



## Changes of oil and fatty acid ratios during germination of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds

Yusuf Ziya AYGÜN<sup>\*1</sup>, Mehmet MERT<sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0001-9842-006X; 0000-0002-0457-0532

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 31060 Hatay, Türkiye

### Abstract

This study aimed to investigate the change of oil ratio and fatty acid contents during germination of industrial hemp seeds. Oil content and fatty acid contents were determined from the samples taken at 0 (control), 24, 48, 72 and 96 hours from industrial hemp (*Cannabis sativa* L. cv. Vezir-55) seeds germinated under controlled conditions. The effects of germination hours on behenic, lignoceric, linoleic, palmitic, gamma-linolenic acid ratios and polyunsaturated fatty acid ratios were statistically significant. The lowest and highest values for these parameters were determined as 0.22-0.35%, 0.40-0.70%, 47.33-49.11%, 7.96-9.01%, 1.29-1.61% and 69.96-71.69%, respectively. Seed oil ratio, arachidic, eicosapentaenoic, lauric, alpha-linolenic, margaric, myristic, oleic, palmitoleic, ricinoleic, stearic acid ratios and saturated and monounsaturated fatty acids ratios were not affected by germination hours. According to the values obtained in the study, changes in the ratio of fatty acids during germination were similar to previous studies, while the selective use and synthesis of fatty acids by the seed differed according to the plant species.

**Key words:** Industrial hemp, oil ratio, fatty acid, germination, *Cannabis sativa* L.

----- \* -----

## Endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa* L.) tohumlarının çimlenme süresince yağ ve yağ asidi oranlarının değişimleri

### Özet

Bu çalışma endüstriyel kenevir tohumlarının çimlenmesi boyunca yağ oranı ve yağ asidi içeriklerinin değişimini incelemeyi amaçlamıştır. Kontrollü koşullarda çimlenen endüstriyel kenevir (*Cannabis sativa* L. çeşit Vezir-55) tohumlarından 0 (kontrol), 24, 48, 72 ve 96. saatlerde alınan örneklerden yağ elde edilerek yağ oranı ve yağ asidi içerikleri tayin edilmiştir. Behenik, lignoserik, linoleik, palmitik, gamma-linolenik asit oranları ve çoklu doymamış yağ oranları üzerine çimlenme saatlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu parametreler için en düşük ve yüksek değerler sırasıyla %0.22-0.35, %0.40-0.70, %47.33-49.11, %9.96-9.01, %1.29-1.61 ve %69.96-71.69 olarak tespit edilmiştir. Tohumdaki yağ oranı, araşidik, eykosapentaenoik, laurik, alfa-linolenik, margarik, miristik, oleik, palmitoleik, risinoleik, stearik asit oranları ve doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri oranları ise çimlenme saatlerinden etkilenmemiştir. Çalışmada elde edilen değerlere göre çimlenme sırasında yağ asitleri oranlarında değişimler olduğu önceki çalışmalarla benzerlik gösterirken yağ asitlerinin tohum tarafından seçici kullanımı ve sentezlenmesinin bitki türüne göre farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Endüstriyel kenevir, yağ oranı, yağ asidi, çimlenme, *Cannabis sativa* L.

### 1. Giriş

Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Rosales takımının Cannabaceae familyasına dahil tek yıllık otsu bir bitkidir. Çeşitli faydalanma yönleri bulunan kenevirin adaptasyon kabiliyeti yüksek olup üretimi kolay ve maliyeti düşüktür [4]. Bu faydalanılma yönleri açısından öncelikli üretim lif ve psikoaktif maddelerin eldesi olarak temelde iki amaç

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905455463632; Fax.: +905455463632; E-mail: yusufziyaaygun@mku.edu.tr

gütmektedir. Her iki üretim amacında da elde edilen tohum, yapraklar ve sap artıkları farklı endüstri alanlarında değerlendirilmektedir [1,2,3,4].

