

## Moringa oleifera bitki yaprağının mineral ve yağ asidi bileşenlerinin belirlenmesi

<sup>1</sup>\*Serpil Kılıç , <sup>2</sup>Murat Kılıç 

<sup>\*1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Isparta, Türkiye

\*Corresponding author : [serpilkilic@isparta.edu.tr](mailto:serpilkilic@isparta.edu.tr)  
Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-4940-1839>

Received : 01/01/2023  
Accepted : 11/05/2023

**Özet:** Son yıllarda bitkilerin besinsel bileşenleri, sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle pek çok çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışmada Moringa oleifera yaprak tozunda mineral ve yağ asidi içeriği belirlenmiştir. Element analizi için numuneler, bir mikrodalga fırında HNO<sub>3</sub> ve HCl ile sindirildi. Numunelerde mineral konsantrasyonları İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile belirlendi. Numunelerde magnezyum 6393 µg g<sup>-1</sup>, demir 927 µg g<sup>-1</sup>, çinko 138 µg g<sup>-1</sup> ve bakır ise 6 µg g<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi ekstraksiyonu sonrası, yağ asidi ve ester profilleri için Gaz Kromatografisi Alev İyonlaşmalı Dedektörü (GC-FID) kullanılarak tanımlanmıştır. Moringa oleifera yaprağında yağ asitlerinin ana bileşenleri olarak lauric asit (C12:0), tridekanoik asit (C13:0), miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), gama-linolenik asit (C18:3) tayin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Moringa oleifera, mineral tayini, yağ asidi analizi

### Determination of minerals and fatty acid components in leaf powder of Moringa oleifera plant

**Abstract:** In recent years, the nutritional components of plants have been the subject of many studies due to their effects on health. In this study, mineral and fatty acid content of Moringa oleifera leaf powder was determined. Samples were digested with HNO<sub>3</sub> and HCl in a microwave oven for element analysis. In samples, mineral concentrations were determined by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The mineral content was determined as magnesium 6393 µg g<sup>-1</sup>, iron 927 µg g<sup>-1</sup>, zinc 138 µg g<sup>-1</sup>, and copper 6 µg g<sup>-1</sup> by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry in samples. After fatty acid extraction, fatty acid and ester profiles were verified using Gas Chromatography Flame Ionization Detection (GC-FID). The main components of fatty acids in Moringa oleifera leaf were determined as lauric acid (C12:0), tridecanoic acid (C13:0), myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1), linoleic acid (C18:2), gamma-linolenic acid (C18:3).

**Keywords:** Moringa oleifera, mineral determination, fatty acid analysis

© EJBCS. All rights reserved.

#### 1. Giriş

Bitkiler tarih boyunca uzakdoğuda insanları hastalıklardan korumak için şifa amacıyla kullanılmıştır. Bu bitkiler hastalıkları önleyici (kalp ve damar hastalıkları gibi), sağlığı koruyan, hastalıkları tedavi eden ilaç olarak kullanılan bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, hastalıkları önleme veya tedavi etmede sentetik ilaçlardan daha etkili olabileceği inancı nedeniyle diğer doğal bitkiler artmıştır (Martín-Domingo ve ark. 2017). Bundan yola çıkarak çalışmada kullanılan Moringa oleifera, Güney Himalaya eteklerinde ortaya çıkan ve şu anda dünyanın neredeyse her tropikal, subtropikal ve yarı kurak bölgesinde bulunan Moringaceae familyasının bir ağacıdır (Bhosale ve ark., 2021). Moringa oleifera bitkisinin besin

bileşenleri ve değerleri son zamanda birçok çalışmada yer almaktadır (Magat ve ark. 2009; Gyamfi ve ark. 2011; Mbailao ve ark. 2014; Ananias ve ark. 2016). Dışarıdan alınan, sağlıklı beslenmede önemli olan bu tür takviyelerin besin değeri konusunda farkındalık oluşmuş ve bu ürünlere talep artmıştır.

