (% 4-7, % 17-24, % 18-26 yağ oranına sahip) gibi yağ kaynaklarıyla karşılaştırıldığında biber tohumu daha fazla yağ miktarına sahiptir [15, 16]. Şanlıurfa biber tohumundaki yağ oranı diğer biber türlerine ait tohumlarda yapılan çalışmalarla tespit edilen yağ oranları (% 8.5 – 32.6) ile karşılaştırıldığında [17] yüksek oranda yağ içeren biber tohumları arasındadır. Şanlıurfa biber tohumu, *Capsicum annuum* L. türü kırmızı acı ve tatlı biber tohumlarında yapılan çalışmalarda elde edilen yağ oranlarından da (% 18.39 - % 19.57) daha yüksek yağ miktarına sahiptir (p<0.05) [18, 19, 20]

Yağı sıkılan bir tohumun değerlendirileceği alanın (yem üretimi, biyoyakıt üretimi, gübre üretimi vb.) belirlenmesinde de tohumların içerdikleri protein ve selüloz miktarı önem arz etmektedir. Tohumların yağı sıkılsa oluşan küspede tohumdan geriye önemli miktarda besinsel öğeler kalmaktadır. Biber tohumları şartlar oluştuğunda genellikle yem üretimine katılarak değerlendirilmektedir. Bunlara bağlı olarak da hesaplanan metabolik enerji düzeyi yemin hangi canlıların tüketimine uygun olduğunun belirlenmesi açısından önemlidir. Yemlerde ise selüloz düzeyinin düşük, protein düzeyinin ve metabolik enerji düzeyinin yüksek olması istenir. Metabolik enerji protein, selüloz ve yağ düzeyine bağlı olarak hesaplanır.

Yapılan ham selüloz, ham protein ve ham yağ analizlerinde sonuçlar sırasıyla % 40.0, % 20.8, ve 2 545.7 kcal/kg olarak bulunmuştur.

Şanlıurfa biber tohumundaki protein oranı, [21] *Capsicum annuum* L. türü kapyra biber tohumunda belirttiği ham protein düzeyine (21.5 ± 0.0) istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir ($p > 0.05$). Benzer çalışmalarda biber tohumlarında protein oranı [10] tarafından % 23.6, [19] tarafından % 28.3 ve [22] tarafından ise %19.28 olarak belirtilmiştir. Bu açıdan Şanlıurfa biber tohumundaki yüksek ham protein oranı tohumu endüstriyel olarak değerli kılmaktadır. Şanlıurfa biber tohumu T.C. Yem Yönetmeliğinde belirtilen hayvan besleme faaliyetleri ve hayvandan süt üretim faaliyetleri için belirtilen minimum yem kriterlerinin büyük kısmını içerdiği protein oranı, kül oranı ve metabolik enerji düzeyiyle sağlamaktadır. Ancak selüloz oranı yüksek olması yönüyle belirtilen yem kriterlerine uymamaktadır [23].

Tablo 1. Şanlıurfa biber tohumunun fiziksel yapısı.

Analizler	Sonuç
Biberin tohum oranı (%)	6.3 ± 0.5
Taze tohum nemi (%)	59.2 ± 2.9
Kurutulmuş tohum nemi (%)	5.4 ± 0.1
Ham Kül (% k.b.)	4.0 ± 0.1
Ham Selüloz (% k.b.)	40.0 ± 0.6
Ham Protein (% k.b.)	20.8 ± 0.4
Ham Yağ (% k.b.)	20.4 ± 0.2
Metabolik Enerji (kcal/kg)	2545.7 ± 19.1
Bin dane (g)	4.3 ± 0.1
Boyut: Çap (mm)	4.0 ± 0.1
: Kalınlık (mm)	0.6 ± 0.0
Su aktivitesi	0.2 ± 0.0
Renk	L: 70.3 ± 0.9
	a: 5.8 ± 0.1
	b: 24.2 ± 0.4

k.b.:Kuru bazda

3.2. Soğuk Pres ile Yağ Sıkma İşlemi ve Performansın Hesaplanması

Soğuk pres ile Şanlıurfa biberi tohumundan % 14.8 (kuru bazda) yağ elde edilmiştir. Elde edilen değer tohumda bulunan toplam yağ miktarına oranlandığında soğuk pres ile biber tohumundan yağ elde etme performansı % 72.4 olarak bulunmuştur. Endüstride mekanik vidalı presler ile yağlı tohumlarda bulunan yağın genellikle % 86-92'si alınır [24]. Soğuk presle yağ sıkımında piyasada daha fazla kullanım alanına sahip olan mekanik vidalı preslere göre daha düşük verim elde edilmesi beklenen bir durumdur. Farklı fiziksel ve kimyasal işlemler ile yağlı tohumlarda yağ veriminin daha da arttırılabilmesi mümkündür [25, 26].

