

Moringa Ağacı (*Moringa oleifera* Lam.): Biyolojik Özellikleri, Kültürü ve Tıbbi Faydaları

Nurullah Okumuş¹, Amir Soltanbeigi²

¹Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye

¹Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

*Sorumlu yazar / Correspondence: amir.soltanbeigi@afsu.edu.tr

Geliş/Received: 14.09.2020 • Kabul/Accepted: 11.04.2021 • Yayın/Published Online: 31.08.2021

Öz: Son yıllarda dünya nüfusunun artışı ile birlikte, insanların gıda ve sağlık ihtiyaçlarında da yükseliş ve değişiklik görülmektedir. Buna paralel olarak, toplumun bilinçlenmesi sonucu doğal ve sağlıklı ürünlerin tüketimine yönelik rağbet artmıştır. Uzun geçmişe sahip olan Moringa Ağacı [*Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae)], tüm kısımlarında (kök, gövde, dal, kabuk, yaprak, çiçek, legümen ve tohum) içerdiği sekonder metabolitleri, besin değeri, tarımsal ve endüstriyel özellikleri nedeniyle ilgi çekerek geniş çapta kullanılmaktadır. Orta büyüklükte olan Moringa Ağacı, Güney Asya kökenlidir, ancak günümüzde sub-tropikal ve tropikal iklim koşullarına sahip ülkelerde de yayılmıştır. Ayrıca, bu ağacın orta derecede kuraklık ve hafif don olaylarına dayanıklılığı ile birlikte düşük bakım maliyeti de yayılışında etkili olmuştur. Moringa Ağacı proteinler, lipitler, karbonhidratlar, vitaminler, amino asitler ve iz mineraller gibi 90'dan fazla besin maddesi içerir. Moringa Ağacı içerdiği etken maddeleri sayesinde anti-oksidan, anti-enflamatuar, immünomodülatör, anti-kanser, hipoglisemik, hipolipidemik, hepato ve böbrek protektifi gibi aktivitelere sahiptir ve sağlık alanında birçok araştırmaya konu olmaktadır. Bu derlemede Moringa Ağacı'nın botanik, biyolojik, ekolojik, tarımsal, yetiştiricilik, besin değeri, tıbbi etkileri ve farklı kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi hedeflenmiştir. Sunulan bu bilgiler ışığında Moringa Ağacı gıda, sağlık ve diğer endüstrilerdeki ileri uygulamalar için bir temel oluşturabilir.

Anahtar kelimeler: Biyoaktif bileşen, Gıda, Moringa Ağacı, *Moringa oleifera*, Sağlık

Moringa Tree (*Moringa oleifera* Lam.): Biological Characteristics, Cultivation and Medicinal Benefits

Abstract: Due to the enhance in the world's population in recent years, human food and health needs are increasing and changing inevitability. Concurrently, as a result of community awareness, the desire to consume natural and healthy products has increased. Moringa Tree [*Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae)], which has an ancient history, is widely used in all parts (root, stem, branch, shell, leaf, flower, legume and seed) due to its secondary metabolites, nutritional values, agricultural and industrial properties. The medium-sized Moringa Tree is South Asian origin, but today it has also spread in countries with sub-tropical and tropical climatic conditions. Besides, low management costs, tolerance to moderate to severe drought stress and mild frost have spread the cultivation area of this plant. The various Moringa Tree parts contain more than 90 nutrients such as proteins, lipids, carbohydrates, vitamins, amino acids and micro minerals. According to its bioactive ingredients, Moringa Tree has antioxidant, anti-inflammatory, anti-cancer, immunomodulatory, hypoglycemic, hypolipidemic, hepatorenal protective activities. In consequence, shedding light on the specifications of this plant has been the subject of numerous studies in the field of health. In this review, a comprehensive overview is provided on botanical, biological, ecological, cultivation, nutritional values, medicinal effects, and other Moringa Tree applications. The presented information can be used to further apply Moringa Tree in food, pharmaceutical, and other industries.

Key words: Bioactive ingredient, Health, Moringa Tree, *Moringa oleifera*, Food

GİRİŞ

İnsanoğlunun bitkilerin özellikleri ile tanışması ve farklı organlarını çeşitli amaçlarla kullanması, yazılı tarihin ötesindedir. İnsan, varoluşundan beri bitkilerden besin ve şifa kaynağı olarak faydalanmıştır. Ancak, bitkilerin tedavi amaçlı kullanımı daha özelleşmiş bir yol izlemiştir. Bitkilerin kullanımının bu kadar uzun bir geçmişe sahip olmasının nedenlerinden biri farklı topraklarda yaşayan insanların köklü inançlarına dayanmasıdır. Örneğin, "bir bitkiden iyileşmeyen hiçbir hastalığın olmadığı" inancı, kavram ve manada az değişiklikler ile Doğu topraklarından Latin Amerika Bölgesinin milletlerine kadar geniş kültürlerde yer almaktadır (Omidbeigi, 2014). Hatta bu inanç, uygulamaları ile birlikte süregelen ve genişletilmiş tecrübelerle de desteklenmektedir. Geçen yüzyılda dünya nüfusunun artışı ve gelişen teknoloji sayesinde besin ve ilaç hammaddesi niteliği taşıyan bileşenlerin kimyasal sentezine yönelik çeşitli ürünler geliştirilerek insanların tüketimine sunulmuştur. Fakat, çok geçmeden söz konusu ürünlerin insan vücudunda geri dönüşümü olmayan olumsuz yan etkileri ve doğaya verdikleri hasarların ortaya çıkması ile sağlıklı yaşam düşüncesi ve doğal ürünlere dönüş eğilimi hız kazanmıştır. Böylece, gıda, sağlık vb. alanlarda doğal ürünlere talep artmıştır.

Ekolojik faydaları yanında önemli ve çok yönlü besin ve tıbbi değere sahip odunsu bitki türlerinden biri Moringa Ağacı'dır. *Moringa* sp. türleri arasında özgün özelliklerinden dolayı ağaç, yaşam formuyla yaygın kültüre alınan ve en geniş kullanım alanına sahip olan *Moringa oleifera* Lam.'dır (Tablo 1 ve 2). 2001 yılında, *Moringa oleifera* konulu ilk uluslararası konferans Tanzanya'da düzenlenmiştir. Bu konferanstan sonra Moringa Ağacı'nın çeşitli özellikleri hakkındaki bilgilerin yayılmasına yönelik toplantı ve çalışmaların sayısı da giderek artmıştır. Günümüzde bu tür, "Mucize Ağacı", "Doğal Hediye" veya "Annenin En İyi Arkadaşı" olarak da tanınmaktadır (Leone vd., 2015). Bunun nedeni tohumundan köküne, sapından yaprağına kadar bitkinin her parçasından yararlanılması ve hemen hemen her kısmının ayrı bir değerinin olmasıdır (Aysan, 2015). Moringa Ağacı'nın tarihçesi ve kullanımı, 80'den fazla ülkede ve 200'den fazla yerel dilde kayıtlıdır. Moringa Ağacı ile ilgili yazılı metinler M.S. 150 yılına kadar uzanmaktadır. Tarihi kanıtlar, Moringa Ağacı'nın yaprak ve meyvelerinin zihinsel uyanıklık ve cilt bakımı amaçlı krallar ve kraliçeler tarafından kullanıldığını göstermektedir. Hindistan'ın eski Maurian savaşçıların, savaş cephesinde Moringa Ağacı'nın yaprak özü ile beslendiğini bildirilmiştir (Fuglie, 2001; Manzoor vd., 2007). Geçmişte geleneksel tıpta da kullanılan *Moringa* sp. türleri, günümüzde farklı organlarıyla besin maddesi ve şifa kaynağı olarak kullanılmaktadır (Anwar vd., 2006). Bu ağaç Hindistan, Etiyopya, Filipinler ve Sudan gibi ülkelerde önemli ekonomik bitkilerden olup; meyveleri ise Avrupa ile Asya'ya ihraç edilmektedir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). Ayrıca, Moringa Ağacı'nın Afrika'nın doğu, batı ve güneyi, Asya'nın sıcak bölgeleri, Latin Amerika, Karayipler, Florida ve Pasifik Okyanusu Adaları'nda kültürü yaygınlaşmıştır. Hindistan, 380 km²'lik bir bölgeden yıllık 1,2 milyon ton organik ürün üreterek, *M. oleifera*'nın en büyük üreticisidir (Srivastava vd., 2020). Yeni araştırmalara göre, tıbbi ve terapötik özelliklere sahip olan Moringa Ağacı'nda saponinler ve flavonoidler gibi bazı fitokimyasalların varlığı, ihmal edilmiş topluluklar için uygun bir gıda ve tıbbi alternatif potansiyeli taşımaktadır (Brilhante vd., 2017; Ma vd., 2019; Oguntibeju vd., 2020).

Tablo 1. *Moringa oleifera* ağacının organlarına göre kullanım alanları (Saint Sauveur ve Broin, 2010).

Organ	Kullanımları veya faydaları
Yaprak	Beslenme, yem, biyokütle, bitki büyüme hormonu, sağlık
Çiçek	Beslenme, sağlık, bal
Meyve	Beslenme, sağlık
Kök	Sağlık
Tohum	Kozmetik, gıda, su arıtma, sağlık
Ağaç	Kâğıt, alkol üretimi, hayvan yemi, sağlık
Kabuk (gövde ve dal)	Halat yapımı, sepilme için sakız, sağlık

Fuglie (1999)'a göre Moringa Ağacı'nın biyokütle üretimi, hayvan yemi (yapraklar ve işlenmiş tohum küspesi), biyogaz (yapraklardan), ev temizlik maddesi (ezilmiş yapraklar), mavi boya (ahşap), çit (canlı ağaçlar), gübre (tohum küspesi), foliar besin (yapraklardan ekstrakte edilen meyve suyu), yeşil gübre (yapraklardan), zamk (ağaç gövdelerinden), bal ve şeker kamışı suyu arıtıcı (toz edilmiş tohumlar), bal (çiçek nektarı), ilaç (tüm bitki parçaları), süs bitkisi, biyopestisit (fidelerde çökerten hastalığına karşı yaprakların toprağa karıştırılması), posa (ahşap), halat (ağaç kabuğu), soyulmuş deriler için tanen (ağaç kabuğu ve zamk), su arıtma (toz edilmiş tohumlar) gibi birçok kullanım alanları mevcuttur. Eşit ağırlık biriminde; *M. oleifera*'nın yaprağı, havucun 4 katı A vitaminine, portakalın 4 katı C vitaminine, sütün 4 katı kalsiyuma, muzun 3 katı potasyuma sahiptir. Ayrıca, demir oranı ıspanakla eşit olmakla birlikte protein kalitesi ise süt ve yumurta proteinini ile rekabet edebilir düzeydedir (Fuglie, 1999; Fahey, 2005; Adebayo vd., 2011; Popoola ve Obembe, 2013).

Tablo 2. *Moringa oleifera* ağacından elde edilen maddeler (Saint Sauveur ve Broin, 2010).

Madde	Organ
Lignin / Selüloz	Dal
Alkol	Dal
Hormon	Yaprak
Biyoflavanoid	Yaprak, çiçek ve dal
Araikidik asit	Tohum ve yaprak
Oleik asit	Tohum ve yaprak
Linoleik asit	Tohum ve yaprak
Linolenik asit	Tohum
Pterigospermin	Çiçek

M. oleifera'nın yaprakları, kökleri ve gövde kabukları; sindirim yetmezliği, yüzeysel sivilceler, soğuk algınlığı, cilt iltihabı, yüksek tansiyon, sinir krizi ve nöbetler, depresyon ateş, cilt ve romatizma hastalıkları tedavisinde kullanılan ilaçların yapımında yararlanılmaktadır (Islam vd., 2005). Ayrıca, kök, yaprak, çiçek, meyve ve salgılanan zank kalp ve damar hastalıklarının tedavisinde de etkilidir (Limaye vd., 1995). *M. oleifera*'nın yaprakları; β -karoten (Nambiar ve Seshadri, 2001), C vitamini, E vitamini ve polifenollerin zengin kaynaklarıdır (Ross, 1999). Moringa Ağacı'nın diğer bileşenleri flavonoidler, fenolik asitler, alkaloidler, glukosinolatlar, izotiyosiyanatlar, tanenler, saponinler, oksalatlar ve fitatlar olarak bildirilmiştir (Leone vd., 2015). Genel olarak *Moringa* ssp. türlerinin tohumları içerdikleri biyoaktif maddelerden dolayı antimikrobiyal, antienflamatuar ve antitümör çalışmalarında önemli yer almaktadır (Dayrit vd., 1990; Villasenor, 1994; Makkar ve Becker 1997; Guevara vd., 1999).

Tablo 3. *Moringa* bitkilerinin taksonomik sınıflandırılması.

Älem / Kingdom	Plantae
Şube / Phylum	Tracheophyta - Vascular plants (Damarlı bitkiler)
Bölüm / Division	Magnoliophyta - Flowering plants (Çiçekli bitkiler)
Sınıf / Class	Magnoliopsida - Dicotyledons (Çift çenekliler)
Takım / Order	Brassicales
Familiya (Aile) / Family	Moringaceae
Cins / Genus	<i>Moringa</i> Adans.
Tür / Species	<i>Moringa oleifera</i> Lamarck

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu derlemede konuya ilişkin ulaşılabilen literatürler incelenmiş ve literatürler ışığında *Moringa oleifera*'nın dünyadaki dağılımları, morfolojik özellikleri, ekolojisi ve biyolojisi, yetiştiriciliği, çoğaltma teknikleri ve bakımı, hasadı ve kullanım alanları hakkında bilgilere yer verilmiştir.