Tarihsel kayıtlara göre kenevir tohumları bir analjezik olarak yaralar ve cilt hastalıklarında ve öksürük, sarılık ve kolik için bir tedavi olarak kullanılmıştır [5]. Tohumlarından elde edilen yağ ise boya, vernik, biyodizel ve kozmetik ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır [1]. Kenevir tohumlarının hayvan beslenmesinde de yeri vardır. Ayrıca yağı alındıktan sonra ortaya çıkan küspesi de yem rasyonlarına dahil edilebilmektedir [4]. Bununla beraber tohumların doğrudan insan gıdası olarak kullanımı da mevcuttur. İnsan beslenmesinde çokça omega-3 yağ asidi kaynağı gıda bulunsa da kenevir, yağında 3:1 oranında bulunan omega-6 (linoleik asit) ve omega-3 (linolenik asit) yağ asitlerinin dengesi ile oldukça zengindir [6]. Bu iki yağ asidi için bahsedilen 3:1 oranı aynı zamanda insan beslenmesindeki günlük diyetlerde alınması gerekli olan orandır. Günlük 2500 kalori için bu miktarlar 9-18 g linoleik asit, 6-7 g linolenik asittir [6]. Bu oranlar sağlıklı ve dengeli beslenme için ideal sınırlar olsa da vücuttaki bazı stresler omega-3 yağ asitlerinin tüketimini artırabilmektedir [7]. Ek olarak omega-3 yağ asitleri metabolik hızı artırıp yağ yakımını teşvik etmektedir [6,8].

Bitkilerde sabit yağ oranları ve bu yağlara ait yağ asitlerinin kompozisyonu bitkinin ya da yağ elde edilen bitki kısımlarının olgunluğuna, bitkinin yetiştirildiği dönemdeki biyotik ve abiyotik faktörlere göre değişebilmektedir. Diğer yandan tohumlarda ise çimlenme sırasında bu oranlarda değişiklik gözlenebilmektedir. Bu konuda farklı bitki türlerinde daha önce yapılan çalışmalar bulunmaktadır [13, 14, 15, 16]. Bu sebeple bu çalışma kenevir tohumlarının çimlenmesi sırasında yağ oranlarının ve yağ asidi değişikliklerinin değişimini belirlemeyi amaçlamıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada bitki materyali olarak *Cannabis sativa* türüne ait Vezir-55 çeşidinin tohumları kullanılmıştır. Bu çeşit endüstriyel kenevir olup  $\Delta^9$ -THC (tetrahydrocannabinol) oranı yok veya çok düşük olarak sınıflandırılmıştır. Tohumlar çimlenme ortamına yerleştirilmeden önce muhtemel patojen kontaminasyonunu engellemek için önce %70 etil alkol ile 1 dakika ardından %2.5 ticari sodyum hipoklorit ile 5 dakika muamele edilmiş ve yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonunun ardından kimyasal bulaşıklığı önlemek adına 5 kez steril saf su ile durulanmıştır [18, 19]. Bu işlemlerin ardından tohumlar ıslak filtre kağıdı metodu [9] ile hiçbir besin maddesi takviyesi yapılmadan çimlenme kabineye yerleştirilmiştir. Çimlenme ortamı 22 °C ve %70 oransal nem ile çalışmanın son gününe kadar sabit tutulmuştur. Çalışmada çimlenmenin 0 (kontrol), 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde alınan örnekler 50 °C sıcaklıkta kurularak çimlenme sonlandırılmış ve bu örnekler yağ ekstraksiyonu için 1 mm çapında öğütülmüştür [10].

Yağ ekstraksiyonu Buchi B811 Ekstraksiyon Cihazı yardımı ile yapılmıştır. Ekstraksiyonda çözücü olarak hekzan kullanılmıştır ve her bir örnek 4 saat işleme tabi tutulmuştur. Bu işlem neticesinde ekstraktan çözücü uzaklaştırılarak yağ oranı tayin edilmiştir ve kuru madde oranına göre standart hale getirilmiştir.

Yağ asidi metil esterleri eldesi için 100 µL yağ 3 mL n-Heptan ve 400 µL 2 N Metanollü KOH çözeltisine eklenmiştir. Elde edilen yağ asidi metil esterleri GC-MS yardımı ile analiz edilmiştir. Sabit yağ bileşenlerinin tayini Thermo Scientific ISQ Single Quadropole model gaz kromatograf cihazı ile aşağıdaki koşullarda gerçekleştirilmiştir. TR-FAME MS modeli, %5 Fenil Polisilfenilen-silohexsan, 0.25 mm iç çap x 60 m uzunluk, 0.25 µm film kalınlığına sahip bir kolon kullanılmıştır. Helyum (%99.9) 1 mL dk<sup>-1</sup> akış hızında taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. İyonizasyon enerjisi 70 eV'ye ve kütle aralığı m/z 1.2-1200 amu'ya ayarlanmıştır. Veri toplama için Tarama Modu kullanılmıştır. MS transfer hattı, MS iyonizasyon, enjeksiyon portu ve ilk kolon sıcaklıkları sırasıyla 250, 220, 220 ve 120 °C olarak belirlenmiştir. Esterleştirilmiş numunenin 1 µL'si otomatik numune alıcı tarafından alınmış ve enjeksiyon portuna yerleştirilmiştir. Numuneler başlangıçta kolon sıcaklığında 1 dakika tutulmuştur. Kolon sıcaklığı dakikada 10 °C artarak 175 °C'ye yükselmiştir ve numuneler burada 10 dakika tutulmuştur. Kolon sıcaklığı dakikada 5 °C artarak 210 °C'ye yükselmiş ve numuneler burada 5 dakika tutulmuştur. Daha sonra kolon sıcaklığı dakikada 5 °C artarak 230 °C'ye çıkarılmış ve burada 6 dakika bekletilerek analiz sonlandırılmıştır. Toplam analiz süresi 38.5 dakikaydı. Her bir bileşimin yapısı kütle spektrumları kullanılarak Xcalibur programı ile tanımlanmıştır [11, 17].

