

Araştırma makalesi

Tescilli Bazı Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitlerine Ait Yağ oranları ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Belirlenmesi

Mehmet Zeki Koçak^{1*}, Bünyamin Yıldırım², Mustafa Güven Kaysim²

¹Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Iğdır, Türkiye; mehmetzekikocak@gmail.com

²Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye; byildirim71@gmail.com, mguvenkaysim@gmail.com

*Sorumlu Yazar; mehmetzekikocak@gmail.com

Gönderme tarihi: 07/09/2023

Kabul tarihi: 25/10/2023

ÖZET

Keten (*Linum usitatissimum* L.), yağ ve lif özellikleri nedeniyle önemli endüstriyel ürünlerden biridir ve çok sayıda kullanım alanına sahiptir. Keten temelli ürünlerin karakterizasyonu ve tanıtım/adaptasyonu büyük ilgi görmektedir. Bu bağlamda çalışmamızda 6 (Verne, Mcduff, Clark, Bison, Zoltan ve Clli1523) çeşit kullanılmıştır. Ketenin yağ verimi ve ham yağ oranının yanı sıra yağ içerikleri (α -Linolenik asit (C18.3), Linoleik asit (C18.2), Oleik asit (C18.1), Stearik asit (C18.0) ve Palmitik asit (C16.0)) araştırılmıştır. Değerlendirme için, çeşitlere karşılık gelen ilgili parametreleri (yağ asitleri) görselleştirmek, ilişkilendirmek ve ayırt etmek için temel bileşenler analizi (PCA) (PAST Software) ve ısı haritası kümelemesi (ClustVis) gerçekleştirilmiştir. Buna göre, yağ verimi açısından en yüksek değer 2,12 g ile Clark'ta, en düşük değer (0,97 g) ile Zoltan'da kaydedilmiştir. Yağ asitleri bileşenleri bakımından, en yüksek α - linolenik asit yüzdesi Verne'de (%50,63) gözlenirken, ilgili bileşiğin en düşük değeri Bison'da (%39,02) tespit edilmiştir. Parametrelere karşılık gelen çeşitler arasında net bir ayırım ve dağılım gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keten tohumu, *Linum usitatissimum*, α -linolenik asit (ALA), Yağ asitleri

Determination of The Oil Ratio and Fatty Acid Composition of Some Registered Varieties of Flax (*Linum usitatissimum* L.)

ABSTRACT

Flax (*Linum usitatissimum* L.) is one of the important industrial crops due to its oil and fiber properties and has numerous uses. Characterization and promotion/adaptation of flax-based products are of great interest. In this context, 6 varieties (Verne, Mcduff, Clark, Bison, Zoltan and Clli1523) were used in our study. In addition to oil yield and crude oil content of flax oil contents (α -Linolenic acid (C18.3), Linoleic acid (C18.2), Oleic acid (C18.1),

Stearic acid (C18.0) and Palmitic acid (C16.0)) were investigated. For the evaluation, principal component analysis (PCA) (PAST Software) and heat map clustering (ClustVis) were performed to visualize, associate and distinguish the relevant parameters (fatty acids) corresponding to the varieties. Accordingly, the highest value in terms of oil yield was recorded in Clark with 2.12 g and the lowest value (0.97 g) was recorded in Zoltan. In terms of fatty acid components, the highest percentage of α -linolenic acid was observed in Verne (50.63%), while the lowest value of the related compound was determined in Bison (39.02%). A clear distinction and distribution were observed among the varieties corresponding to the parameters.