BULGULAR

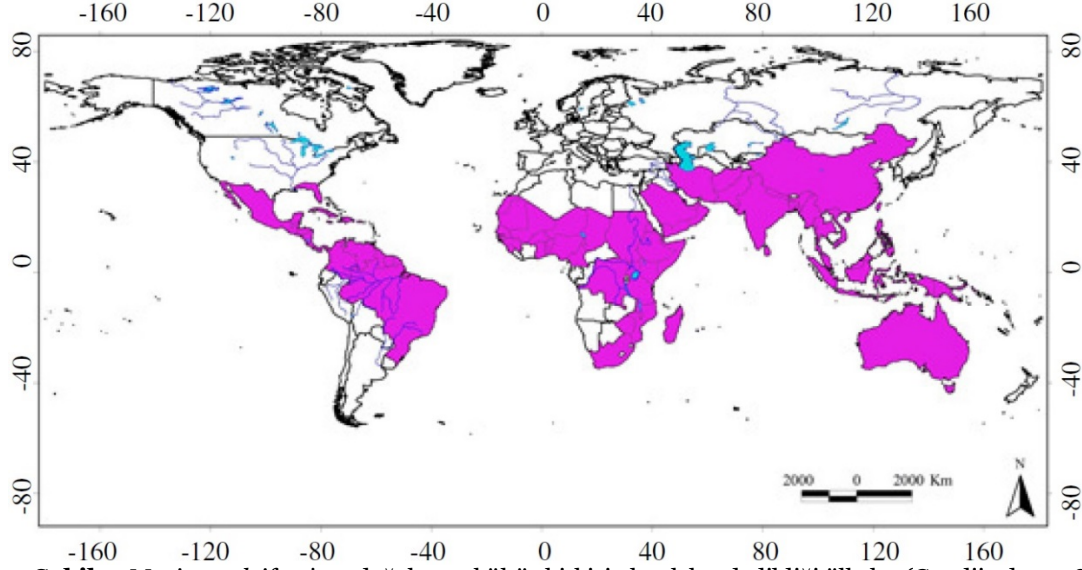
Genel Bakış

Moringaceae familyasına ait *Moringa* cinsinde 13 tür (Tablo 4)'ün yer aldığı kabul edilmiştir. Bu türler *M. arborea* (Kenya), *M. borziana* (Somali ve Kenya), *M. concanensis* (Kuzey Hindistan'ın Alt-Himalaya bölgesi), *M. drouhardii* (Madagaskar), *M. hildebrandtii* (Madagaskar), *M. longituba* (Kenya, Etiyopya ve Somali), *M. oleifera* (Kuzey Hindistan'ın Alt-Himalaya bölgesi), *M. ovalifolia* (Namibya ve Angola), *M. peregrina* (Kızıldeniz ve Afrika Boynuzu), *M. pygmaea* (Somali), *M. rivae* (Kenya ve Etiyopya), *M. ruspoliana* (Etiyopya) ve *M. stenopetala* (Kenya ve Etiyopya)'dir (Olson, 2002; Leone vd., 2015). Bu türler morfolojik, yaşam alanı ve tıbbi özellikleri bakımından oldukça geniş farklılıklar göstermektedir. Ancak *M. oleifera* geniş kullanım alanından dolayı en fazla kültüre alınan tür olarak birçok bilimsel araştırmaya konu olmuştur.

Tablo 4. *Moringa* cinsine ait kabul edilen türler.

Tür Adı	Origin
<i>Moringa arborea</i> Verdc.	Kenya
<i>Moringa borziana</i> Mattei.	Somali ve Kenya
<i>Moringa concanensis</i> Dalzell and A. Gibson	Alt-Himalaya
<i>Moringa drouhardii</i> Jum.	Madagaskar
<i>Moringa hildebrandtii</i> Engl.	Madagaskar
<i>Moringa longituba</i> Engl.	Kenya, Etiyopya ve Somali
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Alt-Himalaya
<i>Moringa ovalifolia</i> Dinter and A. Berger	Namibya ve Angola
<i>Moringa peregrina</i> (Forssk.) Fiori	Kızıldeniz ve Afrika Boynuzu
<i>Moringa pygmaea</i> Verdc.	Somali
<i>Moringa rivae</i> Chiov.	Kenya ve Etiyopya
<i>Moringa ruspoliana</i> Engl.	Etiyopya
<i>Moringa stenopetala</i> (Baker f.) Cufod.	Kenya and Ethiopia

Moringa oleifera Lamarck, Hindistan, Pakistan, Bangladeş ve Afganistan'ın Alt-Himalaya bölgelerine özgü olan (Şekil 1), Moringaceae adlı tekincisli (monogeneric) familyanın türüdür (Tablo 3). Hızlı büyüyen *Moringa oleifera* Lam., ben oil tree, benzolive tree, drumstick tree, horseradish tree (yaban turpu ağacı), kelor, marango, mlonge, moonga, moringa, mulangay, nébéday, saijhan ve sajna olarak da bilinmektedir (Fahey, 2005). Türkiye'de "Mucize Ağacı" (Issaka İbrahima, 2020), "Moringa" ve "Moringa Bitkisi" olarak tanınan *M. oleifera*, birçok dilde "Ağaç" (tree) ekini almıştır. Bu nedenle Türkçe'de "Moringa Ağacı" ismi önerilmektedir.



Şekil 1. *Moringa oleifera*'nın doğal veya kültür bitkisi olarak kaydedildiği ülkeler (Gandji vd., 2018).

M. oleifera'nın morfolojik özellikleri

M. oleifera kışın yaprak döken, dağınık dallanma yapan ve hızlı büyüyen ince ve yumuşak dallı, uzaktan baklagillere benzeyen, seyrek yapraklı ve zarif bir ağaçtır (Şekil 2). Genellikle 5-10 m boyundaki ağacın gövde çapı 20-40 cm'dir. Bundan dolayı, küçük veya orta büyüklükte bir ağaç olarak kabul edilir (Creighton, 2001; Radovich, 2009). Gövde genellikle düz, nadir olarak zayıf gelişir. Dallanmaya başlamadan önce 1,5-2 m yüksekliğe ulaşan ağaç, bazen 3 m'ye kadar da çıkabilir (Foidl vd., 2001). Her tarafa uzayan dallar, dağınık bir şekilde büyür ve oluşturduğu dış görünüşü (habitusu) şemsiye şeklindedir (Paliwal vd., 2011). Bitkiye ait bazı morfolojik özellikler ile legümen meyve ve tohumların fiziksel özellikleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Farklı *Moringa oleifera* popülasyonlarında bazı morfolojik özellikler ile legümen ve tohumların fiziksel özellikleri.

Morfolojik özellikler	1*	2*	3*	4*	5*
Ortalama ağaç yüksekliği (m)	-	-	-	4,24	5,22
Ortalama ağaç çapı (cm)	-	-	-	43,31	7,18
Ortalama legümen uzunluğu (cm)	-	-	38	57,05	30,74
Ortalama legümen çapı / genişliği (cm)	-	-	2,19	8,52	1,89
Ortalama taze legümen ağırlığı (g)	-	-	-	110	72,87
Ortalama kuru legümen ağırlığı (g)	7,60	7,95	7,24	-	-
Ortalama tohum sayısı	12	16	11,98	20,17	-
Ortalama tohum sayısı	-	-	12,9	-	-
Ortalama tohum ağırlığı (g)	0,299	0,302	0,32	-	-
Ortalama kernel / tohum ağırlığı	0,212	0,225	-	-	-
Tüm tohuma göre kernel ağırlığı yüzdesi	72,5	74,5	-	-	-
Tüm tohuma göre kabuk ağırlığı yüzdesi	27,5	25,5	-	-	-

*1: Ferrao ve Ferrao, 1970; 2: Proyecto Biomasa, 1996; 3: Popoola vd., 2014; 4: Ganesan vd., 2014; 5: Agoyi vd., 2014

Yapraklar: 25-60 cm olan üç teleksi (tripinnat) bileşik yapraklar, tüylü, yeşil ve koyu yeşil, 1-2 × 0,5-1,2 cm büyüklüğünde yumurtamsı, eliptik veya dikdörtgensiz yaprakçıklardan meydana gelir (Şekil 3). Yaprak tabanı kama şeklinde (cuneate), ucu ise kertikli (emarginate)'dir. Yaprak, şekli nedeniyle genellikle baklagiller ile karıştırılır. Almaşık (alternat), iki veya üç teleksi yapraklar çoğunlukla dal uçlarında büyür. Gençken grimsi-tüylü yapraklar, 20-70 cm uzunluğunda, karşılıklı dizilişe sahip 8-10 teleksi (pinnat) taşıyan uzun yaprak sapına sahiptir. Tekteleksi (imparipennat) bileşik yaprağın terminal yaprakçığı 1-2 cm uzunluğundadır (Morton, 1991; Lu ve Olson, 2021).

Çiçekler: Beyaz-krem rengi, hoş kokulu, iki arka çanak yaprak ve bir arka taç yaprağı ile ters görünümüne bir Fabaceae çiçeğine benzeyen *Moringa Ağacı*'nin çiçekleri, 2,5 cm çapında olup, 10-25 cm uzunluğundaki aksillere bağlı, sarkık salkımlarda bolca üretilir (Meena vd., 2010). Çiçekler, tabanda beyaz veya krem renkli ve sarı noktalıdır (Şekil 4). Bazı çeşitler pembe renkli olabilir. Geriye bükülmüş veya aşağıya doğru eğimli tüylü çanak yaprak (0,7-1,4 mm),

mızraksı (lanseolat) veya şeritsi-mızraksı (linear-lanseolat), taç yaprak ise ince kaşık (spatulat) şeklindedir. Beş tüylü sitamen (erkek organ), beş sitaminodu (polen üretmeyen, ilkel, steril erkek organ) çevreler (Paliwal vd., 2011). **Meyveler:** Üç loblu (tree-valved) kapsül şeklinde meyveler, legümen olarak adlandırılmıştır (Şekil 3). Olgunlaşmamış legümenler yeşildir ve bazı çeşitlerde kırmızımsı bir renge sahiptir. Legümenler sarkık, kahverengi, üçgen, kurduğunda uzunlamasına 3 parçaya bölünen, 30-120 cm uzunluğunda, 1,8 cm genişliğinde, öze gömülü yaklaşık 20 bölme içeren, her iki uca da daralan konikliğe sahiptir ve 9 olukludur. Meyve morfolojisindeki benzerliklerden dolayı Fabaceae veya Bignoniaceae familyaları ile karıştırılabilir. Ancak, *M. oleifera*, yaprak tabanında bulunan saplı bezler ve raçis eklemleriyle bu familyalardan ayırt edilebilir. Sri Lanka'da meyve oluşumu Mart ve Nisan aylarındadır (Burkill, 1966; Flora of North America, 2021).

Tohumlar: Yuvarlak tohumlar, 3 adet kağıdımsı kanada ve kahverengimsi yarı geçirgen bir tohum kabuğuna sahiptir (Şekil 5). Tohum kabuğu genellikle kahverengiden siyaha kadar değişir, ancak çekirdekler düşük canlılığa sahipse beyaz olabilir. Canlı tohumlar 2 hafta içerisinde çimlenir. Gövdede 120° aralıklarla yukarıdan aşağıya doğru uzanan üç beyaz kanat vardır. Her ağaç yılda 15,000-25,000 tohum üretebilir. Tohum başına ortalama ağırlık 0,3 g ve çekirdek: gövde oranı 75:25'dir. *M. oleifera* tohumunun belli uyku süresi (dormansi) yoktur, fakat nispeten hızlı bir şekilde canlılığını yitirir ve genellikle iki yıldan fazla yaşayamaz (Makkar ve Becker, 1997; Csurhes ve Navie, 2016).



Şekil 2. *Moringa oleifera* ağacının genel görünümü (<https://www.flickr.com/> erişim tarihi: 28.03.2021).



Şekil 3. *Moringa oleifera*'nın yaprak, iek ve meyve (legümen)
(<https://www.flickr.com/> erişim tarihi: 28.03.2021).



Şekil 4. *Moringa oleifera*'nın iek durumu
(<https://www.flickr.com/> erişim tarihi: 28.03.2021).



Şekil 5. *Moringa oleifera*'nın tohumları (<https://www.flickr.com/> erişim tarihi: 28.03.2021).

Ekolojik ve Biyolojik Özellikleri

M. oleifera doğada, deniz seviyesinden 1800 m yüksekliğe kadar görülebilir (Sanches vd., 2006b). Bu ağaç yayılış gösterdiği bölgelerin yamaçlarında, meralarda ve nehir kenarlarında geniş şekilde yetişmektedir. Ayrıca, 400 mm'den az yağışı olan bölgelerde de canlılığını sürdürüp, gelişebilir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). *M. oleifera*'nın ana vatanı olan Hindistan'da hava sıcaklığı $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den $+48\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye, yıllık yağışlar ise 750 mm'den 2200 mm'ye kadar değişiklik göstermektedir (Nautiyal ve Venhataraman, 1987). Tropikal ve sub-tropikal ağaç olduğundan kuraklığa dayanıklıdır. *M. oleifera*'nın kültürü yapılan arazilerde sulama işlemi ile desteklenir. Ayrıca, iyi drenajlı topraklara ihtiyaç duymakla beraber en sevdiği toprak yapısı kumlu-killi'dir. Bu bitki şiddetli rüzgârlara karşı hassas olup, dallarını kaybedebilir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). Moringa Ağacı için optimal tarımsal iklim koşulları bol güneş ışığı, 500 m deniz seviyesinden yükseklik, alkalın topraklara daha meyilli olmakla beraber hafif asidik ile alkalın topraklar (pH 5.0-9.0) ve sıcak havalardır ($25-35\text{ }^{\circ}\text{C}$). Bitki kısa dönem $+48\text{ }^{\circ}\text{C}$ üzerindeki sıcaklıkları, uzun sürmeyen donları ve gölge koşullarını tolere edebilir. Şiddetli rüzgâr, suya doymuş topraklar ve düşük sıcaklıklar *M. oleifera* ağacının ölümüne sebep olan en önemli 3 faktördür. Ancak, kök kendini koruyabilirse, tekrar gelişimine devam edebilmektedir. Bu bitki 4,5-10 pH aralıklarında hayatını sürdürebilir (Palada ve Chang, 2003; Bridgemohan vd., 2020).

M. oleifera yetiştiricilik açısından yıllık 760-2500 mm yağış (800 mm'den daha az yağışlar sulama gerektirir) ve $18-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında sıcaklık ile kuru, nemli tropikal veya sub-tropikal iklimlerde, kendine has çevresel özelliklere sahip, 2000 m'ye kadar yüksekliklerde yetişir (Palada, 1996; Nouman vd., 2014).