3.3. Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi

Şanlıurfa biber tohumu yağının yağ asitleri kompozisyonu analizinde sırasıyla linoleik asit (% 74.1), palmitik asit (% 11.2) ve oleik asit (% 10.4) en fazla miktarda bulunan yağ asitleri olmuştur (Tablo 1). Biber yağında en fazla bulunan linoleik asit, elzem yağ asitlerinin en önemlilerindedir. İnsan vücudunda sentezlenmediğinden gıdalarla hazır alınmalıdır. Eksikliği durumunda vücuttaki birçok fonksiyonda kusur meydana geldiği yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Biber çekirdeği yağı, bulundurduğu yağ asitlerinin oranlarına bakıldığında, pamuk, ayçiçeği, soya ve susam gibi yoğunlukla tüketilen yağların yağ asidi kompozisyonuyla büyük benzerlik göstermektedir [27].

Şanlıurfa biber tohumu yağında bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı 5.0 bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yağların gıda olarak tüketilebilir olması için bu oranın (toplam çoklu doymamış yağ asiti miktarı / toplam doymuş yağ asiti) 2 veya daha üzerinde olması gerekmektedir [28].

Tablo 2. Şanlıurfa biber tohumu yağının yağ asitleri kompozisyonu.

Yağ Asitleri	%
Miristik asit (C14:0)	0.2 ± 0.0
Palmitik asit (C16:0)	11.2 ± 0.1
Palmitoleik asit (C16:1)	0.3 ± 0.0
Heptadekanoik asit (C17:0)	0.1 ± 0.0
Sis-10-Heptadekanoik asit (C17:1)	0.1 ± 0.0
Stearik asit (C18:0)	3.0 ± 0.0
Oleik asit (C18:1n9c)	10.4 ± 0.1
Linoleik asit (C18:2n6c)	74.1 ± 0.5
Araşidik asit (C20:0)	0.2 ± 0.0
Sis-11-Eikosenoik asit (C20:1)	0.3 ± 0.0
Sis-11,14-Eikosadienoik asit (C20:2)	0.1 ± 0.0
Sis-13,16-Dokosadienoik asit (C22:2)	0.1 ± 0.0

Tabloda verilen değerler ortalama ± standart sapma şeklindedir

3.4. Mineral Madde Analizi

Şanlıurfa biber tohumu yağında farklı konsantrasyonlarda 15 farklı minerale rastlanmıştır. Yağın başta fosfor (310 170.0 µg/kg), kalsiyum (56 550.0 µg/kg), sodyum (39 850.0 µg/kg), potasyum (25 220.0 µg/kg) magnezyum (11 040.0 µg/kg) ve demir (5879.7 µg/kg) olmak üzere, sahip olduğu yüksek mineral içeriği dikkate değer bulunmuştur (Tablo 2).

Yapılan çalışmalarda soğuk presle elde edilen farklı türlerde yağlarda (Ayçiçeği, aspir, keten tohumu, fındık, susam, ceviz, badem, kabak çekirdeği, yer fıstığı) yapılan mineral analizlerinde de biber yağındaki oranlara genellikle yakın değerler saptanmıştır [29]. Bu çalışmayla kıyaslandığında Na, P ve Zn açısından biber tohumu yağının analizi yapılan tüm yağlardan daha zengin olduğu, bunun yanında Al, Pb, Hg ve Ni gibi toksik metal içeriği bakımından analizi yapılan birçok yağdan daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ancak biber tohumu yağında Fe ve Pb açısından yasal limitler olan 5000 µg/kg ve 100 µg/kg değerlerinin [30, 31] aşıldığı görülmektedir (Tablo 2.).

Tablo 3. Şanlıurfa Biber tohumu yağının mineral kompozisyonu.

Element	Değer (µg/kg)
Al	4871.7 ± 3.9
Cd	1.6 ± 0.03
Co	13.0 ± 0.0
Cr	125.0 ± 0.6
Cu	210.8 ± 1.5
Fe	5879.7 ± 63.5
Mn	281.0 ± 1.7
Pb	154.9 ± 1.6
Zn	690.0 ± 3.9
B	4 940.0 ± 10.0
Ca	56 550.0 ± 510.0
K	25 220.0 ± 170.0
Mg	11 040.0 ± 10.0
Na	39 850.0 ± 840.0
P	310 170.0 ± 1 790
Ni	TE

Tabloda verilen değerler ortalama ± standart sapma şeklindedir
TE : Tespit edilemedi

4. SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonucunda Şanlıurfa biber tohumu yüksek yağ içeriğine sahip (% 20.4 kuru baz) bulunmuştur. Biber tohumunda bulunan yağın % 72.4'ü soğuk presle elde edilebilmiştir. Tohumda yağ dışında % 40.0 ham selüloz ve % 20.8 ham protein belirlenmiştir. Elde edilen yağ, başta linoleik asit ve oleik asit olmak üzere içerdiği yağ asitleri, yağ kalitesinde önemli bir belirteç olan çoklu doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı ve fosfor, kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum başta olmak üzere içerdiği mineraller ve miktarları bakımından değerli ve üretilmeye değer bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Beis, S. H. 1990. Kırmızıbiberden Gıda Boyası Eldesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [2] Yemiş, O. 2001. Kırmızı Biberlerden Oleoresin Capsicum Üretimi Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [3] TPE, 2001. https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT_/resources/temp/AE3EDC80-D052-4681-9894-93D30A715A3F.pdf, 11.04.2019.
- [4] TÜİK, 2018, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, 08.04.2019.
- [5] TSE, 2012. TS EN ISO 712, Tahıl ve tahıl ürünleri-Rutubet muhtevası tayini. Türk Standartı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [6] TSE, 2010. TS EN ISO 2171, Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri- Yakılarak kül veriminin tayini. Türk Standartı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] TSE, 2011. TS EN ISO 520, Tahıl ve baklagiller -1000 tane kütlesi tayini. Türk Standartı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [8] AOAC, 2007. Crude Protein in Cereal Grains and Oil Seeds. Official Methods of Analysis, 18th edn. Association of Official Analytical Chemists.
- [9] RESMÎ GAZETE, 2017. Yemlerin Resmî Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metotlarına Dair Yönetmelik. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 21/01/2017 tarih ve 29955 mükerrer sayılı Resmî Gazete.
- [10] TSE, 1991. TS 9610, Hayvan Yemleri-Metabolik (çevrilebilir) Enerji tayini kimyasal metot. Türk Standartı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [11] TS EN ISO 11085, Tahıllar, tahıl bazlı ürünler ve hayvan yemleri - Randall özütlemesi yöntemiyle ham yağ ve toplam yağ tayini. Türk Standartı, 2016.
- [12] TS EN ISO 12966-2, Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- yağ asitleri metil esterlerinin gaz kromatografisi-Bölüm 2:Yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanması. Türk Standartı, 2017.
- [13] TS 3606, Gıdalarda metalik elementlerin tayini. Türk Standartı, 2008.
- [14] NMKL Method 186, Trace elements-As, Cd, Hg, Pb, and other elements. Determination by ICPMS after pressure digestion. Nordic Committee on Food Analysis, 2007.
- [15] El-Adawy T.A. ve Taha K.M., 2001. Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika Seed Oils and Flours. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 1253-1259.
- [16] Öz, A., Kapar, H., 2007. Mısırın Yağ İçeriği ve Yağ Sanayi Açısından Önemi. 1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, Samsun.
- [17] Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, D.M., İşler, N., 2006. Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi. Tarım ve Mühendislik, Sayı: 78-79.
- [18] Matthäus, B. And Özcan, M. M., 2009. Chemical evaluation of some paprika (*Capsicum annum* L.) seed oils. European Journal of Lipid Science and Technology, 111(12):1249-1254.
- [19] Chouaibi, M., Rezig, L., Hamdi, S. and Ferrari, G., 2019. Chemical characteristics and compositions of red pepper seed oils extracted by different methods. Industrial Crops & Products, 128:363-370.
- [20] Fıratlıgil, D.E., 2008. Kırmızıbiber Tohumunun Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi: Protein Ekstraksiyonu, Fonksiyonel Özellikleri ve Mayonez Üretiminde Kullanımı, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Embaby, H. E. and Mokhtar, S. M., 2011. Chemical composition and nutritive value of lantana and sweet pepper seeds and nabak seed kernels. Journal of Food Science, 76 (5): 736-741.
- [22] Arsunar, E. S., 2014. Kapyra Biber Tohumundan Soğuk Presleme ile Yağ Eldesinin Optimizasyonu ve Ürün Karakterizasyonu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.

- [23] Resmi Gazete, 1974-Yem yönetmeliği, 1734 nolu yetki kanunu, 05.08.1974/14967 resmi gazete.
- [24] Martinez M.L., Marcela L., Mattea M.A. ve Maestri D.M., 2008. Pressing and Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Walnut Oil. *Journal of Food Engineering*, 88: 399–404.
- [25] Bozan B. ve Temelli F., 2003. Extraction of Poppy Seed Oil Using Supercritical CO₂. *Journal of Food Science*, 68: 422-426.
- [26] Singh J. ve Bargale P.C., 2000. Development of a Small Capacity Double Stage Compression Screw Press for Oil Expression. *Journal of Food Engineering*, 43: 75-82.
- [27] Gıda Teknolojisi Lipitler, 2006. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara.
- [28] Ortega-Nieblas M., Molina-Freaner F., Robles-Burgueneo M.R. ve Vahzquez-Moreno L., 2001. Proximate Composition, Protein Quality and Oil Composition in Seeds of Columnar Cacti from the Sonoran Desert. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 575-584.
- [29] İmer, Y., 2016. Çeşitli Soğuk Pres Yağların Bazı Mikro ve Makro Element İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [30] Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, 28157 Sayılı Resmi Gazete, 29.12.2011.
- [31] Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkındaki Tebliğ, 2002/63.