M. oleifera'nın yaprakları için yapılan çalışmada; ateş, yüksek tansiyon, cilt, sindirim ve romatizma hastalıklarının tedavisinde kullanılan ilaçların içeriğinde olduğu bildirilmektedir (Islam ve ark. 2005). Yine bitki yaprağının, β-karoten, C vitamini, E vitamini ve polifenollerin zengin kaynakları içerdiği tespit edilmiştir (Nambiar ve Seshadri 2001; Ross 1999). Bazı temel elementler ise büyüme fonksiyonuna katılırken, bazıları ise

kemik yapısında rol oynar (Gyamfi ve ark. 2011). Bunların eksikliğinde veya aşırıkları vücudun biyokimyasal fonksiyonlarının kesintiye uğratabilir (Akhter ve ark. 2004). Yağlar, proteinler, karbonhidratlar önemli yapı taşı ve enerji kaynaklarıdır. Özellikle yağlar, diyetlerde önemli yere sahip olan temel bileşenlerdir. Bu nedenle, sağlık üzerinde kötü etkileri olan farklı türdeki yağ asitlerinin içeriği, günlük tüketiciler için oldukça önemlidir. Uzmanlara göre beslenmede yer alması gereken yağların yağ asit içeriğinin bilinmesi ve ona göre kullanılması önem arz etmektedir (Karaca ve Aytac 2007). Bu durum, etiketleme doğruluğunun kontrolü için gıdaların yağ asit profilini belirlemenin önemini vurgulamaktadır.

Bu amaçla çalışmada, ticari olarak yetiştirilen Güney Afrika menşei *M. oleifera* yaprak tozu örneği üretici firmadan temin edilerek; majör element ve yağ asitleri bileşenleri belirlenmiştir. Bu elde edilen veriler, fonksiyonel gıda formülasyonu için besin bileşenleri ve miktarları açısından zengin içeriklerinin belirlenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Bt tkinin yaprak kısmına ait mineral ve yağ asidi miktarlarının Moringa bazlı geleneksel gıda ürünlerinin besinsel önemini ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Kimyasallar ve Cihazlar

Element analizi için kalibrasyon standardı olarak 10 mg L<sup>-1</sup> multi element standart çözeltisi kullanıldı. Nitrik asit (HNO<sub>3</sub>, Suprapure® %65) ve hidrojen klorür (HCl, Suprapure®, % 30), distile su için Millipore Elix 10 UV, Milli-Q Syntesis marka saf su sistemi, numune parçalama işlemi için ise Berghof Speedwave® Four Microwave Digestion System marka mikrodalga cihazı, element tayini için Perkin Elmer elan DRC-e marka İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanıldı. Yağ asidi standardı olarak Supelco FAME mix 4, yağ asidi profili için ise Shimadzu marka Gaz Kromatografisi Alev İyonlaşma Dedektörü (GC-FID) cihazı kullanıldı.

### 2.2. Element Tayini İçin Numunenin Hazırlanması

Ticari olarak satın alınan homojen hale getirilmiş 0.1 g olarak tartılan numune mikrodalga ünitesi teflon kaplarına konularak, 3 mL HNO<sub>3</sub> (suprapure) ve 0.2 mL HCl ilave edildi. Mikrodalga ünitesinin sıcaklık programı birbirini takip eden üç adımda gerçekleştirildi. İlk adımda sıcaklık 5 dakika içinde 80°C'den 150°C'ye, ikinci adımda 15 dakika içinde 225°C'ye yükseltildi. Son adımda ise 10 dakika içinde 70°C'ye düşürüldükten sonra numune çözünür hale getirildi. Örnekler distile su ile 25 mL'ye tamamlandı. Hazırlanan numuneler, ICP-MS cihazında analiz edilmiştir (Kilic 2018). Cihaz çalışma koşulları ise Tablo 1'de verildi.

**Tablo 1.** ICP-MS çalışma koşulları

Spektrometre	Elan DRC-e (Perkin Elmer SCIEX, Norwalk, CT, USA)
Örnek girişi	Scott Spray Chamber
RF gücü	1000
Skimmer/ Sample cone	Nikel
Gaz akış oranı (L min <sup>-1</sup> )	Nebulizer gaz akışı: 0.91, Auxiliary gaz akışı:1.20, Plazma gaz akışı:19
Nebulizer	Meinhard TQ plus Quartz 0.5 ml
Tarama modu	Pik sekmesi
Analitik kütleler	Standart mod <sup>63</sup> Cu, <sup>57</sup> Fe, <sup>24</sup> Mg, <sup>66</sup> Zn
Tarama okuma sayısı	20
Okuma tekrar sayısı	1
Tekrar sayısı	3
Oto örnekleyici	CETAX ASX-520
Bekleme süresi	50
Örnek yıkama	Zaman (50), hız (+/- rpm)-48
Erteleme	Zaman (15), hız (+/- rpm)-20

### 2.3. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

0.25 g NaOMe üzerine 40 mL metanol (MeOH) ve 10 mL hekzan eklenerek, çalkalandı. Hazırlanan türevlendirici kullanılmak üzere 4°C'de bekletildi.