Keywords: Flaxseed, *Linum usitatissimum*, α -linolenic acid (ALA), Fatty acids

1. GİRİŞ

İnsanoğlu için gerekli olan besin kaynakları, artarak devam eden dünya nüfusu ve doğal kaynakların kirlenmesi sebebiyle ciddi şekilde azalmaktadır. Bu koşullar nedeniyle insanoğlunun zorunlu beslenme ihtiyaçları ile ilgili eğilimlerini değiştirmesiyle bitkisel ürünlere olan ihtiyaç hızla artmaktadır (Bennett ve ark., 2012; Moghaddam ve ark., 2018; Koçak, 2022). Artan ihtiyaca bağlı olarak, tarım temelli sanayinin geliştirebilmesi ve ihtiyaçların karşılanabilmesi için hammaddenin karşılanmasının yanında; seçilecek bitki çeşidinin de endüstriyel kullanıma uygun olması gerekmektedir (Ruttan, 1999; Rocha ve ark., 2021). Bu bağlamda keten üretiminin de dâhil olduğu birçok bitki ile üretim başlamıştır. Keten (*L. usitatissimum* L.), 22 cins ve 300 türe sahip Linaceae familyasına ait tek yıllık, otsu ve kendi kendine tozlaşabilen endüstri bitkisi olmasının yanı sıra; ılıman bölgelerde dağılımı olan $2n=30$ kromozoma sahip diploid bir türdür (Goudenhooff ve ark., 2018; Tchoumtchoua ve ark., 2019; Talebi ve Matsyura, 2021; Koçak ve ark., 2022). Keten bitkisi için Türkiye'de "bezir, bızıktan, cimit, kön, siyelek ve zeyrek" gibi yerel isimler kullanılmaktadır (Koçak ve ark., 2023). Kuzey Suriye'deki Tell Abu Hureyra'daki arkeolojik kanıtlara göre; Orta Doğu kökenli ve yaklaşık 10.000 yıl önce eski "Mısırlılar ve Somariler" tarafından yetiştirilen keten bitkisinin kullanımını eski Mısır ve Mezopotamya'ya kadar uzanmaktadır (Zohary ve Hopf, 2000; Saha ve Hazra, 2004). Etiyopya, Orta Asya ve Hindistan bitkinin ikincil üretim-gen-vb. merkezleri olarak kabul edilmektedir (Vavilov 1951; Choudhary ve ark., 2017). Keten dünyanın diğer birçok bölgesinde daha küçük miktarlarda yetiştirilmesine rağmen; günümüzde bilinen başlıca keten üreticileri arasında Kanada, Çin, Rusya ve Hindistan yer almaktadır (Saleem ve ark., 2020). Bunlara ek olarak, tohumun endüstriyel kullanımına bakıldığında, hızlı kuruma özellikleri nedeniyle "boya, vernik, sabun, macun ve polimerlerin" hazırlanması (Sulas ve ark., 2019), "biyodizel üretimi" (Bacchetti ve ark., 2017) ve "gıda endüstrisi" (Pisupati ve ark., 2021) gibi birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Keten tohumu diğer önemli kullanımlarının yanı sıra, yaklaşık %35-65 yağ içeriği ile de karakterize edilmektedir. Yağ içeriği ile ilgili olarak,

keten tohumu önemli miktarlarda yağ asidi bileşimleri (α -linolenik asit (omega-3), linoleik asit (omega-6), oleik asit, palmitik asit ve stearik asit) ile lignan, diyet lifi, protein, vitamin ve mikro besin içerir (Wang ve ark., 2017; Xie ve ark., 2020; Deme ve ark., 2021; Djuricic ve Calder, 2021). Bununla birlikte yapısında omega-3, omega-6, lignan ve protein gibi önemli bileşenler bulunması nedeniyle kanser tedavilerinde (meme, kan, kolon ve deri vb.) kullanılmaktadır (Singh ve ark., 2017; Toulabi ve ark., 2021; Hamed ve ark., 2022). Bu çalışmada, Türkiye Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinden temin edilen tescilli keten çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonları ve yağ verim/oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYALLER VE METOTLAR

2.1 Materyal

Çalışmanın materyalleri ülkemizin farklı şehirlerinde bulunan Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinden temin edilmiştir. Aynı zamanda temin edilen Verne, Mcduff, Clark, Bison, Zoltan ve Clli1523 gibi bazı tescilli keten çeşitleri kullanılmıştır.

2.2 Metotlar

2.2.1 Keten tohumu yağ ekstraksiyonu;

Temin edilen her bir keten çeşidi için yaklaşık 10 gram keten tohumu bir laboratuvar blenderi tarafından öğütülerek toz haline getirilmiştir. Ayrıca, öğütülmüş keten tohumu 30 mL hekzan ile 4 gün boyunca oda sıcaklığında ($25^{\circ}\text{C}\pm 1$) ekstrakte edilmiştir. Yapılan işlem sonunda, ekstre edilen tohum çözeltisi bir filtre kağıdı ile süzildükten sonrasında darası alınmış 50 mL plastik falkon tüpe aktarıldıktan sonra, 40°C 'de düşük basınç altında uzaklaştırılmıştır.

Toplam yağ miktarı, ağırlık kaybı dikkate alınarak %0 nem oranına göre hesaplanmıştır. Yağ asidi analizi için, elde edilen keten yağı amber renkli cam kaplara aktarıldıktan sonra analiz için $+4^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir (Koçak, 2022).