Tesadüf parsellerinde yürütülmüş olan bu çalışmada elde edilen değerler IBM SPSS Statistics 24 [12] programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan çoklu aralık testi ile gruplandırılmıştır.

## 3. Bulgular

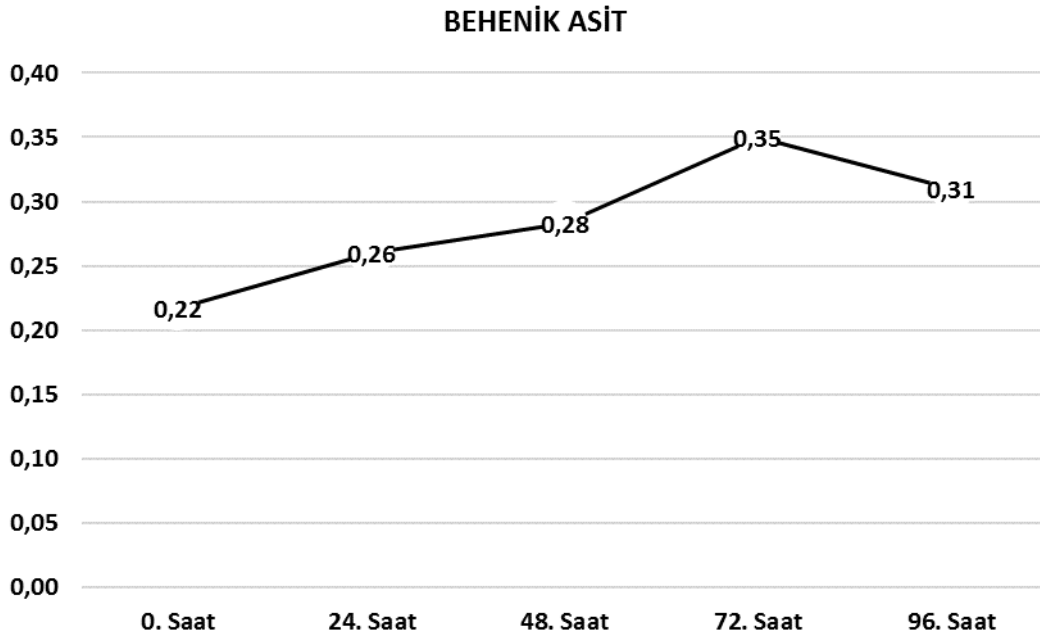
Ekstraksiyon sonucu elde edilen veriler incelendiğinde yağ oranı yönünden çimlenme saatleri arasındaki değişiklik anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Yağ oranları %39.76-40.47 arasında değişmiştir. Kontrol grubundan 48. saate kadar yağ oranında artış, akabinde düşüş gözlenmiştir (Tablo 1).

Araşidik asit (C20:0) yönünden çimlenme saatleri arasında farklılık önemli bulunmamıştır. Araşidik asit oranları %0.99-1.19 arasında değişmiştir. Çimlenmenin 72. saatine kadar araşidik asit oranı artmış ancak 96. saatte bir miktar düşüş gözlenmiştir. Benzer durum behenik asit (C22:0) oranı için de söylenebilir (Şekil 1). Ancak behenik asit oranları arasındaki farklılık çimlenme günlerinden istatistiksel olarak etkilenmiştir. Özellikle çimlenmenin 0. ve 72. saatleri arasında bu oran anlamlı olarak birbirlerinden ayrılmışlardır (sırasıyla %0.22 ve %0.35).