Moringa sp. türleri, fenolojik olayların ortaya çıktığı durumlarda, çevresel koşullardan büyük ölçüde etkilenebilir. Örneğin, Hindistan'ın farklı bölgelerinde aylara göre farklı çiçeklenme, yaprak dökümü ve tekrardan yapraklanma davranışları görülür. Küba'da ise yıl içerisinde birkaç farklı dönemde çiçeklenir (Morton, 1991). *M. oleifera*, % 75 oranında yabancı döllenen türdür (Muluvi vd., 1999). Tozlanma çoğunlukla bal arısı başta olmak üzere böceklerle sağlanır (Chand vd., 1994). Çiçeklerin açılması öğleden önce gerçekleşir, daha sonra polen kesesinin açılmasıyla nektar salgılanması başlar (Bhattacharya ve Mandal, 2004). *M. oleifera*'da çiçeklenme çeşit ve bölgeye göre geniş değişiklik gösterir. Çiçeklenme çok geç kalmadan ilk yıllarda gerçekleşir. Bitkinin çoğaltma yöntemine bağlı olarak verimi değişebilir. Çelikle çoğalan *Moringa* spp. üçüncü seneden itibaren 600'den fazla meyve legümeni üretme kabiliyetine sahiptir (Morton, 1991).

Moringa oleifera yetiştiriciliği

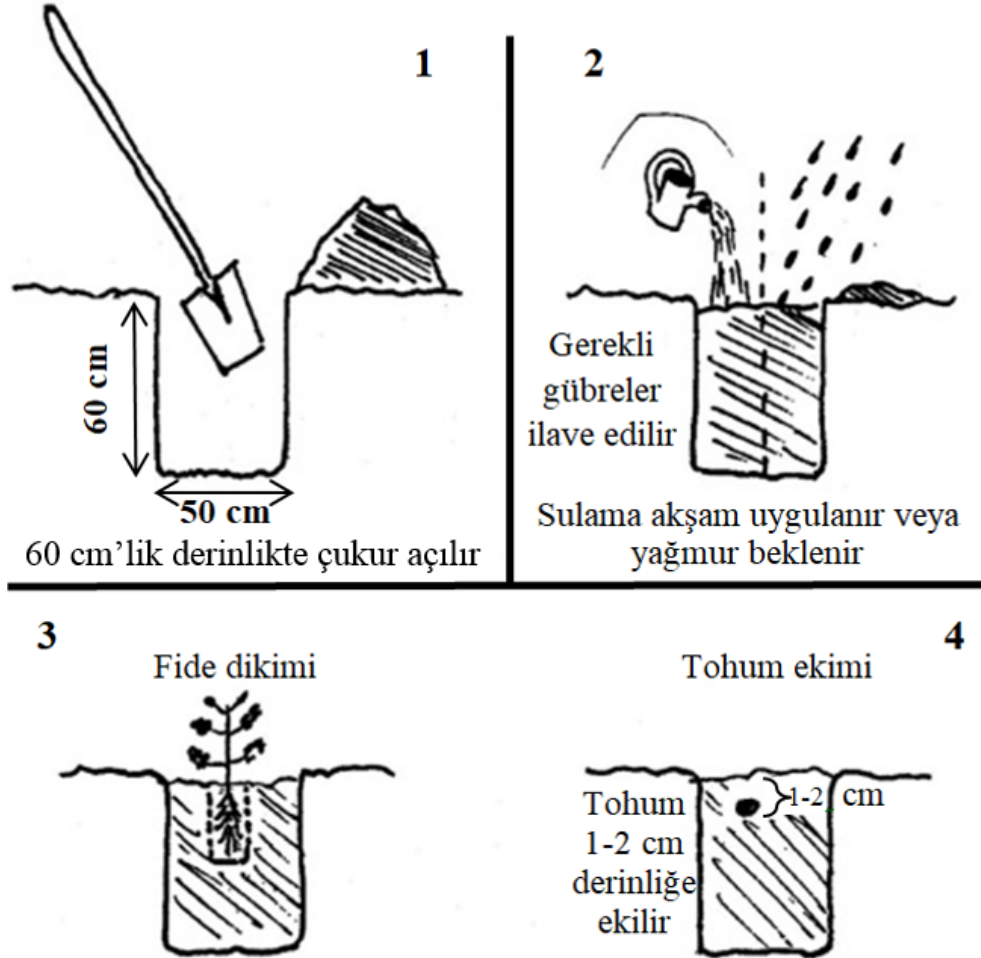
Moringa Ağacı'nın istikrar oranını (tutmasını), gelişimini ve yaşam süresini; iklim ve uyum koşulları, tarımsal uygulamalar, biyotik ve abiyotik faktörler belirlemektedir. Bu yüzden kültüre alınmadan önce bu faktörlerin araştırılması önemlidir.

Toprak ve yer seçimi

Moringa Ağacı yetiştiriciliği için tahsis edilen arazi, konumu ve toprak kalitesi bakımından tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirilmesi için uygun olan arazi şartlarına uyumlu olmalıdır. Endüstriyel atıklar ile toksik ağır metallerin bulunduğu alanlar, çöplükler, suyu biriktiren ve ağır yapılı topraklar, termit istilalı topraklar ve hayvan otlama alanları Moringa Ağacı kültürü için uygun değildir. Seçilen yerin ışık alması, su kaynaklarına yakınlık ve ulaşım açısından uygun olması gerekir (Farm Africa, 2019). Moringa Ağacı yetiştiriciliğinde toprak açısından en önemli faktör, drenajdır. Bitki fiziko-kimyasal olarak geniş profillere uyum sağlayıp pH aralığı değişken topraklarda yetişse de drenajlı topraklara oldukça olumlu gelişme gösterir. *Moringa* spp. türleri genel olarak suya doymuş topraklarda canlılığını uzun sürdüremezler (Isalm vd., 2005). *M. oleifera* türü kumlu ve kireçli topraklarda yetişir, ağır killi topraklarda zarar görerek kısa zamanda canlılığını kaybeder. En uygun toprak pH'sı 5.5-6'dır (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010).

Arazi gerektiğinde sürülmeli ve tüm istenmeyen bitki parçaları uzaklaştırılmalıdır. Sık (yoğun) dikim yapılacaksa, arazi maksimum 30 cm derinliğe kadar sürülmelidir. Sık dikim yapılmayacaksa (dikim yoğunluğu düşükse, $> 1 \times 1$

m), fide çukurları kazılıp, tekrar toprakla doldurulması daha uygundur (toprak yapısı hafifler). Bu yöntem, fazla toprak erozyonuna neden olmadan iyi bir kök sistemi yayılışı sağlar (bazı tropik bölgelerde arazi sürülmesi, şiddetli yağışlar, rüzgâr veya eğim nedeniyle erozyon riski teşkil edebilir). Çukurlar 30-50 cm derinliğinde ve 20-40 cm genişliğinde olmalıdır. Açılan çukurlar doldurulurken, toprağa gübre ilave edilebilir (Şekil 6) (Saint Sauveur ve Broin, 2010).



Şekil 6. 1 ve 2: Çelikle çoğaltma yöntemi; 3: Fide dikimi; 4: Tohum ekimi (<http://atrc.net.pk/> erişim tarihi: 28.03.2021).

Çoğaltma yöntemleri ve plantasyon

Moringa Ağacı, generatif (tohum) ve vejetatif (çelik, doku kültürü vs.) yöntemlerle çoğalabilmektedir. Tohum veya çelik doğrudan tarlaya ekilebilir ya da önceden köklendirilip, şaşırtılabilir. Bu yöntemlerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Tohumlardan yetiştirilen bitkiler daha düşük kaliteli meyveler üretir (Ramachandran vd., 1980). Tohumdan yetiştirilen fidan, çelikten üretilen fidana kıyasla daha yaygın kök sistemi (stabilizasyon ve suya erişim için bir avantaj) geliştirir (Animashaun, 2013). Ayrıca, tohumdan kurulan plantasyonunların çapraz tozlaşmanın yol açtığı genetik varyasyon nedeniyle verimli olmadığını belirtmişlerdir (Saini vd., 2013). Çimlenme oranı yüksek olan tohumların dormansi süresi yoktur ve bu nedenle ancak olgunlaşınca ekilebilirler (Saint Sauveur ve Broin, 2010). Tohumlar, sağlıklı ve üretken ağaçların iyi gelişmiş legümenlerinden toplanmalıdır. Eşit boyut, ağırlık ve renge sahip tohumlar seçilmelidir (Farm Africa, 2019). Tohum, yoğun yağ içeriğinden dolayı uzun süre canlılığını koruyamaz. Bu sebeple 2 aydan fazla doğal ortamda bulunan ve uzun süre depolanan tohumlar oldukça düşük çimlenme kabiliyetine sahiptirler. Tohumlar ekimden 12 gün sonra % 85 oranında çimlenir. Çimlendirmek için uygun sıcaklık 20-25 °C'dir (Şekil 6). Tohumlar doğrudan tarlaya ve çeşitli çimlendirme yataklarına ekilebilir. Yatakta üretimin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin nakil sırasında daha fazla işgücü gerektirir, fideler zarar görebilir, gelecekte ağaçların verimi düşebilir ve kuraklık stresine karşı direnci azalabilir. Viyollerde üretimin ise zaman, viyol dolumu ve yerleştirilmesi, bakım, nakliye ve dikim (transplantasyon), insan gücü ve malzeme pahalılığı gibi dezavantajı vardır. Tohumlar en fazla 2 cm derinliğe ekilmelidir. Tohum kalitesinin belirsiz olduğu durumlarda her bir çukura iki tohum ekilir. İki tohum çimlenirse; zayıf bitki yaklaşık 30 cm olduğunda kesilir. Kesme sırasında kalan bitkinin kök sistemine zarar vermemek için özen gösterilmelidir. Tohumla üretilen fidelerin başka

bir yere aktarımı ana köklerin zarar görme ihtimaline karşı tavsiye edilmez (Morton, 1991; Asadi-Korom vd., 2009; Saint Sauveur ve Broin, 2010; Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010; Aysan, 2015; Farm Africa, 2019).

Vejetatif çoğaltma yöntemleri maliyetlidir. Ancak, çelikle üretim başta olmak üzere bu yöntemlerden elde edilen fidanlar daha güvenilir plantasyon oluşturur ve bitkiler anaç ağaçların özelliklerini taşır. Bu fidanlar daha hızlı gelişim göstererek, erken çiçeklenir (Ramachandran, 1980). Yaprak hasadı için oluşturulan sık dikimler oldukça fazla çelik gerektirir. Böylece anaç bitkiler çelik alma sırasında zarar görür ve belki yeterli miktarda bitki materyali sağlanamayabilir (Islam vd., 2005; Sanchez-Machado vd., 2006). Çelikle üretim (Şekil 6) tüm dezavantajlarına rağmen hızlı gelişimi ve erken verim alınmasından dolayı daha çok ilgi görmektedir (Sanchez-Machado vd., 2006). Çelikler, en az 1 yıllık ağaçlardan ve bu ağaçların odunsu dallarından alınır. Çeliklerin uzunluğu 50 ile 150 cm arasında olup, bu uzunlukların 1/3'ü toprak altında kalmalıdır. Çelikler doğrudan tarlaya veya köklendirmek için hazırlanan yataklara dikilir. Kesilen çelikler toprakla buluşmadan önce 3 gün gölgede bekletildiği takdirde, nem kaybederek köklenme oranları arttırılabilir. Dikimden sonra köklenmenin sağlanması ve gelişmesi için farklı besin kaynaklarının kullanılması ile beraber sulama işlemine dikkat edilmelidir. Köklenmiş çelikler 2-3 ay sonra tarlaya transfer edilir (Palada ve Chang, 2003). Bu bitkiler ilk aşamalarda rüzgâr ve kuraklığa daha duyarlıdır ve termit saldırılarına karşı hassastır (Saint Sauveur ve Broin, 2010). Çelik üretim sırasında, çelikler 24 saat 50 ppm'lik İndol Bütirik Asit (İBA) hormonu ile muamele edilirse daha başarılı köklenme sağlanır.

Yapraklar ve tohumlar *M. oleifera*'nın en ekonomik organlarıdır. Buna göre, ilgili hasat ve yönetsel uygulamaları kolaylaştırmak doğrultusunda plantasyonda bitki sıklığı ve dağılımına özen gösterilmelidir. Yaprak ve tohum verimi önemli derecede bitki sıklığından etkilenebilmektedir. Yaprak üretimi için oluşturulacak olan plantasyon tavsiyeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Leone vd., 2015):

- 10 × 10 cm ile 20 × 20 cm arasında değişen aralıklar yoğun plantasyon olarak bilinir, 35-45 gün sürelerle hasat edilir, sulama ve gübreleme gereklidir.
- Yaklaşık 50 × 100 cm aralıklar yarı-yoğun plantasyon olarak bilinir, 50-60 gün süreyle hasat edilir, sulama ve gübreleme önerilir.
- Sıralar arasında 2-4 m mesafeler oluşturularak, yaklaşık 60 gün süreyle hasat edilir, gübreleme ve sulamanın çok gerekli olmadığı bu plantasyon tarımsal-ormancılık (agroforestry) sistemine entegre edilmiştir.

Çelikle çoğaltılan *M. oleifera* fidanları, 1600-1800 ağaç ha⁻¹ olacak sıklıkta da uygun verime ulaşabilmektedir (Bridgemohan vd., 2020). Ancak, plantasyonun amacı hayvan yemi ise daha sık dikim sistemi tavsiye edilir. Tohum üretimi için düşük yoğunlukta bir plantasyonun verim üzerine olumlu etkisi vardır. Bitki sıklığı tipik üçgen model ve 2.5 × 2.5 m veya 3 × 3 m olarak gerçekleştirilir, hatta 3-5 m'ye kadar çıkarılabilir (Sánchez vd., 2006a; Farm Africa, 2019).