Keten tohumundan elde edilen yağ verimi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır;

$$\text{Yield (\%)} = \frac{W_e}{W_t} \times 100 \text{ (Capar ve ark., 2021).}$$

W_e = ekstrakte edilen yağın ağırlığı, W_t = ekstraksiyon için alınan numunenin ağırlığı

2.2.2 Gaz Kromatografisi Alev İyonizasyon Dedektörü (GC-FID) ile yağ asidi bileşiminin tespiti

Analiz için hazırlanan örnekler, Iğdır Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde (ALUM) bulunan 15 ml'lik kapaklı santrifüj tüplerine keten örneklerinin yağlarından 0,2 g alınarak üzerlerine 10 ml hekzan ilave edilmiş ve iyice çalkalanmıştır. Daha sonra örneklerin bulunduğu tüplere 0,2 ml 1 N metanolde çözülerek hazırlanan KOH ilave edilmiştir. İyice çalkalanarak faz ayrımı gözlenmiş ve üst faz berraklaşana kadar 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Berraklaştırma işleminden sonra üst fazdan bir miktar viallere alınmış ve yağ asitleri, Gaz Kromatografisi Alev İyonizasyon Dedektöründe (GC-FID) SP 2560 100m*0.25mm*0.2µm kapiler kolonlu Agilent 7820 A GC-FID cihazı ile analiz edilmiştir. Enjeksiyon portu ve FID sıcaklığı 240°C, 1/10 split oranı 400 ml/dk basınçta split enjeksiyon modundadır. Kolon sıcaklığı 140°C'de 5 dakika bekledikten sonra dakikada 4°C arttırılarak 250°C'ye, 15 dakika bekledikten sonra 260°C'ye çıkarılmıştır. Helyum taşıyıcı gazı 41 cm/sn (Hidrojen) olarak kullanılmıştır. Cihaza 1 µl enjekte edilen numuneler toplam 37,75 dakika süre ile "Supelco ® 37 Component FAME Mix-Sigma-Aldrich" standart karışımının analizinde elde edilen GC-FID kromatogramı ile karşılaştırılmıştır.

2.2.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmanın verileri, parametreleri (yağ asitleri) görselleştirmek, ilişkilendirmek ve ayırt etmek için temel bileşenler analizine (PCA) (PAST Software) ve ısı haritası kümelemesine (ClustVis) tabi tutulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan keten (*L. usitatissimum* L.) çeşitlerin yağ oranı ve yağ asidi kompozisyonu Tablo 1'de, kromatogramları Şekil 1'de, temel bileşenler analizi (PCA) Şekil 2'de ve ısı haritası (heatmap) kümelemesi Şekil 3'de sunulmuştur.

3.1 Ham yağ oranı (%)

Keten yağı, gıda ve sanayi endüstrisinde hammadde olarak önemli kullanım alanlarına sahiptir. Ayrıca hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Keten tohumu, birçok yağlı tohum gibi, yüksek yağ içeriğine sahip bir üründür (Wang ve ark., 2020). Çalışma ile birlikte, çeşitler için ortalama ham yağ verimi oranı %26,11 tespit edilmiştir. Bu bağlamda verim göz önüne alındığında, en yüksek ham yağ verimi %39 (2,12g) ile Clark'ta kaydedilirken, en düşük değerler ise %19,2 (0,97g) ile Zoltan'da tespit edilmiştir (Tablo 1). Mevcut bulgular yapılan literatür incelemesi ile önceki raporlarla tutarlı olmadığı, ilgili değerlerden düşük olduğu