Tablo 1. Çimlenme saatlerine göre kenevir tohumunun yağ ve yağ asidi oranlarının değişimi

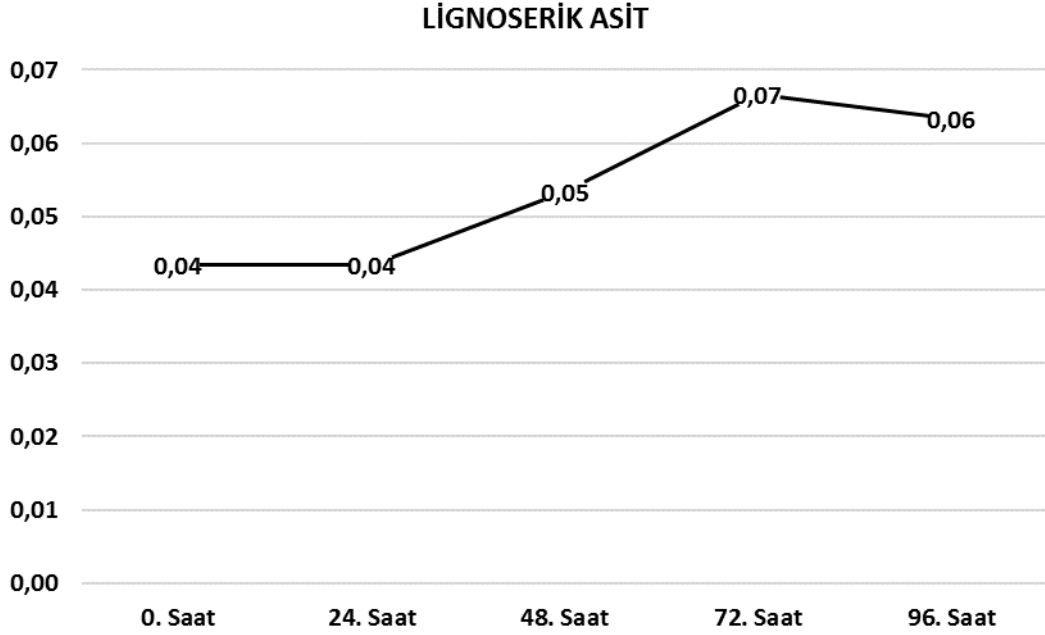
	Çimlenme Saatleri					P
	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	
Yağ oranı	39.82±0.26	39.93±0.12	40.47±0.15	39.90±0.15	39.76±0.22	öd
Araşidik (C20:0)	0.99±0.05	1.03±0.06	1.10±0.03	1.19±0.04	1.13±0.11	öd
Behenik (C22:0)	0.22±0.02 c	0.26±0.02 bc	0.28±0.01 abc	0.35±0.03 a	0.31±0.02 ab	*
Eykosapentaenoik (C20:5)	0.57±0.04	0.57±0.05	0.64±0.04	0.67±0.02	0.69±0.05	öd
Laurik (C12:0)	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.02	İz miktar	öd
Lignoserik (C24:0)	0.04±0.00 b	0.04±0.00 b	0.05±0.00 ab	0.07±0.00 a	0.06±0.01 a	*
<b>Linoleik (C18:2)</b>	<b>49.11±0.16 a</b>	<b>48.56±0.33 ab</b>	<b>48.05±0.01 bc</b>	<b>47.33±0.16 c</b>	<b>48.38±0.3 ab</b>	**
<b>α-Linolenik (C18:3)</b>	<b>20.69±0.54</b>	<b>20.79±0.18</b>	<b>20.82±0.30</b>	<b>20.38±0.17</b>	<b>20.62±0.23</b>	öd
Margarik (C17:0)	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.02	0.04±0.01	öd
Miristik (C14:0)	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	0.03±0.01	öd
<b>Oleik (C18:1)</b>	<b>15.44±0.42</b>	<b>16.22±0.34</b>	<b>15.82±0.05</b>	<b>16.58±0.35</b>	<b>16.24±0.07</b>	öd
<b>Palmitik (C16:0)</b>	<b>9.01±0.21 a</b>	<b>8.65±0.03 ab</b>	<b>8.55±0.03 b</b>	<b>8.5±0.04 b</b>	<b>7.96±0.20 c</b>	**
Palmitoleik (C16:1)	0.34±0.21	0.14±0.00	0.38±0.24	0.15±0.00	0.12±0.02	öd
Risinoleik (C18:2)	0.03±0.00	0.04±0.01	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00	öd
Stearik (C18:0)	1.93±0.17	2.00±0.13	2.38±0.29	2.63±0.23	2.33±0.24	öd
γ-Linolenik (C18:3)	1.29±0.09 c	1.36±0.10 bc	1.53±0.06 ab	1.55±0.01 ab	1.61±0.03 a	*
Doymuş	12.27±0.31	12.07±0.04	12.46±0.23	12.84±0.2	11.87±0.5	öd
Tekli Doymamış	15.79±0.55	16.36±0.34	16.2±0.26	16.73±0.35	16.37±0.08	öd
Çoklu Doymamış	71.69±0.26 a	71.32±0.33 a	71.09±0.21 a	69.96±0.3 b	71.34±0.43 a	*

öd: önemli değil, \*: p<0.05, \*\*<0.01, Major yağ asitleri koyu yazı tipi ile belirtilmiştir.