Besin ihtiyacı

M. oleifera gübreleme yapılmaksızın da yetiştirilir ve verim elde edilir. Ancak, gübreleme işlemi gibi farklı agroteknikler ile desteklendiği durumda, büyüme ve gelişmesi hız kazanıp, nihai verim artar (Palada ve Chang, 2003; Dania vd., 2014). Bitki toprakta istikrarını sağladıktan sonra derin ve yayılımcı kökleri sayesinde etkin bir biçimde besin maddelerine ulaşabilir. Moringa Ağacı yeterli miktarda besin kaynaklarına ulaştığında, önemli oranda yaprak üretimi sağlar. Proteinler ve mineraller bakımından zengin içerikli yapraklar, yüksek miktarda nitrojen ve diğer besin elementleri barındıran topraklara ihtiyaç duyar. Kimyasal gübre yerine, hayvansal gübre veya kompost gerekli besinleri sağlar ve aynı zamanda toprak yapısını da iyileştirir.

Gübreleme, dikimden önce arazi hazırlığı sırasında yapılmalıdır. Gübre veya kompost uygulaması yılda en az bir kez, ağaçların hızlı gelişme dönemine denk gelecek zamanda ve yağmur mevsiminden önce daha uygundur (Saint Sauveur ve Broin, 2010). Toprak analizi doğrultusunda bitkinin kök bölgesine eklenen 30 g üre (N) oldukça faydalıdır. Farklı yetiştirme sistemlerine göre değişik besin elementleri içeren gübreler kullanılabilir. Örneğin her bir ağaç başına 1-2 kg hayvansal gübre kullanılabilir (Palada ve Chang, 2003; Dania vd., 2014). İlk budamadan sonra (tohum ekiminden 75 gün sonra) 44:16:30 g NPK oranı bitki gelişimini hızlandıracaktır. İlk çiçeklenme döneminde de (tohum ekiminden 150-160 gün sonra) her ağaç için 44 g N verilmesi tavsiye edilmiştir (Suthanthirapandian vd., 1989). *M. oleifera*'da suni beslenme ile legümen üretiminin 3 katına çıktığı bildirilmiştir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010).

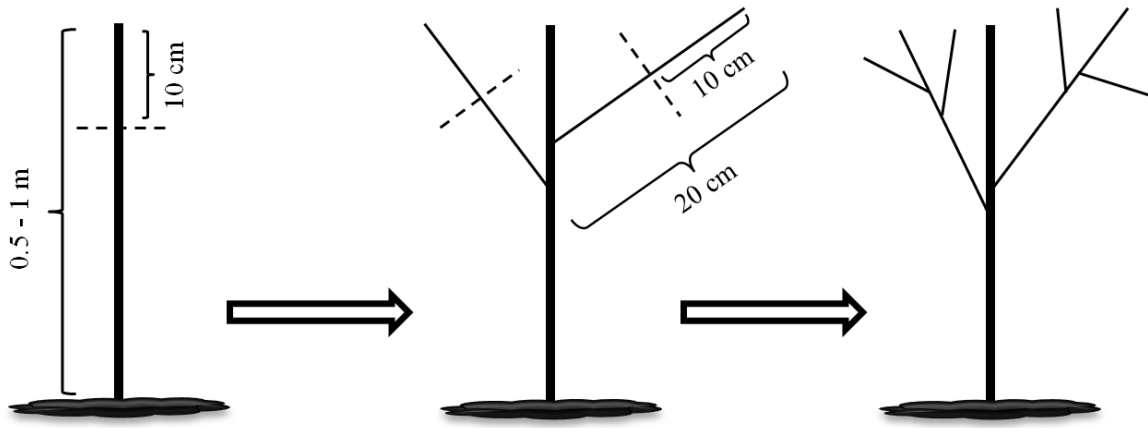
Su ihtiyacı

Moringa Ağacı yeterli yağış miktarı bulunan yarı kurak bölgelerde kolay yetişebilir. Fakat, 6 aydan fazla süren kurak sezonlar yaprak kaybına yol açar. Diğer doğal *Moringa* spp. türlerine göre, *M. oleifera* suyu daha fazla ihtiyaç duyar (Sanchez vd., 2006a). Bu türün doğada optimal verime ulaşması için 500-1500 mm yağışa ihtiyaç duyar. Yağmur mevsimi sırasında ekimi gerçekleşen tohumlar, sulama olmadan çimlenip, büyüyebilir. Yumrulu kökü 20 gün içinde gelişir ve genç bitkilerin kuraklığa dayanmasını kolaylaştırır. Bununla birlikte, optimal büyüme ve gelişme için, ekimden sonraki ilk 2-3 ay boyunca düzenli olarak sulama yapılması tavsiye edilir. Yaprak üretimi için yetiştirme sezonu boyunca sulama gereklidir. Moringa Ağacı'nın sulanması için yağmurlama veya damlama sulama başta olmak üzere herhangi bir uygun sistem kullanılabilir. İdeal olarak, buharlaşmayı mümkün mertebe azaltmak amacıyla sulama sabahın erken saatlerinde, akşama doğru veya gece yapılmalıdır. Su miktarının yeterli olmadığı durumlarda, malçlama ile destek verilebilir (Saint Sauveur ve Broin, 2010). Kuraklık stresi bitkinin en ekonomik organı olan yaprak sayısını düşürerek, verimi olumsuz etkiler (Adam Abaker, 2010).

Budama

M. oleifera'da dal üretimini arttırmak, verimi yükseltmek ve yaprak ile meyveyi kolay toplamak amacıyla budama işlemi oldukça önemlidir. Moringa Ağacı'nda budama ihmali, ana dalın dikey uzamasına neden olur ve bu yüzden yaprak ile meyve sadece bu dalda oluşur. Büyüme teşvik etmek ve dallanma sistemini geliştirmek için ilk budama işlemi fidanların 0,5-1 m'ye ulaştığı dönemde uç sürgünlerde gerçekleştirilir (10 cm uç kısımları). Böylece budanan kısmın alt bölgesinde yeni dallar ortaya çıkar (Saint Sauveur and Broin, 2010). Birkaç ay sonra düzenli olarak dalların büyüyen uçları her 20 cm'ye ulaştığında 10 cm uç noktadan budandığında, ağaç daha gürlü dalı olur. Böylece yaprakları kolay toplanabilir bir çalılış formu oluşur (Şekil 7). Gövdeden yeni ve genç dal çıkmasını teşvik etmek için daha yaşlı ağaçların budama işlemi toprak seviyesine yakın yerden yapılması tavsiye edilmiştir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010).

Tohum elde etmek amacıyla yetiştirilen ağaçlarda ilk sene tüm çiçekler toplanır. Böylece, genç bitkinin enerjisi vejetatif büyüme ve kök gelişimine harcanır ve bir sonraki yetiştirme sezonunda daha hızlı gelişip, verimi artar (Palada ve Chang, 2003). Ekimden 90 gün sonra yapraklardan uygulanan 20 ppm'lik GA₃, Moringa Ağacı'nın tohumunun oluşumunu ve kalitesini arttıracakları bildirilmiştir (Vijayakumar, 2000).



Şekil 7. *Moringa oleifera* bitkisinin budama aşamaları (www.moringanews.org / erişim tarihi: 28.03.2021).

Hastalık, zararlılar ve yabancı ot mücadelesi

M. oleifera hastalık ve zararlılara karşı dayanıklıdır. Fakat bazı koşullar hastalıkların meydana gelmesinde önemli etkilere sahiptir. Örneğin drenajı sağlamayan ağır yapılı topraklar suyu fazla tuttuğundan dolayı, kök çürüklüğüne neden olur. Bu durum sık sık yaşanırsa bitkide kuruma gerçekleşir (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). Serin ve kuru sezonlarda bitkiye zarar verebilecek kenelerin nüfusunda artış yaşanabilir. Bu böcekler genç ve yeşil yapraklara saldırarak büyüme hızını düşürür. Termitler, yaprak bitleri, birçok böceğin larvaları ve beyaz sinekler Moringa Ağacı'nın diğer zararlılarıdır (Palada ve Chang, 2003). En yaygın zararlılar; çekirge, kriket ve tırtıllardır. Bu böcekler yaprak, tomurcuk, çiçek, sürgün, meyve ve tohumları ısırıp çiğneyerek bu organları tahrip ederler. Ayrıca, özsu akışının kesilmesine de neden olurlar. Zararlı salgınları, kuru bölgelerde (yapraklar böcekleri güçlü bir şekilde çektikleri için) sık görülür. Bu salgınlar kuru mevsimin başında, böceklerin beslenecek başka yumuşak ve yeşil bitki bulamadıkları durumlarda ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durumda en iyi çözüm, ağaçların hiçbir yeşil kısmı görünmeyecek şekilde budanmasıdır. Lepidoptera tırtılıyla ilgili olarak, çok geç olmadan ilaçlama yapılmalıdır. Organik tarımda, Lepidoptera larvalarına karşı *Bacillus thuringiensis* bakterisi içerikli böcek ilacı kullanılabilir (Saint Sauveur ve Broin, 2010; Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). Özellikle sera koşullarında yetişen Moringa Ağacı, zararlılar karşısında hassas olup, bu zararlılarla mücadelede ihmal durumunda, önce yapraklar ve daha sonra ağacın kendisi geri dönüşümü olmayan hasarlara maruz kalır. Çapalama işlemi toprağı havalandırmak ve gevşetmekle birlikte yabancı otları da yok eder. Özellikle yabancı otlar Moringa Ağaçları ile rekabete girerek, nitrojen ve diğer besin maddelerinin tükenmesine neden olur. Çapalama ve yabancı ot mücadelesi aksatılırsa, ağaçlar daha az yaprak üretir ve ağacın alt yaprakları sararmaya başlar. Plantasyon genç ve ağaçlar küçük iken çapalama daha sık yapılmalıdır. Bir plantasyonda çapalama yılda en az 4 kez, yağmur mevsiminde ise daha düşük aralıklarla uygulanmalıdır (Saint Sauveur ve Broin, 2010).

Hasat

M. oleifera genel olarak yaprak veya tohumu için hasat edilir. Moringa Ağaçları, bitki sıklığı açısından yoğun sistemde yetiştirilirse, 1,5-2 m'ye ulaştıktan sonra hasat edilir. *M. oleifera* genellikle elle hasat edilir. Hasat edilen çiçekler, yapraklar, legümenler ve tohumların çok hızlı bozulabilen yapısı göz önüne alındığında, aşırı tarımsal bakımları fiziksel yaralanmalara ve ardından ikincil enfeksiyonlara neden olabilir ve ürünlerin hasat sonrası kalitesini ve raf ömrünü düşürebilir (Bridgemohan vd., 2020). Yaprak doğrudan dallardan toplanır veya dallar yerden 20-45 cm yükseklikten kesilerek, yapraklar ayrılır. Bu yöntem yeni sürgünlerin gelişimini destekler

(Anonymous, 2018). Yaprak hasadı bitki istikrarından (toprakla buluştuğundan itibaren) 35-40 gün sonra yapılabilir. Ancak, yem hasadı durumunda, ağaç 75 günde bir hasat edilmelidir. Kolayca bozulabileceğinden hasat edilen yapraklar çok fazla sıkıştırılmamalıdır. Hasat için en uygun zaman, yapraklar aşırı su kaybına uğramadan sabahın erken saatleri (çiğ olmadan) ve akşam üstüdür. Taze yapraklar hasattan hemen sonra nem kaybetmeden işlem görmek üzere ilgili işleme teslim edilmelidir. Moringa Ağacı'nın hasadını makine ile kolaylaştırmak için topraktan 50 cm yükseklikten hasat edilebilir (Mabapa vd., 2017; Thapa vd., 2019). Hasat sırasında temizliğe özen gösterilmelidir. Yaprakların kir ve tozunu temizlemek için klorlu su kullanılır. Kurutma işlemi; gölgede, tercihen kapalı, temiz ve iyi havalandırılmış bir alanda yapılmalıdır. Yapraklar güneşte kurutulursa, vitamin değeri azalır (Radovich ve Paull, 2008; Bridgemohan vd., 2020). Hasat zamanı ve bitkinin bulunduğu evre, yapraklarının besin içeriğini önemli ölçüde etkileyebilir (Yang vd., 2006). Serin-kurak mevsimde demir, C vitamini ve fenolik içeriğin daha yüksek olmasına karşın, nemli-sulak mevsimde protein, A vitamini, glukozinolat içeriği ve antioksidan aktivitesinin önemli oranda arttığı vurgulanmıştır (Bridgemohan, 2010; Bridgemohan ve Knights, 2010; Garcia vd., 2016).

Moringa Ağacı'nın legümenleri, olgunlaşmamış, taze veya yeşil (snap aşaması), yarı sert (doğranmış) veya kuru legümen durumuna göre (tohum) hasat edilir (Bridgemohan vd., 2016; Goordeen, 2018). Tohum/meyve verimi ilk iki sene düşük olup, 3. yıldan sonra artış gösterir. Genç ve yeşil legümenler günlük gıda maddesi olarak toplanır, ancak biraz yaşlanırsa, sertleşir. Çiçeklenmeden 70 gün sonraki dönem, legümenler kahverengiye dönüştüğünde, Moringa Ağacı'nın meyveleri toplanmalıdır. Legümenler olgunluğa ulaştıklarında mümkün olduğunca erken hasat edilmelidir. Kahverengiye dönüştüğünde ve kuruduklarında, legümen açılır ve tohumlar yere dökülür. İnsan tüketimi için kullanılacak olan legümenler tam olgunlaşmadan, erken dönemde ve gençken toplanmalıdır (yaklaşık 1 cm çapında). Yetiştirme amacı tohumluk veya yağ eldesi ise, legümenlerin kurumasına ve ağaçta kahverengiye dönüşmesine izin verilmesi gerekir. Böylece kapsül kolayca açılır. Hasat edilmiş legümenler 1-2 gün boyunca gölgede iyi bir havalandırma yapılarak, kurutulmalıdır. Legümenlerin üzerlerine hafif bir baskı uygulanır ve baklaların açılmasıyla tohumlar ayrılır. Tohumlar serin, kuru ve ışık almayan bir alanda iyi havalandırılan torbalarda muhafaza edilir. Uygun şartlar sağlanırsa, tohumlar en az iki yıl canlı kalır. Legümenlerin taban (proximal) ve orta kısımlarından, uç (distal) kısmına kıyasla daha yüksek çimlenme kabiliyetine sahip kaliteli tohumlar elde edilir. Siyah ve kahverengi tohumlar, daha yüksek çimlenme ve fide üretimi kapasitesine sahiptir. Yani çimlenme ve canlılık indeksi beyaz tohumlardan daha üstündür. Eğer amaç tohumluk almaksa, küçük, buruşmuş ve hasar görmüş tohumlar ayrılır. Sınıflandırma, özgül ağırlık ölçer ile gerçekleştirilir (Ponnuswami, 2012; Farm Africa, 2019). Sulak mevsimde, yeşil aksam, legümen ve tohum veriminin kuru mevsimden önemli ölçüde daha yüksek olduğu, ancak tohum yağı verimi, ham protein içeriği ve amino asit profilin mevsimden etkilenmediği de bildirilmiştir (Bridgemohan, 2010; Bridgemohan ve Knights, 2010; Garcia vd., 2016).