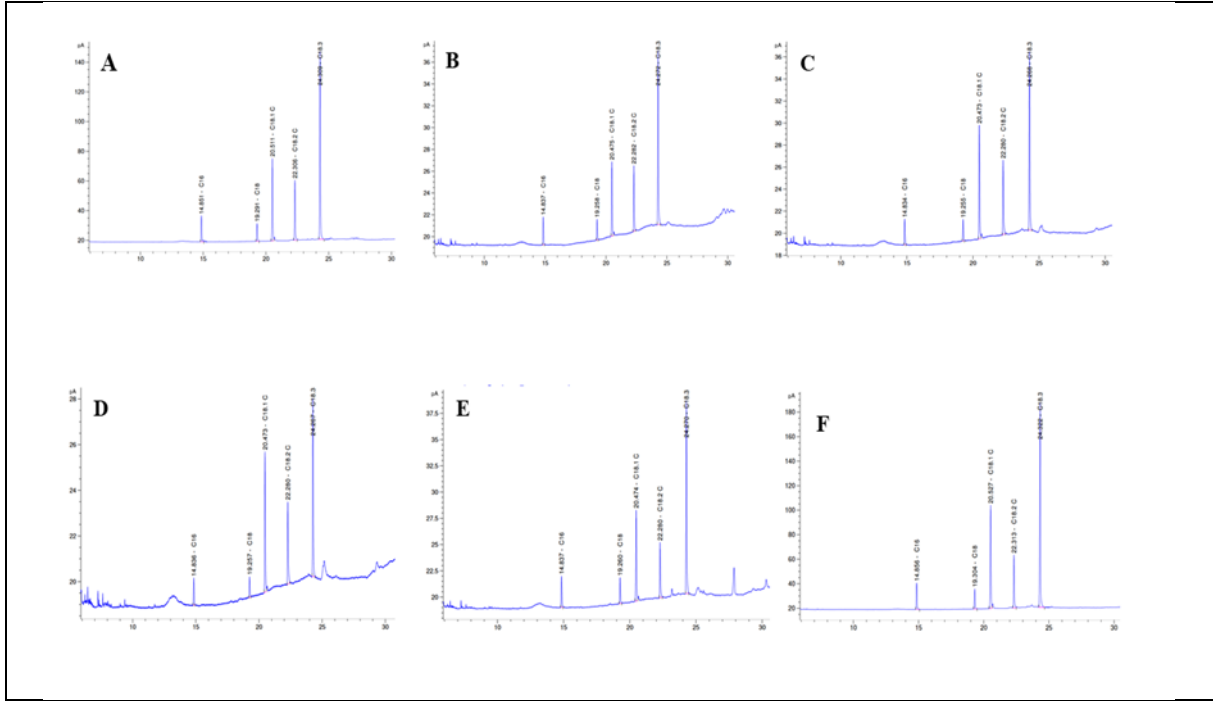
görülmektedir (Eliasson ve ark., 2003; %46; Tayınmak, 2019; %47,29). Önceki çalışmalara göre daha düşük olması kullanılan çeşitlerin elde edildikleri bölgelerin, depolama koşullarının ve kullanıma başlandığı sürelerin etkili olabileceği öngörülmektedir.

3.2 Yağ asitleri bileşimi

Yağ asitleri, önemli etkileri ve çoklu biyokimyasal rollerinin yanı sıra hastalık durumlarını azaltma potansiyelleri nedeniyle birçok çalışmada kullanılmıştır (Orsavova ve ark., 2015; Tibullo ve ark., 2017; Razmaité ve ark., 2021). Genel olarak, bilinen tüm yağ bitkilerinin yanı sıra keten; α -linolenik asit (C18:3), linoleik asit (C18:2), oleik asit (C18:1), palmitik asit (C16:0) ve stearik (C18:0) gibi yağ asitleri ile karakterize edilir. Buna ek olarak, yağ asitlerinin doymuş veya doymamış özelliklerinin ve birbirlerine oranlarının hem insan tüketiminde hem de bitkinin çevreye adaptasyonunda büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Mevcut çalışmada, yapılan GC-FID analiz sonucunda çeşitlerden elde edilen yağ asitlerinde α -linolenik asit Verne'de en yüksek (%50,63), Bison'da ise en düşük (%39,02) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar önceki çalışmalara göre, Verne çeşidine ait orana yakın olduğu tespit edilmiştir (Silska, 2019; %51,7). Ayrıca, Bison çeşidinde elde edilen sonucun önceki çalışmalardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Berti ve ark., 2010; %56,2). Bu bağlamda önceki çalışmalara göre daha düşük olmasında kullanılan çeşidin muhafazası, tohumun hasat edildiği bölgenin ekolojik şartları ve hasat süresinin önemli olduğu öngörülmektedir. Bu doğrultuda, linoleik asit oranı en yüksek %19,42 ile Bison çeşidinde, en düşük ise %12,33 oranı ile Clli1523 çeşidinde tespit edilmiştir. Ayrıca, oleik asitte ise en yüksek oran %31,30 ile Bison çeşidi, en düşük oran ise Mcduff'ta %21,33 olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında Bison çeşidi (Berti ve ark., 2010; %16,5) sonuçlarımıza göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak önceki çalışmalarda oleik asidin McDuff çeşidindeki (Kirby ve ark., 2011; %45,3) oranı mevcut sonuçlarımızdan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerine ait yağ oranı ve yağ asitleri değerleri