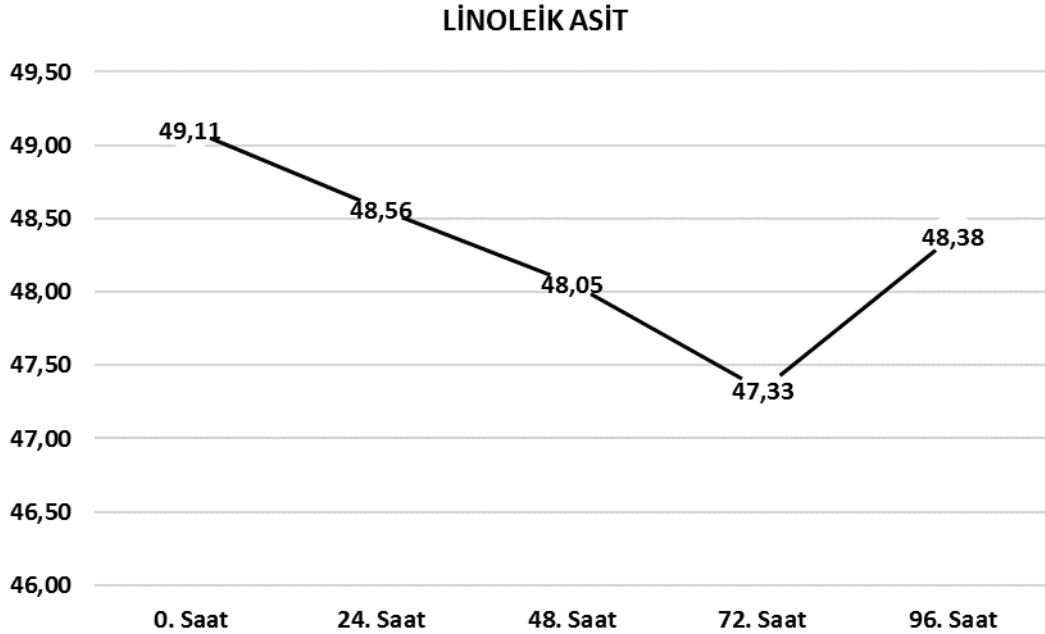
Şekil 1. Çimlenme saatleri yönünden behenik asit oranının değişimi

Eykosapentaenoik asit (C20:5) yönünden çimlenme saatlerinin etkisi önemli bir farklılık oluşturmamıştır. Ancak 0. ve 24. saatlerde %0.57 olan eykosapentaenoik asit oranı ilerleyen saatlerde artma eğilimi göstermiş ve 96. saatte %0.69 olarak en yüksek değere ulaşmıştır (Tablo 1). Laurik asit (C12:0) oranı yönünden de çimlenme saatleri arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Kontrol grubundan 48. saate kadar %0.01 olan laurik asit 72. saatte %0.02 olup son gözlem saati olan 96. saatte ise eser miktarda gözlenmiştir. Lignoserik asit (C24:0) oranı yönünden çimlenme saatlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmuştur (Tablo 1). En yüksek oran %0.07 ile 72. saatte görülürken en düşük oranı %0.04 ile kontrol ve 24. saat paylaşmışlardır. Yine 72. saate kadar görülen artış etkisini yitirmiş ve 96. saatte lignoserik asit oranında küçük bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 2). Bu düşüş yine de farklı bir istatistiksel grup oluşturmamıştır.