### 2.4. Yağ Asidi Tayini İçin Numunenin Ekstraksiyonu

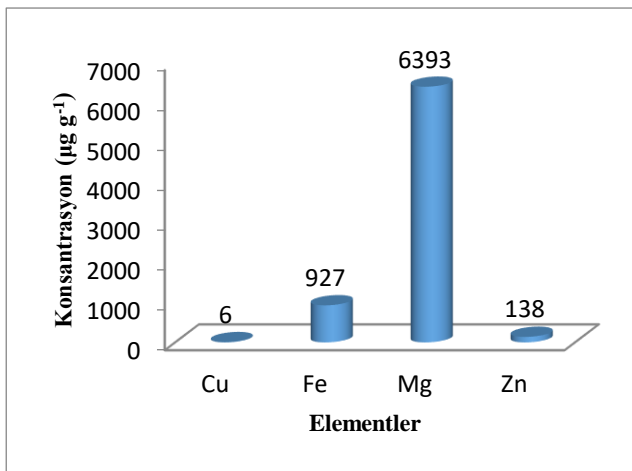
Homojen hale getirilen yaprak tozu örneği kullanılarak yağ asit kompozisyonunun belirlenmesi için 25 mg tartıldı. Üzerine hazırlanan türevlendiriciden 750 µL eklendi. Karıştırıcı kullanılarak örneğin karışması sağlandı. 1 gece oda sıcaklığında bekletildi. Örnek üzerine 1 mL hekzan eklenerek, faz ayırımı oluşması sağlandı. Oluşan faz viyale alınarak, Shimadzu marka GC-FID cihazı ile analiz edildi. Bunun için CP-Wax 52-CB (60 m x 0.32 mm) kapiler kolon kullanıldı. Enjektör bloğu sıcaklığı 250°C, dedektör sıcaklığı 265°C'ye ayarlandı. Başlangıçta kolon sıcaklığı 80°C'de tutuldu, ardından 20 dakikada 175°C'ye yükseltildi, 4 dakika 21°C ve 2 dakika 250°C'de tutuldu. Kolon akış hızı ise 3 mL dk<sup>-1</sup>, toplam süre ise 83.25 dakika olarak belirlendi.

### 2.5. Metot Doğrulama

Metot doğrulama, kullanılan analiz yöntemin amaca doğru uygulanabilirliğinin ölçümü için geçerlilik durumunu ortaya koymak için yapılmaktadır (Taverniers ve ark. 2004). Bu amaçla cihaz performansı için kalite kontrol (QC) takibi yapıldı.

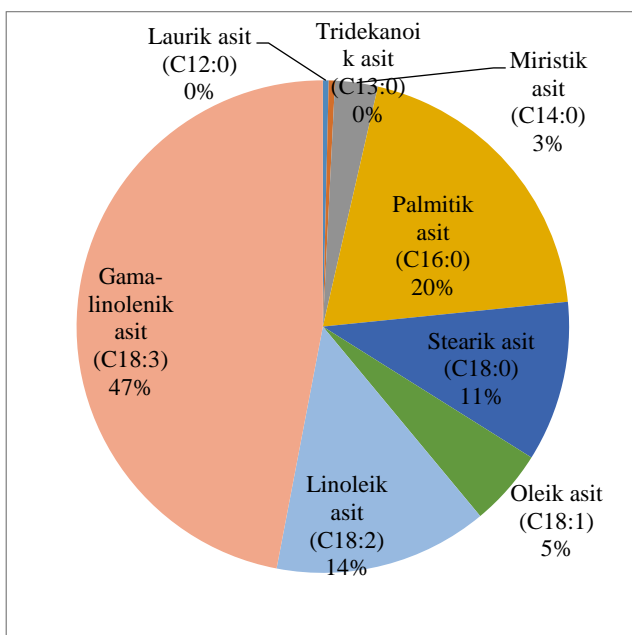
### 3. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada *M. Oleifera* yaprak tozunun elementel analiz sonuçları Şekil 1'de verildi. Elde edilen verilere göre *M. Oleifera* yaprak tozunun elementel bileşim analizinde magnezyum  $6393 \mu\text{g g}^{-1}$ , demir  $927 \mu\text{g g}^{-1}$ , çinko  $138 \mu\text{g g}^{-1}$  ve bakır  $6 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi. Mineral sonuçları literatür çalışmaları ile karşılaştırıldı. Yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde magnezyum konsantrasyonunun yüksek ( $15450 \text{ mg kg}^{-1}$ ), çinko ( $51 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve demir ( $43 \text{ mg kg}^{-1}$ ) konsantrasyonlarının ise daha düşük tespit edildiği görüldü (Ngigi ve Muraguri 2019). Sonuçlar arasındaki fark bitkinin farklı coğrafi ve toprak yapısında yetiştirilmesi ile açıklanabilir.