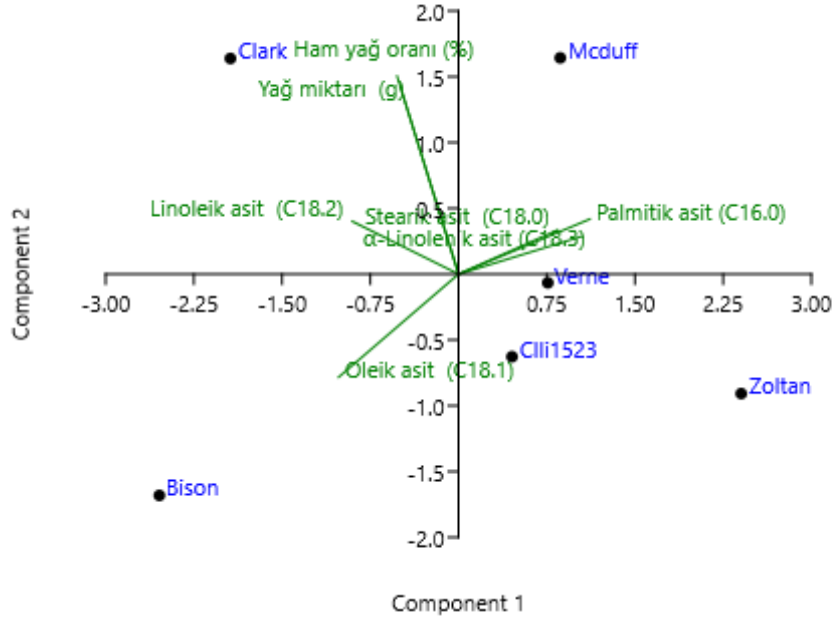
Çeşit	Yağ miktarı (g)	Ham yağ oranı (%)	α -Linolenik asit (C18.3)	Linoleik asit (C18.2)	Oleik asit (C18.1)	Stearik asit (C18.0)	Palmitik asit (C16.0)
Verne	1,43	24.3	50.63	15.77	22.21	4.73	6.63
Mcduff	1,89	30.8	48.15	17.47	21.33	5.69	7.35
Clark	2.12	39	42.79	18.36	27.58	5.21	6.05
Bison	1.28	21.6	39.02	19.48	31.30	4.53	5.64
Zoltan	0.97	19.2	47.99	14.22	23.67	6.53	7.57
Clli1523	1.67	21.8	50.12	12.33	26.47	4.80	6.25



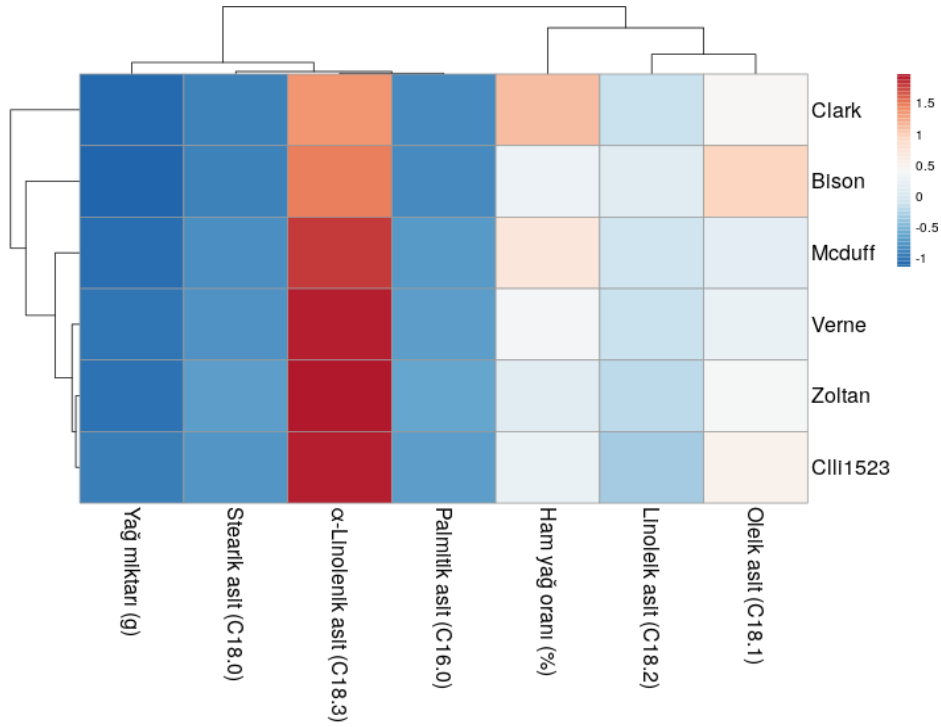
Şekil 1. GC-FID ile elde edilen keten çeşitlerinin yağ asitleri kromatogramları; (A) Verne, (B) McDuff, (C) Clark, (D) Bison, (E) Zoltan (F) Cili 1523