Şekil 2. Çimlenme saatleri yönünden lignoserik asit oranının değişimi

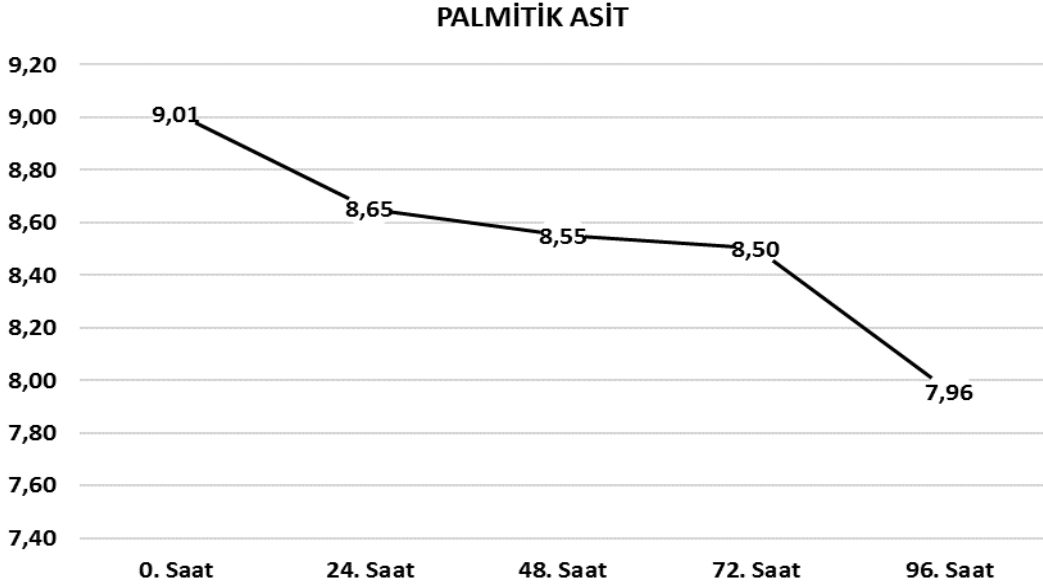
Linoleik asit (C18:2) asit oranı yönünden çimlenme saatlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). En yüksek oran %49.11 ile 0. saatte, en düşük oran ise %47.33 ile 72. saatte gözlenmiştir. Kontrol grubundan çimlenmenin 72. saatine kadar düşen linoleik asit oranı 96. saatte tekrar artış göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çimlenme saatleri yönünden linoleik asit oranının değişimi

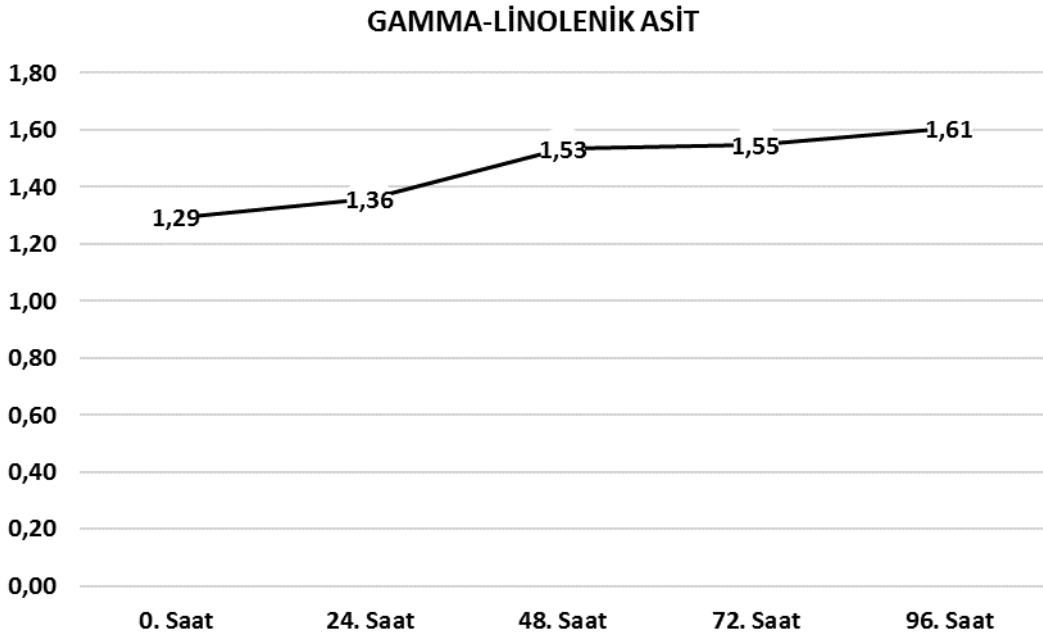
Çimlenme saatlerinin  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3) oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). En düşük oran %20.38 ile 72. saatte, en yüksek oran ise %20.82 ile 48. saatte gözlenmiştir. Margarik asit (C17:0) ise çimlenmenin hiçbir saatinden etkilenmemiş olup 0. saatten 96. saate kadar %0.04 olan oranını korumuştur. Miristik asit (C14:0) oranı ise 48. ve 72. saatlerde %0.04 olup kontrol grubu dahil diğer tüm saatlerde %0.03 olarak kaydedilmiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). Benzer şekilde oleik asit (18:1) oranı da çimlenme saatlerinden etkilenmemiştir ve oluşan farklılıkların istatistiksel bir önemi gözlenmemiştir. En düşük oleik asit oranı %15.44 ile 0. saatte, en yüksek ise %16.58 ile 72. saatte rapor edilmiştir. Ancak bu farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olmasının yanında, oranlar sıralı bir şekilde artış ve azalış göstermemişlerdir. Palmitik asit (C16:0) yönünden çimlenme saatlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 1). Çalışmanın 0.