Şekil 1. *Moringa oleifera* yaprağına ait mineral kompozisyonu ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ).

Minerel çalışmasının dışında *M. oleifera* yaprak tozuna ait 8 adet yağ asit profili tanımlandı. Yağ asit % miktarları ise Şekil 2'de verildi.



Şekil 2. *Moringa oleifera* yaprağına ait yağ asidi kompozisyonu(%).

Elde edilen sonuçlara göre; gama-linolenik asit (C18:3) %46.99 olarak en yüksek miktarda tespit edildi. Sırası ile palmitik (C16:0) %19.80, Linoleik (C18:2) %14.04, Stearik (C18:0) %10.53 ve Oleik asit (C18:1) miktarları %5.05 tespit edildi. Tridekanoik (C13:0) ve laurik (C12:0) asit konsantrasyonları ise %0.41-0.38'ini oluşturduğu görüldü. Yapılan çalışmalarda linolenik asit sonuçları, *M. oleifera*'nın yapraklarında, çiçeklerinde ve yumuşak kabuklarında sırasıyla %56.4, %23.0 ve %26.2 benzer bir içeriği kaydedilmiştir. Yine başka bir çalışmada Moringa tohumu yağı, çok yüksek oleik asit (%65-75), palmitik asit (%5-10) ve stearik asit (%5-10) içeriği ile kapsamlı bir şekilde karakterize edilmiştir (Abdulkarim ve ark. 2005; Amaglo ve ark., 2010; Lalas ve Tsaknis 2002). Yapılan bir başka çalışmada ise *M. oleifera* yapraklarında, en yüksek miktarda (%49-59) olarak a-linolenik asit, bunu palmitik asit (%16-18), ve Linoleik asit ise (%6-13) oranda izledi. Palmitoleik, stearik, oleik ve erusik asit ise %1-5 aralığında tespit edilmiştir (Saini ve ark. 2014). Saini ve ark tarafından yapılan çalışmada *M. oleifera* yapraklarına ait yağ asit miktarları çalışmamıza göre daha düşük düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar, genotipik faktörlerin *M. oleifera*'nın yapraklarındaki yağ asidi bileşimini önemli ölçüde etkilediğini ve ayrıca bitkinin farklı yenilebilir kısımları arasında değişiklik olabildiğini göstermektedir. Tespit edilen yağ asitlerinden linolenik asit, dokosaheksaenoik asit (DHA) dahil olmak üzere uzun zincirli n-3 yağ asitlerinin öncüsü olduğu için insan diyetinde önemli bir rol oynar (Barcelo-Coblijn ve Murphy 2009). Linoleik asidin ise kalp damar hastalıkları riskini azaltıcı, immün direnci artırıcı, dokularda oksidasyonu önleyici ve kanser oluşumunu engelleyici gibi biyolojik özellikleri olduğu ortaya konulmuştur (Çelebi ve Kaya 2008). Palmitik asit LDL seviyelerinde artış, HDL düzeylerinde azalmaya sebep olmaktadır (Bodur ve Uçar 2021). Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin yine kalp, eklem romatizması gibi hastalıkların önlenmesinde kullanıldığı, omega-6 kanamaları azaltıcı, omega-3 ise damar genişletici özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Çelik ve Demirel 2004).

*Moringa oleifera* bitkisinin besin bileşenlerinin zengin bir içeriğe sahip olması nedeni ile son yıllarda yapılan çalışmalarda sıkça adından söz ettirmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde ise magnezyum, demir, bakır ve çinko gibi mineraller açısından zengin olması beslenme ve sağlık açısından *Moringa oleifera* bitkisinin oldukça önemli olduğu sonuçlarına varılmaktadır. Bu bitkinin içeriğinde insan sağlığı açısından önemli olan yağ asitlerinde yer almasıyla dikkat çekmektedir. Ayrıca linoleik, linolenik ve palmitik asit açısından zengin oluşu bu yönleri ile önemli ortaya çıkmaktadır. Sonuçlara bakıldığında, *M. oleifera*'nın yapraklarındaki mineral ve yağ asidi bileşimi genotipik faktörlerin önemli ölçüde etkilediğinden dolayı farklılık gösterdiği ve bu bitkinin sağlığa faydaları olan zengin gıda takviyesi olduğu düşünülmektedir. Bu tespit edilen miktarlara göre, günlük alım düzeylerinin tavsiye edilebilirliği açısından da önem arz etmektedir.