Kuru madde üretimi

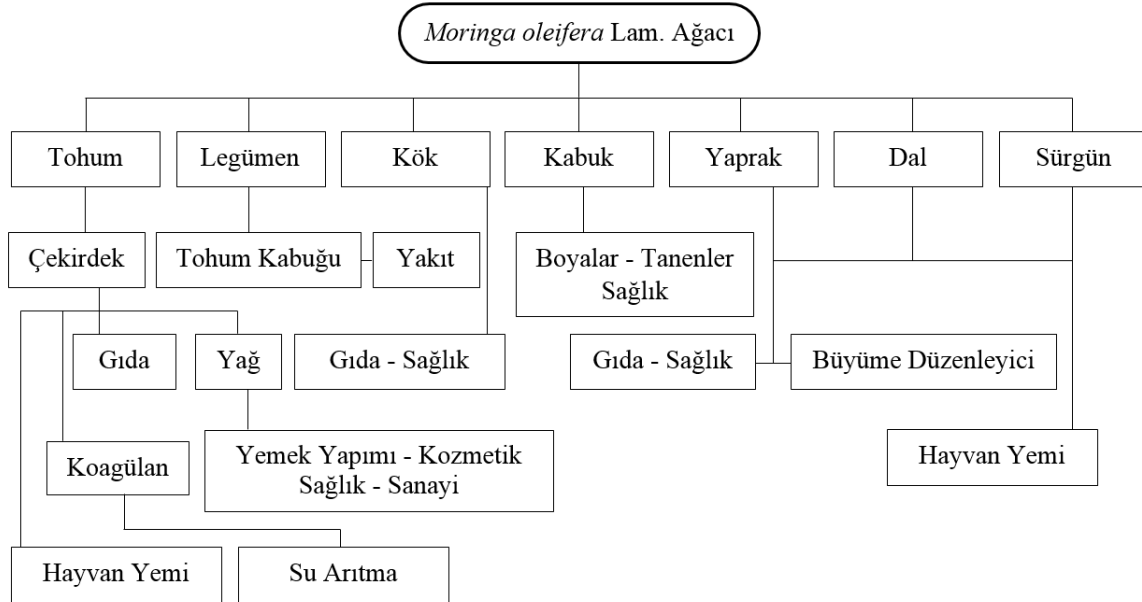
M. oleifera'da kuru madde üretimi diğer bitkilerdeki gibi genetik yapı, iklimsel faktörler ve uygulanan zirai işlemlere bağlı olarak farklılık gösterir. Moringa Ağacı'nın kuru madde üretimi yaklaşık 15 ton ha⁻¹'dir (Sanchez vd., 2006b). Diğer bir araştırma sonucunda 45 gün aralıklarla gerçekleşen hasatlarda 4-8 ton ha⁻¹ kuru madde elde edilmiştir (Aregheore, 2002). Sık ekim sistemine göre yetiştirilen *M. oleifera*'da kuru biyokütle veriminin 100 ton ha⁻¹ olduğunu bildirilmiştir (Foidl vd., 2002). *M. oleifera*'nın büyüme ve gelişmesi hızlıdır ve yoğun plantasyonlarda oldukça yüksek taze biyokütle üretim kabiliyetine sahiptir. Ancak, 1 milyon ha⁻¹ bitki sıklığı aşırı rekabete yol açarak birçok bitkinin kurumasına neden olabilir (Sanchez vd., 2006a).

***M. oleifera*'nın ekolojik etkileşimi**

M. oleifera, dünyanın tropikal ve sub-tropikal bölgelerinde en az 70 ülkede kültüre alınmıştır. Kullanım alanlarından dolayı değerli bir kaynak olarak kabul edilmiştir. Bu tür, Afrika ülkelerinde besin kaynaklarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. *M. oleifera*'nın geniş yayılışı ve faydalarına rağmen, literatürde istilacı veya potansiyel olarak istilacı olabileceğine dair çok sayıda kaynak vardır (Csurhes ve Navie, 2016). Britanya Hint Okyanusu Toprakları, Çin, Filipinler, Palau, Solomon Adaları ve Küba'da istilacı olarak listelenmiştir (ISC, 2019). Anavatanının sahip olduğu iklim koşullarına benzerlik gösteren bölgelerde, özellikle ılıman ve sıcak hava durumuna sahip bölgelerde, nehir kenarları ve suya ulaşımı problemi olmayan alanlarda kontrolsüz kültüre alınır, yerli ve yayılımcı türe dönüşme kabiliyeti yüksektir (Papillo, 2007). Bazı yetkili kurumlar ise bu türün istilacı potansiyeline dikkat çekerek, özel tarım uygulamaları koşullarında yetiştirilmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır (FU/IFAS, 2021). *M. oleifera*'nın istilacı bir tür olmasına ilişkin farklı kurum ve bilim insanlarının uyarılarına karşın, Avustralya'da doğal ve tarımsal ekosistemlerde yayılış gösteren yabancı otları sınıflandırma sırasında, *M. oleifera*'nın doğal ekosistemlerde küçük bir sorun olabileceğini belirtmişlerdir (Groves vd. 2003). *M. oleifera* birçok ülkede yabancı bitki/ot olarak listelenmiş olsa da bakir doğal alanları istila ettiği veya bulunduğu doğal florada yaşayan bitki türlerinin alanını kısıtladığı gözlemlenmemiştir. Sonuç olarak, *M. oleifera* düşük istila potansiyeline sahip, yaygın olarak yetiştirilen bir tür olarak kabul edilmelidir (ISC, 2019).

***M. oleifera*'nın kullanım alanları**

M. oleifera'nın insan sağlığı ve beslenmesi, hayvan yemi, çeşitli sanayi, tarım gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu bitkinin kullanılmayan hiçbir organı yoktur (Şekil 8).



Şekil 8. *Moringa oleifera* Ağacının organlarına göre kullanım alanları (Moreki vd.,2014).

Geleneksel kullanımı

M. oleifera'nın birçok geleneksel kullanımı kayıtlara geçmiştir. Bitkinin yaprakları potansiyel hipotansif etkiye sahip olduğundan kan dolaşım sistemi bozukluğunda için kullanılır (Abe ve Ohtani, 2013). Bitkinin farklı organlarından antimikrobiyal özelliği sayesinde enterik enfeksiyon tedavisinde ve yapraklarından ise hipokolesterolemik ve hipoglisemik ajanları olarak yararlanılmaktadır. Ayrıca, yaprakları antitümör, antioksidan, antienflamatuar / diüretik özellikleri ve anti-hepatotoksik, anti-fertilite, anti-ürolitik ve analjezik aktiviteleri için tanınmıştır (Asare vd., 2012). *Moringa* Ağacı'nın tohum yağının tıbbi değeri eski kültürler tarafından kanıtlanmıştır. Tohumlardan elde edilen sabit yağ, kozmetik değere sahiptir ve vücut ile saç bakımında nemlendirici ve cilt bakım ürünü olarak kullanılır (Paliwal vd., 2011). İnsan tüketimi için Ben-yığı veya Behen yağı denilen tohumdan yağ elde edilir (Ndabigengeser ve Narasiah, 1998). Bu yağ aydınlatmada, küçük makineler için yağlayıcı (CSIR, 1962; Qaiser, 1973) ve enfluraj sürecinde temel yağ olarak kullanılmıştır (CSIR, 1962). Bu bitkinin tohumu ve yaprakları birçok ülkede sebze olarak tüketilir. Tohum köri (baharat) tozunda kullanılır. Tohum daha ucuz biyoabsorban olarak kadmiyumun sudan uzaklaşmasını sağlar (Sharma vd., 2006). Tohumlar, yeraltı suyunun arıtılması için doğal bir koagülan, flokülant ve absorban olarak kullanılır. Toplam sertlik, asitlik, bulanıklık, alkalinite ve klorür düzeyini düşürür (Mangale vd., 2012). Kabuğu soyulmuş *Moringa* Ağacı gövdesinin posası, hidrofobik organik kirleticileri sudan uzaklaştırır (Boucher vd., 2007) ve ekstraktı ise ağır metalleri ve surfaktanları çıkarır (Beltran-Heredia ve Sanchez-Martin, 2008 and 2009). Toksik etkisi olmayan tohumun kolay ve bolca bulunduğu bölgelerde su arıtması daha ucuzdur. Tohumlar geleneksel olarak Sudan ve Malawi'nin kırsal bölgelerinde içme suyunun arıtılması için kullanılır (Muyibi ve Evison 1995; Anwar vd., 2007). Öte yandan arıtma işleminden sonra tankın dibine çöken çamur, biyo-gübre olarak kullanılır. *Moringa* tohumları suda bulunan alglerin % 97'sini uzaklaştırabilir (Shehata vd., 2002). Heterojen kompleks amino asit karışımından oluşan tohumun sulu çözeltisi, metal iyonlarını bağlayarak, metal iyonlarının emilimini artırabilir (Brostlap ve Schuurmans, 1988). Yapraklar tavuk veya kabuklu deniz ürünleri çorbasıyla karıştırıldığında anne sütünü artırabilir. Yaprakların % 80 etanolik ekstresi siyah mercimeğin nodülasyonunu artırır (Bose, 1980). Güney Hindistan yerlileri inek ve manda tereyağını saflaştırmak için *Moringa* Ağacı'nın yapraklarından faydalanırlar (Siddhuraju ve Becker 2003). *M. oleifera* Hindistan başta olmak üzere, dünyanın farklı bölgelerinde bir besin takviyesi olarak kullanılır. Günümüzde tıbbi ve gıda değeri nedeniyle tüm ülkelerde popülerlik kazanmaya devam etmektedir (Asare vd., 2012).

Besin değeri ve gıdalarda kullanımı

M. oleifera A ve C vitamini, demir ve protein içeriği bakımından en zengin bitki türlerinden biridir (Yang vd., 2006). Bazı araştırmalarda oligosakkaritler ve oksalat içeriğinden dolayı olumsuz değerlendirilmeler yapılsa da (Freiberger vd., 1998), yeni araştırmalarda, tam tersi ispatlanmıştır (Yang vd., 2006). *M. oleifera*'nın besin değeri ve kimyasal bileşenleri ile ilgili farklı çalışmalar sonucu elde edilen bilgiler Tablo 6'da verilmiştir. Bu bitki karotenoid, askorbik asit ve demir bakımından zengindir ve protein kaynaklarına önemli bir alternatiftir (Subadra vd., 2009; Richter vd., 2003). *M. oleifera* başta olmak üzere bazı *Moringa* spp. türlerinin kabuk zamları baharat olarak midevi rahatsızlıkların iyileşmesinde kullanılır (Islam vd., 2005). Tayland'da taze legümenler sebze olarak değerlendirilir (Chumark vd., 2008). Soliva vd., (2005)'ne göre *Moringa* Ağacı'nın yaprağı önemli miktarda omega 3 türünden linoleik asit içerir (Tablo 7). *Moringa* Ağacı'nın tohumlarından elde edilen yağ, kimyasal açıdan zeytin yağına eşdeğer olarak kabul edilmiştir ve yüksek oranda tokoferol içermektedir (Tsaknis vd., 1999). Ayrıca bu yağ, salatalarda da

kullanılır, özellikle yeni doğanların büyümesinde önemli rol alan amino asitlerden dolayı öne çıkmaktadır (Marwah vd., 2007). Kabul edilir düzeyde antioksidan içeriği sayesinde, gıda sanayinde de önemi artmıştır. Moringa Ağacı'nın tohumlarının yağ oranı % 22-54 arasında değişir. Süt renginde olan yağ kokusuzdur, gıda ve ilaç sanayisinde kullanılır (Mirzaie-Nodushan ve Asadi-Korom, 2010). Tohumun boyutu, ekstraksiyon sırasında kullanılan kimyasal solvent ve solventte bekletilme süresi, ekstraksiyon sıcaklığı, elde edilen yağ kalitesi üzerinde oldukça etkilidir (Mani vd., 2007). Öte yandan genotip, çeşit, iklim, hasat sırasında bitkinin bulunduğu dönem (hasat zamanı), uygulanan agro-teknikler ve ekstraksiyon yöntemi gibi faktörlerde yağ oranını etkiler. Moringa Ağacı'nın yağı, içerdiği oleik asitten dolayı yüksek besin değerinin yanında, kızartma yağı olarak kullanıldığında da yüksek dayanıklılık göstermektedir (Abdulkarim vd., 2005). Anwar vd., (2007)'nin araştırmalarına göre bu yağ birçok farklı bitki yağına kıyasla, daha uzun raf ömrüne sahiptir. Olgunlaşmamış tohumlar bezelye gibi yenir. Kavrulmuş veya kızartılmış olgun tohumlar yer fıstığına benzer bir tada sahiptir (Facciola, 1998).