3.3 Temel bileşenler analizi (PCA) ve ısı haritası yardımıyla keten çeşitlerinin yağ verimi ve yağ asidi kompozisyonları

Temel bileşenler analizi (PCA) analizi sonuçlarına göre, analize dâhil edilen 13 değişkenin Eigen değeri 1'den büyük olan üç faktör altında toplandığı görülmektedir. Önemli olarak belirlenen faktörlerden birinci faktör (PC₁ Eigen değeri: 3,507) yağ asidi kompozisyonundaki toplam değişimin %50,1'ini, ikinci faktör (PC₂ Eigen değeri: 1,881) ise %26,9'unu açıklamaktadır (Şekil 2). Bu iki faktör toplam değişimin %77'sini açıklamaktadır. Bu kadar yüksek bir açıklama oranı, yağ asidi bileşenlerinin çeşitlere göre farklılaştırılabileceğini göstermektedir. Mevcut bulgularımızda en yüksek yağ verimi Clark ve McDuff çeşitlerinde elde edilmiştir. PCA analizine ek olarak; ısı haritası yardımıyla yapılan kümeleme sonuçlarına göre iki ana küme gözlenmiştir (Şekil 3). Çeşitlerin değerlendirilmesine göre; Verne, McDuff, Bison, Zoltan ve Cili 1523 aynı kümede yer alırken, Clark çeşidi ise ayrı bir grupta toplanmıştır. Ayrıca, yağ asidi bileşenlerinin değerlendirilmesinde; oleik asit, linoleik asit ve ham yağ içeriği aynı grupta yer alırken yağ miktarı, α -linolenik asit, stearik asit ve palmitik asit gibi parametreler de aynı grupta toplanmıştır.



Şekil 2. Keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinde yağ ve yağ asitlerinde temel bileşenler analizi [Principal Component Analysis (PCA)]



Şekil 3. Keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinde yağ ve yağ asitlerine ait ısı haritası (heatmap clustering)

4. SONUÇLAR

Keten tohumu yağ asitleri, organik asitler, diyet lifi, protein, fenolik bileşikler ve flavonoidler açısından zengindir. Keten bitkisinin öneminin ve üretiminin artırılması için bölgeye uygun yağ özelliklerine sahip keten çeşitlerinin seçilmesi, bitkisel yağ ithalatçısı olan ülkemiz için pazarların çeşitlendirilmesi ve çiftçiye verilecek ürün yelpazesinin artırılması açısından önem arz etmektedir. Pek çok çalışmada açıkça bildirildiği üzere; bu çalışmada da bazı keten tohumu (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinde yağ asidi profili karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, yağ miktarı (g) ve ham yağ oranı (%) en yüksek olan keten çeşidi Clark, en düşük olan ise Zoltan olarak bulunmuştur. Ayrıca, keten tohumunda baskın yağ asidi α -linolenik asittir. Buna bağlı olarak çeşitlerde α -linolenik en yüksek oran Verne ve en düşük ise Bison'da bulunmuştur. Keten tohumu yağındaki yüksek çoklu doymamış yağ asitleri yağların oksidatif stabilitesini azaltmaktadır. Bununla birlikte, yüksek çoklu doymamış yağ asitleri, keten tohumu yağının yemeklik yağ olarak kullanımını kısıtlamaktadır.