**Kaynaklar**

- Abdulkarim SM, Long K, Lai OM. 2005. Some physicochemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chem* 93: 253–263.
- Akhter P, ur-Rehman K, Orfi SD, Ahmad N. 2004. Assessment of iodine levels in Pakistani diet. *Nutrition* 20: 783–787.
- Amaglo NK, Bennett RN, Lo Curto RB. 2010. Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree *Moringa oleifera* L. grown in Ghana. *Food Chem* 122:1047–1054.
- Ananias NK, Kandawa-Schulz M, Hedimbi M, Kwaambwa HM, Tutu H, Makita C, Chimuka L. 2016. Comparison of metal content in seeds of *Moringa ovalifolia* and *Moringa oleifera*. *Africal J Food Sci* 10(9): 172–177.
- Barcelo´-Coblijn,G, Murphy EJ. 2009. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Prog Lipid Res* 48:355–374.
- Bhosale TJ, Chavan,MK, Sabale,TD, Dr Lavar,VS. 2021. Proximate analysis of *Azadirachta indica* & *Moringa oleifera* L. leaves as feed additives for ruminants. *Pharm J Innova SP-10*(12): 1884-1886.
- Bodur M, Uçar A. 2021. Palmitoleik asidin aazı kronik hastalıklardaki rolü: Kısa derleme. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bil Enst Der* 11(1): 103-107.
- Çelebi Ş, Kaya A. 2008. Konjuge linoleik asitin biyolojik özellikleri ve hayvansal ürünlerde miktarını artırmaya yönelik bazı çalışmalar. *Hayvansal Üretim* 49(1): 62-68.
- Çelik S, Demirel M. 2004. İnsan ve hayvan sağlığı bakımından yağ asitleri ve konjuge linoleik asidin önemi. *YYÜ Fen Bil Enst Der* 1: 25–35.
- Gyamfi ET, Yeboah,PO, Steiner-Asiedu,M, Fletcher JJ. 2011. Assessment of essential elements in *Moringa oleifera*. *Elix Food Sci* 36: 3222–3225.
- Islam S, Jahan MAA, Khatun R. 2005. In vitro regeneration and multiplication of year-round fruit bearing *Moringa oleifera* L. *J Biol Sci* 5(2): 145-148.
- Karaca E, Aytaç S. 2007. Yağ itkilerinde ağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *OMÜ Ziraat Fak Der* 22(1): 123-131.
- Kilic S. 2018. Aromatik bitki ve yağlarının mineral element miktarlarının karşılaştırılması. *Gıda* 43(4): 617-623.
- Lalas S, Tsaknis J. 2002. Characterization of *Moringa oleifera* seed oil variety ‘‘Periyakulam 1’’. *J Food Comp Anal* 15: 65–77.
- Magat SS, Raquepo CM, Pabustan CD. 2009. Mineral macro-nutrients, micro-nutrients and other elements in leaves of malunggay plant (*moringa oleifera*) sampled in some locations in the Philippines. *Crop Agronomy. Nutrition and Farming Systems Program, Technology Advisory Notes*.
- Martín-Domingo MC, Plaa A, Hernández AF, Olmedoa P, Navas-Acienc A, Lozano-Paniagua D, Gila F. 2017. Determination of metalloid, metallic and mineral elements in herbal teas. Risk assessment for the consumers. *J Food Comp and Anal* 60: 81-89.
- Mbailao M, Mianpereum T, Albert N. 2014. Proximal and elemental composition of *Moringa oleifera* (Lam) leaves from three regions of chad. *J Food Res Sci* 3(10): 12–20.
- Nambiar V, Seshadri S. 2001. Bioavailability trials of beta-carotene from fresh and dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*) in a rat model. *Plant Foods Hum Nutr* 56 (1): 83-95.
- Ngigi AN, Muraguri BM. 2019. ICP-OES determination of essential and non-essential elements in *Moringa oleifera*, *Salvia hispanica* and *Linum usitatissimum*. *Scie African* 6: e00165.
- Ross IA. 1999. Medicinal plants of the world; chemical constituents, traditional and modern medicinal uses. Humana Press. Totowa, New Jersey, 231-239p.
- Saini RK, Shetty NP, Giridhar P. 2014. GC-FID/MS Analysis of fatty acids in Indian Cultivars of *Moringa oleifera*: Potential sources of PUFA. *JAOCs* 91: 1029–1034.
- Taverniers I, De Loose M, Van Bockstaele E. 2004. Trends in quality in the analytical laboratory. II. Analytical method validation and quality assurance. *TrAC Trends Anal Chem* 23(8): 535-552.