Batı ülkelerinde, kurutulmuş yapraklar toz veya kapsül biçiminde diyet takviyeleri olarak satılmaktadır. Yapraklara kıyasla legümenlerin, vitamin ve mineral değerleri genellikle daha düşüktür. Bununla birlikte, yaprak C vitamini bakımından da son derece zengindir. Bir bardak taze, dilimlenmiş bakla (100 gram) günlük C vitamini ihtiyacının % 157'sini içerir. Gelişmekte olan ülkelerdeki insanların diyetinde her zaman vitaminler, mineraller ve proteinler yeterli miktarda bulunmaz. Bu ülkelerde, *M. oleifera* birçok temel besin maddesinin önemli bir kaynağıdır. Bununla birlikte, Moringa Ağacı'nın yaprakları ayrıca mineral ve proteinin emilimini azaltabilecek yüksek seviyede antinutrientler içerir (Kaminsa, 2019).

Sağlık alanı

M. oleifera'nın tıbbi özellikleri ile ilgili anti-inflamatuar, antioksidan, antitümör, antikanser, antibakteriyel, antifungal, immünomodülatör, antidiyabetik, hepatoprotektif, kardiyovasküler, antifertilite, antialerjik, merkezi sinir sistemi (CNS) ve antiastmatik gibi birçok farmakolojik aktiviteleri bulunmaktadır (Padayachee ve Bajinath, 2020).

Tablo 6. *Moringa oleifera* organlarına ilişkin bazı değerler ve kimyasal bileşenler (Jahn, 1996; Fuglie, 2001; Zaku vd., 2015; Mabruk vd., 2010; Brillhante vd., 2017; Thapa vd., 2019).

Özellikler	Taze yaprak	Kuru yaprak	Yaprak tozu	Tohum	Legümen
Kuru madde (g kg ⁻¹)	930	-	-	950	940
Ham kül (g kg ⁻¹)	138,9	-	-	34,8	97,1
Kalori (Kcal)	92	205	205	-	26
Protein (g 100 g ⁻¹)	6,7	27,1	27,1	35,97	2,5
Yağ (g 100 g ⁻¹)	1,7	2,3	2,3	38,67	0,1
Karbohidrat (g 100 g ⁻¹)	12,5	38,2	38,2	8,67	3,7
Fibr (g 100 g ⁻¹)	0,9	19,2	12,9	2,87	4,8
İz mineraller					
Kalsiyum (mg 100 g ⁻¹)	440	2003	2003	45	30
Magnezyum (mg 100 g ⁻¹)	42	368	368	635	24
Fosfor (mg 100 g ⁻¹)	70	204	204	75	110
Potasyum (mg 100 g ⁻¹)	259	1324	1324	-	259
Demir (mg 100 g ⁻¹)	0,85	28,2	28,2	-	5,3
Bakir (mg 100 g ⁻¹)	0,07	0,49	0,57	5,2	3,1
Sodyum (mg 100 g ⁻¹)	0,67	870	-	-	-
Sülfür	137	-	870	0.05	137
Vitaminler					
V. A - β-karoten (mg 100 g ⁻¹)	6,8	-	16,3	-	0,11
V. B ₁ - tiamin (mg 100 g ⁻¹)	0.06	2.64	2,64	0,05	0,05
V. B ₂ - riboflavin (mg 100 g ⁻¹)	0,05	20,5	20,5	0,06	0,07
V. B ₃ - nikotinik asid (mg 100 g ⁻¹)	0,8	8,2	8,2	0,2	0,2
V. B ₇ -	423	-	-	-	-
V. B ₁₂ -	2,64	-	-	-	-
V. C askorbik asid (mg 100 g ⁻¹)	220	17,3	17,3	4,5	120
V. E tokoferol asetat (mg 100 g ⁻¹)	448	113	113	751,67	-
Amino asitler					
Arginin	402	1,33	1325	-	90
Histidin	141	0,61	613	-	27,5
Lisin	288	1,32	1325	-	37,5
Triptofan	127	0,43	425	-	20
Fenilalanin	429	1,39	1388	-	108
Metionin	134	0,35	350	-	35
Treonin	328	1,19	1188	-	98
Leusin	623	1,95	1950	-	163
Isoleusin	422	0,83	825	-	110
Valin	476	1,06	1063	-	135

Alanin	1,8-3	-	-	6,9	-
Aspartat	1,4-2,2	-	-	5	-
Cistein	0,01-0,1	-	-	2	-
Glutamat	2,5	-	-	20,9	-
Glicin	1,3-1,5	-	-	10,9	-
Prolin	1,2-1,4	-	-	4,5	-
Serin	1,0-1,2	-	-	4,4	-
Tirosin	0,01-2,6	-	-	1,6	0,08
<i>Diğer bileşenler</i>					
Oksalik asid (mg)	101	-	1600	-	10

Bitkinin farklı organlarına göre bazı terapötik etkileri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 7. *Moringa oleifera* tohumlarının yağ asit içeriği (%).

Yağ asitleri	1*	2*	3*	4*
Laurik asit	-	-	0,04	-
Miristoleik asit	-	-	-	0,29
Miristik asit	-	0,1	0,1	0,3
Palmitoleik asit	1	2,2	1,28	2,07
Palmitik asit	6,5	7,8	5,57	9,04
Heptadekanoik / margarik asit	-	-	0,1	-
Linoleik asit	1,29	1,1	0,95	0,1
α-Linoleik asit	-	0,2	0,45	32,82
Oleik asit	76	67,9	72,4	42,43
Stearik asit	5,67	7,6	3,84	2,27
Araşidonik asit	3	4	3,4	1,61
Gadoleik asit	1,2	1,5	2,7	-
Erüsik asit	-	-	0,14	-
Behenik asit	5	6,2	6,95	2,89
Nervonik asit	-	-	-	0,45
Lignoserik asit	-	1,3	1,58	-
Heksadodekanoik asit	-	-	0,08	-
Toplam doymuş yağ asitleri	20,17	27	21,66	16,11
Toplam doymamış yağ asitleri	79,49	72,9	77,84	78,16
Toplam	99,66	99,6	99,5	94,27

*1: Anwar ve Bhangar, 2003; 2: Abdulkarim vd., 2005; 3: Compaoré vd., 2011; 4: Arafat, 2013

Tablo 8. *Moringa oleifera*'nın farklı organlarının tıbbi kullanımları (Anwar vd., 2007).

Bitki organı	Tıbbi kullanımı	Kaynak
Kök	Antilitik, rubefiyan, vezik, karminatif, antifertilite, anti-enflamatuar, paralitik rahatsızlıklar; kardiyak/dolaşım toniği, laksatif, abortif, romatizma, iltihaplar, eklem ağrıları, bel veya böbrek ağrısı ve kabızlık için kullanılır.	CSIR, 1962; Padmarao vd., 1996; Dahot, 1988; Ruckmani vd., 1998
Yaprak	Purgatif, yaralara lapa olarak uygulanır, baş ağrısında şakağa sürülür, ateş, boğaz ağrısı, bronşit, göz ve kulak enfeksiyonları, iskorbüt ve nezle için kullanılır; yaprak suyunun glikoz seviyelerini kontrol ettiğine inanılmaktadır. Glandüler şişmeyi azaltmak için uygulanır.	Morton, 1991; Fuglie, 2001; Makonnen vd., 1997; CSIR, 1962; Dahot, 1988
Dal kabuğu	Rubefiyan, vezik, göz hastalıkları ve hezeyan (delirious) hastaların tedavisi, dalağın genişlemesini ve boynun tüberküloz bezlerinin oluşumunu önlemek, tümörleri yok etmek ve ülserleri iyileştirmek için kullanılır.	Bhatnagar vd., 1961; Siddhuraju and Becker, 2003
Zamk	Kök kabuğundan elde edilen meyve suyu, kulakları rahatlatmak için kulaklara konur ve ayrıca bir ağrı kesici olarak diş boşluğuna yerleştirilir. Anti-tüberküloz aktiviteye sahiptir.	
	Dış çürükleri için kullanılır ve astrenjan ve rubefiyan'dır. Susam yağı ile karıştırılan zamk, baş ağrıları, ateşleri, bağırsak şikayetlerini, dizanteriyi, astımı hafifletmek ve bazen abortisid olarak kullanılır ve sifiliz ve romatizmayı tedavi etmek için kullanılır.	Fuglie, 2001
Çiçek	Uyarıcı, afrodisyak, kolagog olarak yüksek tıbbi değere sahiptir. İltihapları, kas hastalıklarını, histeriyi, tümörleri ve dalağın büyümesini tedavi etmek için kullanılır. Serum kolesterolü, fosfolipid, trigliserit, VLDL, LDL kolesterolün oranını ve aterosjenik indeksi düşürür; karaciğerin lipit profilini azaltır.	Nair and Subramanian, 1962; Bhattacharya vd., 1982; Dahot, 1998; Siddhuraju and Becker, 2003; Mehta vd., 2003
Legümen	Toniktir ve parazitler ve cilt tümörlerine karşı kullanılır. Diyabet ve eklem ağrısı tedavisinde kullanılır.	Faizi vd., 1998; Bharali vd., 2003; Fuglie, 1999; Roy vd., 2007

Tohum	Tohum özü koruyucu etkisini karaciğer lipid peroksitlerini azaltarak uygular. Ayrıca, antihipertansif bileşikler tiyokarbamat ve izotiyosiyanat glikozidleri Moringa tohumlarının etanolik ekstraktının asetat fazından izole edilmiştir.	Faizi vd., 1998; Lalas and Tsaknis, 2002
Tohum yağı	Müşhil olarak kullanılır. Cüzzam ve ülserlere faydalıdır. Romatizma, gut, cilt patojenleri, lupus ve mesane bozukluklarını tedavi eder. Prostat fonksiyonunu iyileştirir.	Dayrit vd., 1990; Caceres ve Lopez, 1991; Fuglie, 1999; Anwar ve Bhangar, 2003

Diğer kullanım alanları

Moringa Ağacı su arıtmada kullanılır ve ağır metaller ile bazı kimyasalların sudan uzaklaştırılmasında etkilidir (Bhatia vd., 2007). Bu bitkinin anti-fertilite özelliğinden yola çıkılarak, fare ve diğer zararlı kemirgenlerle mücadelesiyle ilgili araştırmalar yapılmıştır (Francis vd., 2004). Moringa Ağacı'nın yaprakları besin değerinden dolayı hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Özellikle bu bitkinin yetiştiriciliğinde fazla zirai ilaç ve kimyasallar kullanılmadığından, sağlıklı bir yem niteliği taşımaktadır. % 23'e kadar ham protein içeren yaprakların sindirim indeksi % 79,7 olarak belirlenmiştir. Bu bitki ile beslenen hayvanların süt ve et veriminde artış izlenmiştir (Becker, 1995; Aregheore, 2002; Sanchez vd., 2006b). Moringa Ağacı gevrek ve kırılğan bir yapıya sahiptir. Bu sebeple yapı ve inşaatta kullanılmaz. Ancak, kâğıt-karton sanayisinde kullanılmaktadır (Sanchez-Machado vd., 2006). Tohumlarından elde edilen yağ, küçük mekanik aletlerin sürekli hareket halinde olan parçalarının korunmasında, sürtünmenin azaltılmasında ve laboratuvar cihazlarında kullanılmaktadır. Sadece bir kere yağlaması yapılan cihazlarda sığağa dayanıklı yağların kullanılması gerekmektedir. Moringa Ağacı'nın yağı taşıdığı özelliklerden dolayı söz konusu cihazlarda kullanılmak üzere birçok araştırmaya konu olmuştur (Morton, 1991). Ayrıca, bu yağdan sabun yapımı, parfümeri ve benzer sanayilerde faydalanılmaktadır (Bhatia vd., 2007). *M. oleifera*'dan elde edilen ekstraktlar, sitokinin gibi çeşitli bitki büyüme düzenleyiciler içermektedir. Bu ekstraktlar farklı bitkilerde verim arttırıcı olarak kullanılmaktadır (George, 2008). Moringa Ağacı son yıllarda tropikal ve sub-tropikal bölgelerde bir süs ağacı olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda da yaprak ve legümenleri tüketilmektedir. Birçok bitkinin yaşayamadığı bölgelerde, *Moringa* spp. türleri kolaylıkla yetişebilir. Yayılan ve derin kökleri nedeniyle bulunduğu araziye erozyona sebep olan farklı faktörlerden koruyabilmektedir (Long ve Nair, 1999).