Teşekkür:

Tüm analizler için Iğdır Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne (ALUM) ve Serkan Topal'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasında gösterdiği sabır için sevgili eşim Semra Koçak'a teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Bacenetti, J., Restuccia, A., Schillaci, G., Failla, S. (2017). Biodiesel production from unconventional oilseed crops (*Linum usitatissimum* L. and *Camelina sativa* L.) in Mediterranean conditions: Environmental sustainability assessment. *Renewable Energy*, 112, 444-456. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.044>
- Bennett, A. J., Bending, G. D., Chandler, D., Hilton, S., Mills, P. (2012). Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biological reviews*, 87(1), 52-71. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00184.x>
- Berti, M., Fischer, S., Wilckens, R., Hevia, F., Johnson, B. (2010). Adaptation and genotype \times environment interaction of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes in South Central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(3), 345-356. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000300001>.
- Capar, T. D., Dedebas, T., Yalcin, H., Ekici, L. (2021). Extraction method affects seed oil yield, composition, and antioxidant properties of European cranberrybush (*Viburnum opulus*). *Industrial Crops and Products*, 168, 113632. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113632>
- Choudhary, S. B., Sharma, H. K., Kumar, A. A., Maruthi, R. T., Mitra, J., Chowdhury, I., ... Karmakar, P. G. (2017). SSR and morphological trait based population structure analysis of 130 diverse flax (*Linum usitatissimum* L.) accessions. *Comptes rendus biologiques*, 340(2), 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2016.12.002>

- Deme, T., Haki, G. D., Retta, N., Woldegiorgis, A., Geleta, M. (2021). Fatty acid profile, total phenolic content, and antioxidant activity of niger seed (*Guizotia abyssinica*) and linseed (*Linum usitatissimum*). *Frontiers in Nutrition*, 8, 674882. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.674882>
- Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. *Nutrients*, 13(7), 2421. <https://doi.org/10.3390/nu13072421>
- Eliasson, C., Kamal-Eldin, A., Andersson, R., Åman, P. (2003). High-performance liquid chromatographic analysis of secoisolariciresinol diglucoside and hydroxycinnamic acid glucosides in flaxseed by alkaline extraction. *Journal of chromatography A*, 1012(2), 151-159. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(03\)01136-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(03)01136-1)
- Goudenhooff, C., Bourmaud, A., Baley, C. (2018). Conventional or greenhouse cultivation of flax: What influence on the number and quality of flax fibers?. *Industrial Crops and Products*, 123, 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.066>
- Hamed, S. F., Hashim, A. F., Abdel Hay, H., Abd-Elsalam, K. A., El-Sherbiny, I. M. (2022). Microencapsulation Of Omega-3 Rich Flaxseed And Fish Oils. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(2), 623-638. <https://doi.org/10.21608/EJCHEM.2021.101420.4749>
- Kirby, C. W., McCallum, J. L., Fofana, B. (2011). A ¹H NMR study of the fatty acid distribution in developing flax bolls before and after a cooking treatment. *Canadian Journal of Chemistry*, 89(9), 1138-1142. <https://doi.org/10.1139/v11-057>
- Koçak, M. Z. (2022). Fatty acid and organic acid compositions of some Türkiye registered flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties grown under alkaline soils. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(3), 358-369. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.3.4>
- Koçak, M. Z., Göre, M., Kurt, O. (2022). The effect of different salinity levels on germination development of some flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(4), 657-662. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i4.657-662.4758>
- Koçak, M. Z., Kumlay, A. M., Alma, M. H. (2023). Morphological and molecular characterization of flax (*Linum usitatissimum* L.) accessions obtained from different locations in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01589-6>
- Moghaddam, M., Babaei, K., Saeedi Pooya, E. (2018). Germination and growth response of flax (*Linum usitatissimum*) to salinity stress by different salt types and concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 41(5), 563-573. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1392573>
- Orsavova, J., Misurcova, L., Vavra Ambrozova, J., Vicha, R., Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International journal of molecular sciences*, 16(6), 12871-12890. <https://doi.org/10.3390/ijms160612871>
- Pisupati, A., Willaert, L., Goethals, F., Uyttendaele, W., & Park, C. H. (2021). Variety and growing condition effect on the yield and tensile strength of flax fibers. *Industrial crops and products*, 170, 113736.