saatinde %9.01 olan palmitik asit oranı 96. saate kadar doğrusal bir düşüş yaşamış ve %7.96 ile en düşük değeri göstermiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Çimlenme saatleri yönünden palmitik asit oranının değişimi

Palmitoleik asit (C16:1) oranı yönünden çimlenmenin farklı saatlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük oran %0.12 ile 96. saatte, en yüksek oran ise %0.38 ile 48. saatte gözlenmiştir. Ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz olmakla beraber çimlenme saatlerinin değişimi ile sıralı bir şekilde artış veya azalış göstermemiştir. Risinoleik asit (C18:2) oranı yönünden de çimlenme saatleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmamıştır. Çimlenmenin 0. saati %0.03 olan bu oran devam eden tüm saatler %0.04 oranında sabit kalmıştır. Stearik asit (C18:0) oranı kontrol grubundan (% 1.93) 72. saate kadar artış göstermiş ve %2.63'e ulaşmıştır. Bu oran çimlenme boyunca stearik asit yönünden en yüksek oran olup 96. saatte düşüş gözlenmiştir ve %2.33 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gamma-linolenik asit (C18:3) oranı yönünden ise çimlenme saatleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşmuştur. En düşük oran %1.29 ile 0. saatte, en yüksek oran ise %1.61 ile 96. saatte görülmüştür. Çimlenme süresince gamma-linolenik asit oranları artış göstermiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Çimlenme saatleri yönünden gamma-linolenik asit oranının değişimi

Yağ asitleri kompozisyonunun doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi oranları incelendiğinde doymuş yağ ve tekli doymamış yağ oranları çimlenme saatlerinden etkilenmemiştir. Çoklu doymamış yağ oranlarının çimlenme saatlerine göre farklılığı ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenmenin başlangıcından 72. saatine kadar düşüş gözlenmiş ancak sadece 72. saat istatistiksel olarak ayrı bir grupta yer almıştır. Gözlem alınan son saat olan 96. saatte ise tekrar yükselmiştir.

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Kenevir tohumlarının çimlenmesi süresince yağ oranı ve yağ asidi kompozisyonundaki değişimlerin incelendiği bu çalışmada yağ oranları çimlenme boyunca anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ancak behenik asit, lignoserik asit, linoleik asit, palmitik asit ve gamma-linolenik asit oranları çimlenme süresince önemli değişiklikler göstermiştir. Tohumların çimlenme ve gelişim sürecinde yağ asitleri kompozisyonlarının değişiminin iki açıdan çok önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bunlar bitki fizyolojisinin incelenmesi ve yağdan faydalanılma amaçlarıdır. Çimlenme ve fide büyümesi sırasında tohumların yağ asitlerini seçici kullanma eğilimleri ve yağ asidi sentezleri ve tüm bu sürecin incelenmesi tohum ve bitki fizyolojisi açısından önemli bir konudur. Diğer bir konu ise tohumdan elde edilecek yağın kullanım alanı ve bu amaca olan uygunluğudur. Örneğin, Yaniv ve ark. [13] *Sinapis alba* L. ve *Crambe abyssinica* L. tohum yağlarının sırasıyla %53 ve %55 olan erusik asit oranlarının çimlenmenin 8. gününde yüksek oranlarda düştüğünü belirtirken, 15. günde ve özellikle ışıkla uyarılan fidelerin köklerinde bu oranın %5'i geçmediğini bildirmiştir. Ek olarak köklerde linolenik asit oranı fazlaca artarken palmitik asit ve stearik asit sentezlenerek bu yağ asitlerinin oranları da yaklaşık on kat artış göstermiştir [13]. Bu ise bitki tohumlarından elde edilen yağın kullanım amacına yönelik bir uygulamayı beraberinde getirmektedir. Erusik asit tüketiminin insan sağlığı açısından sınırlandırılması sebebi ile bu bitkilerden elde edilecek yağlar yalnızca tohumun çimlendirilmesi süreci ile gıda olarak tüketimine daha uygun hale getirilebilmektedir. Ancak bitkisel yağların gıda olarak tüketiminin yanı sıra endüstrinin birçok alanında hammadde kaynağı olması da bir üretim amacıdır.