KAYNAK LİSTESİ

- Abdulkarim, S.M., Long, K., Lai, O.M., Muhammad, S.K.S. & Ghazali, H.M. (2005). Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry* 93 (2): 253-263. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.023>
- Abe, R. & Ohtani, K. (2013). An ethnobotanical study of medicinal plants and traditional therapies on Batan Island, the Philippines. *Journal of Ethnopharmacology* 145 (2): 554-565. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2012.11.029>
- Adam Abaker, W.E. (2010). *Effect of irrigation interval on physiological and growth parameters of Moringa oleifera and Moringa peregrina seedlings*. M.Sc. thesis. University of Khartoum, Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Sudan. 56 P.
- Adebayo, A.G., Akintoye, H.A., Olufolaji, A.O., Aina, O.O., Olatunji, M.T. & Shokalu, A.O. (2011). Assessment of organic amendments on vegetative development and nutrient uptake of *Moringa oleifera* Lam. in the nursery. *Asian Journal of Plant Sciences* 10 (1): 74-79. <http://dx.doi.org/10.3923/ajps.2011.74.79>
- Agoyi, E.E., Assogbadjo, A.E., Gouwakinnou, G., Okou, F.A.Y. & Sinsin, B. (2014). Ethnobotanical assessment of *Moringa oleifera* in the Southern Benin (West Africa). *Ethnobotany Research and Applications* 12: 551-560. <http://dx.doi.org/10.17348/era.12.0.551-560>
- Animashaun, J.O. & Toye, A.A. (2013). Feasibility analysis of leaf-based *Moringa oleifera* plantation in the Nigerian Guinea Savannah: Case study of University of Ilorin Moringa plantation. *Agrosearch* 13 (3): 218-231. <http://dx.doi.org/10.4314/agrosh.v13i3.5S>
- Anonymous, (2018). Fredalette. Moringa production: Production guidelines for the Miracle tree. <http://www.moringanews.org/documents/moringawebEN.pdf>
- Anwar, F. & Bhangar, M.I. (2003). Analytical characterization of *Moringa oleifera* seeds, Part-I. The antibiotic compound and its deactivation in aqueous solution. *Philippine Journal of Science* 51: 6558-6563.
- Anwar, F., Ashraf, M. & Iqbal Bhangar, M. (2005). Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 82 (1): 45-51. <https://doi.org/10.1007/s11746-005-1041-1>
- Anwar, F., Asma, S., Shahid, I. & Rafique Asi, M.R. (2006). Stabilization of sunflower oil with *Moringa oleifera* leaves under ambient storage. *Journal of Food Lipids* 14 (1): 35-49. <https://doi.org/10.1111/j.1745-522.2006.00069.x>
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A.H. (2007). *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal Uses. *Phytotherapy Research* 21 (1): 17-25. <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.2023>
- Aregheore, E. M. (2002). Intake and digestibility of *Moringa oleifera*-batiki grass mixtures by growing goats. *Small Ruminant Research* 46 (1): 23-28. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00178-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00178-5)

- Asadicorom, F., Mirzaie Nodoushan, H., Emam, M., Keneshloo, H. & Bakhshi Khaniki, G.R. (2009). Seed germinating and the differences between seedling characteristics of two *Moringa* species. *Research and Construction* 21: 139-145.
- Asare, G.A., Gyanb, B., Bugyeic, K., Adjeib, S., Mahamaa, R., Addob, P., Otu-Nyarkoa, L., Wiredua, E.K. & Nyarko, A. (2012). Toxicity potentials of the nutraceutical *Moringa oleifera* at supra-supplementation levels. *Journal of Ethnopharmacology* 139 (1): 265-272. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.009>
- Aysan, T. (2015). *Moringa (Moringa oleifera)*'nin kanatli ve ruminant hayvan beslemelemede kullanilmasi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 3 (6): 425-429. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i6.425-429.327>
- Becker, K. (1995). Studies on utilization of *Moringa oleifera* leaves as animal feed. *Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics*, Vol. 480. University of Hohenheim, Stuttgart, 15 P.
- Beltran-Heredia, J. & Sanchez-Martin, J. (2008). Heavy metals removal from surface water with *Moringa oleifera* seed extract as flocculant agent. *Fresenius Environmental Bulletin* 17 (12A): 2134-2140.
- Beltran-Heredia, J. & Sanchez-Martin, J. (2009). Removal of sodium lauryl sulphate by coagulation/flocculation with *Moringa oleifera* seed extract. *Journal of Hazardous Materials* 164 (2-3): 713-719. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.08.053>
- Bharali, R., Tabassum, J. & Azad, M.R.H. (2003). Chemomodulatory effect of *Moringa oleifera*, Lam, on hepatic carcinogen metabolizing enzymes, antioxidant parameters and skin papillomagenesis in mice. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 4 (2): 131-139.
- Bhatia, S., Othman, Z. & Ahmad, A.L. (2006). Palm oil mill effluent pretreatment using *Moringa oleifera* seeds as an environmentally friendly coagulant: laboratory and pilot plant studies. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 81 (12): 1852-1858. <https://doi.org/10.1002/jctb.1619>
- Bhatnagar, S.S., Santapau, H., Desai, J.D.H., Yellore, S. & Rao, T.N.S. (1961). Biological activity of Indian medicinal plants. Part 1. Antibacterial, antitubercular and antifungal action. *Indian Journal of Medical Research* 49: 799-805.
- Bhattacharya, A. & Mandal, S. (2004). Pollination, pollen germination and stigma receptivity in *Moringa oleifera* Lamk. *Grana* 43 (1): 48-56. <https://doi.org/10.1080/00173134.2004.11877463>
- Bose, B. (1980). Enhancement of nodulation of *Vigna mungo* by ethanolic extract of *Moringa* leaves - A new report. *National Academy Science Letters* 3: 103-104.
- Boucher, J., Steiner, L. & Marison, I.W. (2007). Bio-sorption of Atrazine in the press-cake from oilseeds. *Water Research Journal* 41 (15): 3209-3216. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.05.038>
- Bridgemohan, P. & Knights, M. (2010). Nutrient Analysis of *Moringa oleifera* as a High Protein Supplement for Animals. *Advances in Animal Biosciences* 1 (2): 428-429. <https://doi.org/10.1017/S2040470010000543>
- Bridgemohan, P. (2010). The potential bio-energy crops in the renewable thrust for the Caribbean. In: Lugo, W.I. & Colon, W. *Proceedings of the 46th Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society, "Protected Agriculture: A Technological Option for the Competitiveness of the Caribbean"* Boca Chica, Dominican Republic. 11-17 July 2010. pp. 120-125.
- Bridgemohan, P., Goordeen, A., Mohammed, M. & Bridgemohan, R.S.H. (2020). Review of the agro-ecology, phytochemistry, postharvest technology and utilization of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) *Journal of Horticulture and Postharvest Research* 3 (2): 311-332. <https://doi.org/10.22077/jhpr.2020.3037.1116>
- Bridgemohan, P., Mohamed, M., & Bridgemohan, R. S. H. (2016). In vitro analysis of the dissolution rate of canine uroliths using *Moringa oleifera* root extracts. *African Journal of Food Science and Technology* 5 (5): 125-128. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2014.041>
- Brilhante, R.S.N., Sales, J.A. & Pereira, V.S. (2017). Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 10 (7): 621-630. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.07.002>
- Brostlap, A.C. & Schuurmans, J. (1988). Kinetics of valine uptake in tobacco leaf disc. Comparison of wild types the digenic mutant and its monogenic derivatives. *Planta* 176: 42-50.
- Burkill, J.H. (1966). *A dictionary of economic products of the Malay Peninsula*. Vol. 2, Art Printing Works Publishers, Kuala Lumpur, Malaysia. 2444 P.
- Caceres, A. & Lopez, S. (1991). Pharmacological properties of *Moringa oleifera*: effect of seed extracts in the treatment of experimental pyoderma. *Fitoterapia* 62: 449-450.
- Chand, H., Singh, R. & Hameed, S.F. (1994). Studies on the flowering period, density of Indian Mustard and competing flora for Honey Bees in and around Pusa, Bihar (India). *Journal of Entomological Research* 18 (4): 361-367.
- Chumark, P., Khunawat, P., Sanvarinda, Y., Phornchirasilp, S., Morales, N. P., Phivthong-Ngam, L., Ratanachamnong, P., Srisawat, S. & Pongrapeeporn, K.U. (2008). The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Journal of Ethnopharmacology* 116 (3): 439-446. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2007.12.010>
- Compaoré, W.R., Nikiéma, P.A., Bassolé, H.I.N., Savadogo, A., Mouecoucou, J., Hounhouigan, D.J. & Traoré, S.A. (2011). Chemical composition and antioxidative properties of seeds of *Moringa oleifera* and Pulps of *Parkia*

- biglobosa and Adansonia digitata commonly used in food fortification in Burkina Faso. *Current Research Journal of Biological Sciences* 3 (1): 64-72.
- Creighton, W. (2001). *M. oleifera* seed production in Tanzania: Development potential for Moringa products. Dar es Salaam, Tanzania (Optima of Africa Ltd).
- CSIR (Council of Scientific and Industrial Research). (1962). The Wealth of India. A dictionary of Indian raw materials and industrial products. Vol. VI, CSIR, New Delhi, India.
- Csurhes, S., & Navie, S. (2016). Horseradish tree, *Moringa oleifera*. Department of Agriculture and Fisheries, Biosecurity Queensland. https://www.daf.qld.gov.au/___data/assets/pdf_file/0007/69262/IPA-Horseradish-Tree-Risk-Assessment.pdf. (erişim tarihi: 28.03.2021)
- Dahot, M.U. (1988). Vitamin contents of flowers and seeds of *Moringa oleifera*. *Pakistan Journal of Biochemistry* 21 (1-2): 82922038.
- Dania, S.O., Akpansubi, P. & Eghagara, O.O. (2014). Comparative Effects of different fertilizer sources on the growth and nutrient content of Moringa (*Moringa oleifera*) seedling in a greenhouse trial. *Advances in Agriculture* 726313. <https://doi.org/10.1155/2014/726313>
- Dayrit, F.M., Alcantara, A.D., & Villasenor, I.M. (1990). The antibiotic compound and its deactivation in aqueous solution. *Philippine Journal of Science* 119 (1): 23-26.
- Facciola, S. (1998). *Cornucopia II - A source book of edible plants*. Kampong Pub. California, USA. 713 P.
- Fahey, J.W. (2005). *Moringa oleifera*: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. Trees for life Journal 1 (5): 3113705. <https://doi.org/10.1201/9781420039078.ch12>.
- Faizi, S., Siddiqui, B.S., Saleem, R., Aftab, K., Shaheen, F. & Gilani, A.H. (1998). Hypotensive constituents from the pods of *Moringa oleifera*. *Planta Medica* 64 (3): 225-228. <https://doi.org/10.1055/s-2006-957414>
- Farm Africa, (2019). Trainer's guide for production, harvest, post-harvest handling and value addition for Moringa in Tanzania. <https://www.farmafrica.org/downloads/2020/advancing-youth-trainers-guide-for-moringa-value-chain-in-tanzaniav2.pdf>
- Ferrao, A.M.B. & Ferrao, J.K. (1970). Fatty acids of Moringa oil. *Agronomia Angolana* 8: 3-16.
- Flora of North America. *Moringa Adanson*, Fam. Pl. (2021). http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=121194. (erişim tarihi: 28.03.2021)
- Foidl, N., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Fuglie, L.J. (Ed.). *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*. CTA Publication. Wageningen, the Netherlands pp. 45-76.
- Francis, J.A., Jaya Prakasam, B, Olson, K.L. & Nair, M. (2004). Insulin secretagogues from *Moringa oleifera* with cyclooxygenase enzyme and lipid peroxidation inhibiting activities. *Helvetica Chimica Acta* 87 (2): 317-326. <https://doi.org/10.1002/hlca.200490029>
- Freiberger, C.E., Vanderjagt, D.J., Pastuszyn, A., Glew, R.S., Mounkaila, G., Millson, M. & Glew, R.H. (1998). Nutrient content of the edible leaves of seven wild plants from Niger. *Plant Foods for Human Nutrition* 53 (1): 57-69. <https://doi.org/10.1023/a:1008080508028>
- FU/IFAS (University of Florida: Institute of Food and Agricultural Sciences) Assessment of Non-Native Plants in Florida's Natural Areas. (2021). <https://assessment.ifas.ufl.edu/assessments/moringa-oleifera/>. (erişim tarihi: 28.03.2021)
- Fuglie, L.J. (1999). *The Miracle Tree: Moringa oleifera: Natural nutrition for the tropics*. Church World Service, Dakar, Senegal. 68 P.
- Gandji, K., Chadare, F.J., Idohou, R., Salako, V.K., Assogbadjo, A.E. & Glèlè Kakai, R.L. (2018). Status and Utilisation of *Moringa oleifera* Lam: A review. *African Crop Science Journal* 26 (1): 137-156. <http://dx.doi.org/10.4314/acsj.v26i1.10>
- Ganesan, S.K., Singh, R., Choudhury, D.R., Bharadwaj, J., Gupta, V. & Singode, A. (2014). Genetic diversity and population structure study of drumstick (*Moringa oleifera* Lam.) using morphological and SSR markers. *Industrial Crops and Products* 60: 316-325. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.06.033>
- Garcia, S. N., Mlambo, V., Mnisi, C. M., Lallo, C. H. O., & Bridgemohan, P. (2016). A comparative analysis of the potential protein value of some agro-industrial by-products for ruminant animals. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 93 (3): 185-196. <https://doi.org/0041-3216/2016/030185-12>
- George, E.F., Hall, M.A. & Klerk, G.J.D. (2008). *Plant propagation by tissue culture*. Vol 1. 3rd Ed. Springer 1: 283-335. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-5005-3_8
- Goja, A.M. (2013). Physico-chemical properties of oil produced from *Moringa oleifera*, *Jatropha curcas* and *Carthamus tinctorius* L seeds. *International Journal of Advanced Research* 1 (4): 181-187.
- Goordeen, A. (2018). Postharvest quality attributes of fresh-cut Moringa pods. Final Year Project, Department of Food Production, Faculty of Food and Agriculture, University of the West Indies. 45 P.
- Guevara, A.P., Vargas, C., Sakurai, H., Fujiwara, Y., Hashimoto, K., Maoka, T., Kozuka, M., Ito, Y., Tokuda, H. & Nishino, H. (1999). An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutation Research* 440 (2): 181-188. [https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(99\)00025-x](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(99)00025-x)