- Razmaitė, V., Pileckas, V., Bliznikas, S., Šiukščius, A. (2021). Fatty acid composition of *Cannabis sativa*, *Linum usitatissimum* and *Camelina sativa* seeds harvested in lithuania for food use. *Foods*, 10(8), 1902.
- Rocha, M. S., Rocha, L. C., da Silva Feijó, M. B., dos Santos Marotta, P. L. L., Mourao, S. C. (2021). Effect of pH on the flaxseed (*Linum usitatissimum* L. seed) mucilage extraction process. *Acta Scientiarum. Technology*, 43, e50457-e50457.
- Ruttan, V. W. (1999). The transition to agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11), 5960-5967.
- Saha, D., & Hazra, C. R. (2004). Agri-historical genesis of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Journal Agril.Issues* Vol. 9(1&2): 01-08
- Saleem, M. H., Ali, S., Hussain, S., Kamran, M., Chattha, M. S., Ahmad, S., ... Abdel-Daim, M. M. (2020). Flax (*Linum usitatissimum* L.): a potential candidate for phytoremediation? Biological and economical points of view. *Plants*, 9(4), 496. <https://doi.org/10.3390/plants9040496>
- Silka, G. (2019). The unique composition of fatty acids of flax, from the *Linum usitatissimum* L. collection. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 18(4), 13731-13736. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.18.003178>
- Sulas, L., Re, G. A., Sanna, F., Bullitta, S., & Piluzza, G. (2019). Fatty acid composition and antioxidant capacity in linseed grown as forage in Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy*, 14(1), 50-58. <https://doi.org/10.4081/ija.2019.1291>
- Singh, N., Kumar, R., Kumar, S., Singh, P. K., Yadav, V. K., Ranade, S. A., Yadav, H. K. (2017). Genetic diversity, population structure and association analysis in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Physiology and molecular biology of plants*, 23(1), 207-219. <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0408-5>
- Talebi, S. M., Matsyura, A. (2021). Genetic Structure of Some Iranian, New and Old Worlds *Linum usitatissimum* L. Populations. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 45(4), 1143-1153.
- Tayınmak, N. (2019). Diyarbakır koşullarında farklı zamanlarda ekilen keten (*Linum usitatissimum* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklerin belirlenmesi (*Yüksek Lisans Tezi*), Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/111028>
- Tchoum Tchoua, J., Mathiron, D., Pontarin, N., Gagneul, D., van Bohemen, A. I., Otogo N'ngang, E., Quéro, A. (2019). Phenolic profiling of flax highlights contrasting patterns in winter and spring varieties. *Molecules*, 24(23), 4303. <https://doi.org/10.3390/molecules24234303>
- Tibullo, D., Li Volti, G., Giallongo, C., Grasso, S., Tomassoni, D., Anfuso, C. D., ... & Bramanti, V. (2017). Biochemical and clinical relevance of alpha lipoic acid: antioxidant and anti-inflammatory activity, molecular pathways and therapeutic potential. *Inflammation Research*, 66, 947-959. <https://doi.org/10.1007/s00011-017-1079-6>
- Toulabi, T., Yarahmadi, M., Goudarzi, F., Ebrahimzadeh, F., Momenizadeh, A., Yarahmadi, S. (2022). Effects of flaxseed on blood pressure, body mass index, and total cholesterol in hypertensive patients: A randomized clinical trial. *Explore*, 18(4), 438-445. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2021.05.003>

- Wang, C., Chang, T., Dong, S., Zhang, D., Ma, C., Chen, S., Li, H. (2020). Biopolymer films based on chitosan/potato protein/linseed oil/ZnO NPs to maintain the storage quality of raw meat. *Food chemistry*, 332, 127375. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127375>
- Wang, H., Wang, J., Qiu, C., Ye, Y., Guo, X., Chen, G., Liu, R. H. (2017). Comparison of phytochemical profiles and health benefits in fiber and oil flaxseeds (*Linum usitatissimum* L.). *Food chemistry*, 214, 227-233. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.075>
- Vavilov, N.I. (1951) The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants (Translated by S. K. Chestitee). *Chronica Botonica*, 13, 1-366.
- Xie, Y., Yan, Z., Niu, Z., Coulter, J. A., Niu, J., Zhang, J., Wang, L. (2020). Yield, oil content, and fatty acid profile of flax (*Linum usitatissimum* L.) as affected by phosphorus rate and seeding rate. *Industrial Crops and Products*, 145, 112087. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112087>
- Zohary, D., & Hopf, M. (2000). Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, *Europe and the Nile Valley* (No. Ed. 3). *Oxford university press*. ISBN: 0198503563

Koçak, M.Z., Yıldırım, B., Kaysim, M.G. (2023). Tescilli Bazı Keten (*Linum usitatissimum* L.) Çeşitlerine Ait Yağ oranları ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Belirlenmesi. *Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 21-31.

Koçak, M.Z., Yıldırım, B., Kaysim, M.G. (2023). (2023). Determination of The Oil Ratio and Fatty Acid Composition of Some Registered Varieties of Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Sirnak University Journal Of Science*, 4(1), 21-31.