Cho ve ark. [14] başlıca yağ asitleri oleik asit, linoleik ve eikosenoik asit olan kolzada (*Brassica napus* L.) 60 saatlik çimlenme süresince yağ asidi değişimlerini incelemiştir. Oleik ve stearik asitlerde düşüş gözlenmişken linolenik, eikosenoik ve erusik asitlerde önce düşüş ve ardından kademeli artış rapor edilmiştir [14]. Bunun tam tersi durum ise çalışmamızda araşidik asit, behenik asit, laurik asit, lignoserik asit, miristik asit ve stearik asit için 72. saate kadar artış sonra düşüşle kendini göstermiştir. Palmitik asit oranının zamanla azalması, eikosapentaenoik asit oranının ise zamanla yükselmesi durumu Wanasundara ve ark. [15]'in keten (*Linum usitatissimum* L.) tohumlarında yaptığı çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre kenevir tohumlarının çimlenmesi süresince palmitik asit oranı önemli düşüşler gösterirken Mostafa ve ark. [16]'a göre ise soya (*Glycine max* L.) tohumlarında çimlenme boyunca palmitik asit oranları artmıştır. Bu durum tohumların çimlenmesi sırasında yağ asidi oranlarındaki değişimin bitki türlerinin yağ asitlerini seçici kullanımı ve sentezlemesindeki fizyolojik farklılığı göstermektedir.

#### Kaynaklar

- [1] Vandenhove, H., & Van Hees, M. (2005). Fibre crops as alternative land use for radioactively contaminated arable land. *Journal of Environmental Radioactivity*, 81(2-3), 131-141.
- [2] Salentijn, E. M., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., & Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial Crops and Products*, 68, 32-41.
- [3] Fike, J. (2016). Industrial hemp: renewed opportunities for an ancient crop. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35(5-6), 406-424.
- [4] Mert, M. (2020). *Lif bitkileri* (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- [5] Leson, G., & Pless, P. (2002). Hemp seed and hemp oil. *Cannabis and cannabinoids: Pharmacology, Toxicology and Therapeutic Potential*, 411-425.
- [6] Erasmus, U. (1999). *Fats that heal, fats that kill*. Burnaby: Alive Books.
- [7] Leizer, C., Ribnicky, D., Poulev, A., Dushenkov, S., & Raskin, I. (2000). The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, 2(4), 35-53.
- [8] Simopoulos, A. P. (1994). *Fatty acids: Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*. New York: Chapman & Hall.
- [9] ISTA (1996). *International Rules for Seed Testing. Rules. Seed Science and Technology* 24. Supplement.
- [10] Ertekin, İ., Atış, İ., Yılmaz, Ş., Can, E., & Kızılsimşek M. (2019). Comparison of shrub leaves in terms of chemical composition and nutritive value. *KSU Journal of Natural Sciences*, 22, 781-786.
- [11] Türkmen, M. & Koçer, O. (2021). Variation of components in laurel (*Laurus nobilis* L.) fixed oil extracted by different methods. *International Journal of Chemistry and Technology*, 5(2), 167-171.

- [12] IBM Corp. Released. (2016). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- [13] Yaniv, Z., Shabelsky, E., Schafferman, D., Granot, I., & Kipnis, T. (1998). Oil and fatty acid changes in *Sinapis* and *Crambe* seeds during germination and early development. *Industrial Crops and Products*, 9(1), 1-8.
- [14] Cho, B. M., Yoon, S. K., & Kim, W. J. (1985). Changes in amino acids and fatty acids composition during germination of rapeseed. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 17(5), 371-376.
- [15] Wanasundara, P. K. J. P. D., Wanasundara, U. N., & Shahidi, F. (1999). Changes in flax (*Linum usitatissimum* L.) seed lipids during germination. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(1), 41-48.
- [16] Mostafa, M. M., Rahma, E. H., & Rady, A. H. (1987). Chemical and nutritional changes in soybean during germination. *Food Chemistry*, 23(4), 257-275.
- [17] Türkmen, M., Eren, Y., Aygün, Y. Z. & Ertekin, E. N. (2022). Determination of seed yield, quality and fixed oil components of different basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes: Evaluation of fatty acid profile by PCA biplot analysis. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*. 8(3), 453-462. DOI: 10.28979/jarnas.1052498
- [18] Ertekin, E. N. & Bilgen, M. (2021). Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)’da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14 (2), 198-207. DOI: 10.46309/biodicon.2021.889901
- [19] Aygün, C., Olgun, M., Sever, A. L., Kara, İ., Erdoğan, İ. & Atalay, A. K. (2011). Evaluation of germinabilities of different shrubs by some methods. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 4(3), 1-6.