- ISC (Invasive Species Compendium). *Moringa oleifera*, (horse radish tree). Last modified: 17 December 2019. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/34868#tosummaryOfInvasiveness>. (erişim tarihi: 28.03.2021).
- Islam, S., Jahan, M.A.A. & Khatun, R. (2005). In vitro regeneration and multiplication of year-round fruit bearing *Moringa oleifera* L. Journal of Biological Sciences 5 (2): 145-148. <http://dx.doi.org/10.3923/jbs.2005.145.148>
- Issaka Ibrahima, F. (2020). *Moringa (Moringa oleifera)* bitkisinin farklı formlarının besin maddesi kompozisyonunun ve potansiyel yem değerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı. 55 S.
- Jahn, S.A.A. (1996). On the introduction of a tropical multipurpose tree to China traditional and potential utilisation of *Moringa oleifera* Lamarck. Senckenbergiana Biologica 75 (1/2): 243-254.
- Kaminsa, C. (2019). *Moringa oleifera* bitki özütlerinin biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. 74 S.
- Lalas, S. & Tsaknis, J. (2002). Extraction and identification of natural antioxidants from the seeds of *Moringa oleifera* tree variety of Malawi. Journal of the American Oil Chemists' Society 79 (7): 677-683. <https://doi.org/10.1007/s11746-002-0542-2>
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J. & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview, International Journal of Molecular Sciences 16 (6): 12791-12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Limaye, D.A., Nimbkar, A.Y., Jain, R. & Ahmad, M. (1995). Cardiovascular effects of the aqueous extract of *Moringa pterygosperma*. Phytotherapy Research 9 (1): 37-40. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650090109>
- Long, A.J. & Nair, P.K.R. (1999). Trees outside forests: agro-, community, and urban forestry. New Forests 17: 145-174.
- Lu, L. & Olson, M. Moringaceae: *Moringa oleifera* Lamarck. In: FOC (Flora of China). (2021). http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200009759. (erişim tarihi: 27.03.2021)
- Ma, Z.F., Ahmad, J., Zhang, H., Khan, I., & Muhammad, S. (2019). Evaluation of phytochemical and medicinal properties of *Moringa (Moringa oleifera)* as a potential functional food. South African Journal of Botany 129: 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.12.002>
- Mabapa, M.P., Ayisi, K.K. & Mariga I.K. 2017. Effect of planting density and harvest interval on the leaf yield and quality of *Moringa* under diverse agroecological condition of Northern South Africa. International Journal of Agronomy 2941432. <https://doi.org/10.1155/2017/2941432>
- Mabruk, A.A., Talib, H.N. Mohamed M.A. & Alawad, A.H. (2010). A note on the potential use of *Moringa oleifera* tree as animal feed, Hillat Kuku. Journal of Veterinary Medicine and Animal Production 1 (2): 184-188.
- Makkar, H.P.S. & Becker, K. (1997). Nutrients and anti-quality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. The Journal of Agricultural Science 128 (3): 311-322. <https://doi.org/10.1017/S0021859697004292>
- Makonnen, E., Hunde, A. & Damecha, G. (1997). Hypoglycaemic effect of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbits. Phytotherapy Research 11 (2): 147-148. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1573\(199703\)11:2<147::aid-ptr41>3.0.co;2-v](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1573(199703)11:2<147::aid-ptr41>3.0.co;2-v)
- Mangale, S.M., Chonde, S.G. & Raut, P.D. (2012). Use of *Moringa oleifera* (Drumstick) seed as natural absorbent and an antimicrobial agent for ground water treatment. Research Journal of Recent Science 1 (3): 31-40.
- Mani, S., Jaya, S. & Vadivambal, R. (2007). Optimization of solvent extraction of *Moringa (Moringa oleifera)* seed kernel oil using response surface methodology. Food and Bioproducts Processing 85 (C4):328-335. <http://dx.doi.org/10.1205/fbp07075>
- Manzoor, M., Anwar, F. Iqbal, T. & Bhnager, M.I. (2007). Physico-chemical characterization of *Moringa concanensis* seeds and seed oil. Journal of the American Oil Chemists' Society 84 (5): 413-419. <http://dx.doi.org/10.1007/s11746-007-1055-3>
- Marwah, R.G., Fatope, M.O., Al-Mahrooqi, R., Varma, G.B., Al-Abadi, H. & Al-Burtamani, S.K.S. (2007). Antioxidant capacity of some edible and wound healing plants in Oman. Food Chemistry 101 (2): 465-470. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.001>
- Meena, A.K., Sachan, A., Kaur, R., Pal, B. & Singh, B. (2010). *Moringa oleifera*: A review. Journal of Pharmacy Research 3: 840-842.
- Mehta, L.K., Balaraman, R., Amin, A.H., Bafna, P.A. & Gulati, O.D. (2003). Effect of fruits of *Moringa oleifera* on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits. Journal of Ethnopharmacology 86 (2-3): 191-195. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00075-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00075-8)
- Mirzaie-Nodushan, H. and Asadi-Korom, F. (2010). *Moringa*, miracle of the nature. Publications of Iran Forests and Rangelands Research Institute. Tehran, Iran. 211 P.
- Moreki, J.C. & Gabanakgosi, K. (2014). Potential use of *Moringa oleifera* in poultry diets. Global Journal of Animal Scientific Research 2 (2): 109-115.
- Morton, J.F. (1991). The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae): A boon to arid lands? Economic Botany 45: 318-333. <https://doi.org/10.1007/BF02887070>

- Muluvi, G.M., Sprent, J.I., Soranzo, N., Provan, J., Odee, D., Folkard, G., McNicol, J.W. & Powell, W. 1999. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis of genetic variation in *Moringa oleifera* Lam. *Molecular Ecology* 8 (3): 463-470. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-294x.1999.00589.x>
- Muyibi, S.A. & Evison, L.M. (1995). *Moringa oleifera* seeds for softening hardwater. *Water Research* 29 (4): 1099-1105. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)00250-B](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)00250-B)
- Nair, A.G.R. & Subramanian, S.S. (1962). Pigments of the flowers of *Moringa pterygosperma*. *Current Science* 31: 55-56.
- Nambiar, V. & Seshadri, S. (2001). Bioavailability Trials of Beta-Carotene From Fresh and Dehydrated Drumstick Leaves (*Moringa oleifera*) in a Rat Model. *Plant Foods for Human Nutrition* 56 (1): 83-95. <https://doi.org/10.1023/A:1008132503972>
- Nautiyal, B.P. & Venhataraman, K.G. (1987). *Moringa* (Drumstick) - an ideal tree for social forestry. *My forest* 23, 53-58.
- Ndabigengeser, A. & Narasiah, K.S. (1998). Use of *Moringa oleifera* seeds as a primary coagulant in waste water treatment. *Environmental Technology* 19 (8): 789-800.
- Nouman, W., Basra, S.M.A., Siddiqui, M.T., Yasmeen, A., Gull, T. & Alcaide, M.A.C. (2014). Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: A review. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38 (1): 1-14. <https://doi.org/10.3906/tar-1211-66>
- Oguntibeju, O.O., Aboua, G.Y., & Omodanisi, E.I. (2020). Effects of *Moringa oleifera* on oxidative stress, apoptotic and inflammatory biomarkers in streptozotocin-induced diabetic animal model. *South African Journal of Botany* 129: 354-365. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.039>
- Olson, M.E. (2002). Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany* 27 (1): 55-73. <https://doi.org/10.1043/0363-6445-27.1.55>
- Omidbeigi, R. (2014). Production and processing of medicinal plants *I*. Behnashr Pub. Mash'had, Iran. 347 P.
- Padayachee, B. & Baijnath, H. (2020). An updated comprehensive review of the medicinal, phytochemical and pharmacological properties of *Moringa oleifera*. *South African Journal of Botany* 129: 304-316. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.021>
- Padmarao, P., Acharya, B.M. & Dennis, T.J. (1996). Pharmacognostic study on stem bark of *Moringa oleifera* Lam. *Bulletin of Medico-Ethno-Botanical Research*, 17: 141-151.
- Palada, M.C. & Chang, L.C. (2003). Suggested cultural practices for *Moringa*. *International Cooperators Guide*. March. AVRDC Pub. 03-545.
- Palada, M.C. (1996). *Moringa (Moringa oleifera Lam.)*: A versatile tree crop with horticultural potential in the subtropical United States. *HortScience* 31 (5): 794-797. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.5.794>
- Paliwal, R., Sharma, V. & Pracheta. (2011). A review on horse radish tree (*Moringa oleifera*): A multipurpose tree with high economic and commercial importance. *Asian Journal of Biotechnology* 3 (4): 317-328. <http://dx.doi.org/10.3923/ajbkr.2011.317.328>.
- Papillo, J. (2007). *Moringa oleifera*: the multipurpose wonder-tree. Michigan Technological University, Michigan, USA.
- Ponnuswami, V. (2019). Advances in Production of *Moringa*, All India Co-ordinated Research Project- Vegetable Crops. Horticultural College and Research Institute, Tamil Nadu Agricultural University, Periyakulam, Tamil Nadu. pp. 604-625.
- Popoola, J.O., Oluyisola, B. & Obembe, O. (2014). Genetic diversity in *Moringa oleifera* from Nigeria using fruit morpho-metric characters and random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Covenant Journal of Physical and Life Sciences* 1 (2): 43-60.
- Popoola, J.O. & Obembe, O.O. (2013). Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae) in Nigeria. *Journal of Ethnopharmacology* 150 (2): 682-691. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.043>
- Proyecto Biomasa. (1996). Internal Report, UNI Managua.
- Qaiser, M. (1973). Moringaceae. In: Nasir, E., Ali, S. I., Flora of West Pakistan, No. 38; Eds.; Department of Botany, University of Karachi, Karachi, Pakistan, pp. 1-4.
- Radovich, T. (2009). Farm and forestry production and marketing profile for *Moringa (Moringa oleifera)*. In: Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry (Elevitch, C.R. ed.). Permanent Agriculture Resources (PAR), Honolulu, Hawaii 22-40.
- Ramachandran, C.N., Peter, K.V. & Gopalakrishnan, P.N. (1980). Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany* 34 (3): 276-283. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02858648>
- Richter, N., Siddhuraju, P. & Becker, K. (2003). Evaluation of nutritional quality of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture* 217 (1): 599-611. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00497-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00497-0)
- Ross, I.A. (1999). Medicinal plants of the world; chemical constituents, traditional and modern medicinal uses. Humana Press. Totowa, New Jersey. pp. 231-239.

- Roy, S.K., Chandra, K., Ghosh, K., Mondal, S. & Maiti, D. (2007). Structural investigation of a heteropolysaccharide isolated from the pods (fruits) of *Moringa oleifera* (Sajina). *Carbohydrate Research* 342, 2380-2389. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2007.07.020>
- Ruckmani, K., Kavimani, S., Anandan, R. & Jaykar, B. 1998. Effect of *Moringa oleifera* Lam. on paracetamol-induced hepatotoxicity. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 60 (1): 33-35.
- Saini, R.K., Saad, K.R. & Ravishankar, G.A. (2013). Genetic diversity of commercially grown *Moringa oleifera* Lam. cultivars from India by RAPD, ISSR and cytochrome P450-based markers. *Plant Systematics and Evolution* 299 (7): 1205-1213. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0789-7>
- Saint Sauveur, A. & Broin, M. (2010). Growing and processing Moringa leaves. Published by CDE CTA. Moringa Association of Ghana. <http://www.moringanews.org/documents/moringawebEN.pdf>
- Sánchez, N.R., Ledin, S. & Ledin, I. (2006a). Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66 (3): 231-242. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-005-8847-y>
- Sánchez, N.R., Spörndly, E. & Ledin, I. (2006b). Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101 (1-3): 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.09.010>
- Sanchez-Machado, D.I., Lopez, C.J. & Vázquez, N.J.R. (2006). High-performance liquid chromatography method to measure alpha- and gamma-tocopherol in leaves, flowers and fresh beans from *Moringa oleifera*. *Journal of Chromatography A*, 1105 (1-2): 111-114. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.07.048>
- Shahzad, U., Jaskani, M.J. & Khan, A. (2013). Genetic diversity and population structure of *Moringa oleifera*. *Conservation Genetics* 14 (6): 1161-1172. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-013-0503-x>
- Sharma, P., Kumari, P., Srivastava, M.M. & Srivastava, S. (2006). Removal of cadmium from aqueous system by shelled *Moringa oleifera* Lam. seed powder. *Bioresource Technology* 97 (2): 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.02.034>
- Shehata, S., Badr, S., & Wahba, S. (2002). Drinking water treatment options for eliminating freshwater algae. *International Journal of Environmental Studies* 59 (6): 679-688. <https://doi.org/10.1080/00207230214397>
- Siddhuraju, P. & Becker, K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (8): 2144-2155. <https://doi.org/10.1021/jfo20444+>
- Soliva, C.R., Kreuzer, M., Foidl, N., Foidl, G., Machmüller, A. & Hess, H.D. (2005). Feeding value of whole and extracted *Moringa oleifera* leaves for ruminants and their effects on ruminal fermentation in vitro. *Animal Feed Science and Technology* 118 (1/2): 47-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeeds.2004.10.005>
- Srivastava, M. Dhakad, P.K. & Srivastava, B. (2020). A Review on medicinal constituents and therapeutic potential of *Moringa oleifera*. *Universal Journal of Plant Science* 8 (2): 22-33. <https://doi.org/10.13189/ujps.2020.080202>
- Subadra, S., Jain, M. & Dhabhai, D. (2009). Retention and storage stability of beta-carotene in dehydrated drumstick leaves (*Moringa oleifera*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 48 (6): 373-379. <https://doi.org/10.3109/09637489709028585>
- Suthanthirapandian, I.R., Sambandamurthy, S. & Irulappan I. (1989). Variations in seedling populations of annual Moringa (*Moringa pterygosperma* Gaertn.). *South Indian Horticulture* 37 (5): 301-302.
- Thapa, K., Poudel, M. & Adhikari, P. (2019). *Moringa oleifera*: A review article on nutritional properties and its prospect in the context of Nepal. *Acta Scientific Agriculture* 3 (11): 47-54. <https://doi.org/10.31080/ASAG.2019.03.0683>.
- Tsaknis, J., Lalas, S., Gergis, V., Dourtoglou, V. & Spilitois V. (1999). Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47 (11): 4495-4499. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9904214>
- Vijayakumar, R.M. (2000). Studies on influence of months of sowing and growth regulation on annual Moringa (*Moringa pterygosperma* Gaertn.). Ph.D Thesis. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore. 112 P.
- Villasenor, I.M. (1994). Bioactive metabolites from *Moringa oleifera* Lam. *Kimika* 10 (1): 47-52. <https://doi.org/10.26534/kimika.v10i1.47-52>
- Yang, R.Y., Tsou, S.C.S., Lee, T.C., Chang, L.C. Kuo G. & Lai, P.Y. (2006). Moringa, a novel plant rich in antioxidants, bioavailable iron, and nutrients. In: Wang, M., Sang, S., Hwang, L.S. and Ho, C.T. Eds. *Herbs: Challenges in Chemistry and Biology*. American Chemical Society, ACS Symposium Series 925: 224-239. <https://doi.org/10.1021/bk-2006-0925.ch017>
- Zaku, S.G., Emmanuel, S., Tukur, A.A. & Kabir, A. (2015). *Moringa oleifera*: An underutilized tree in Nigeria with amazing versatility: A review. *African Journal of Food Science* 9 (9): 456-461. <https://doi.org/10.5897/AJFS2015.1346>