



ARAROT (*MARANTA ARUNDINACEA* L.) RİZOMLARININ FİTOKİMYASAL, TIBBİ VE BESİNSEL ÖZELLİKLERİ VE ÇEŞİTLİ KULLANIMLARI

PHYTOCHEMICAL, MEDICINAL, AND NUTRITIONAL PROPERTIES AND VARIOUS USAGE OF ARROWROOT (*MARANTA ARUNDINACEA* L.) RHIZOMES

Kübra ÖĞÜT¹ , Sevda GÜZEL KARA^{2*}

¹Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, 33110, Mersin, Türkiye

²Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 33110, Mersin, Türkiye

ÖZ

Amaç: *Maranta arundinacea* L. (Ararot) (Marantaceae) tropiklerde yetişen otsu, çok yıllık bir bitkidir. Yüksek nişasta içerikli yenilebilir silindirik rizomlara sahiptir. Rizomlar halk tıbbında yatıştırıcı, kızarıklık giderici, anti-inflamatuvar ve antiseptik olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada günümüzde ekonomik değeri olan ve çeşitli endüstrilerde uygulama potansiyeli bulunan ararotun botanik özellikleri, yayılışı ve geleneksel kullanımı araştırılmıştır. Dahası yenilebilir rizomlarının kimyasal içeriği ve rizomlardan elde edilen ekstre, un, nişasta ve tozun biyolojik aktiviteleri ve rizomların çeşitli kullanım alanlarına ait bilgiler derlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma: Rizomlar alkaloit, karbonhidrat, kardiyak glikozitler, protein, amino asit, terpen, saponin, flavonoid, reçine, tanen, zamk, lignin, antrakinon, sterol, lif ve mineral içerir. Rizom ve rizomdan elde edilen ürünlerin antioksidan, immünostimulan, anti-ülserojenik, antidiyareik, anti-inflamatuvar, antimikrobiyal, antidispeptik, antihipertansif, hipokolesterolemik, hipoglisemik, antikanser ve hepatoprotektif aktiviteleri bildirilmiştir. Ararot unu kolayca sindirilebildiğinden çocuklar için hazırlanan ekmek ve bisküvilerde ve ayrıca kurabiye ve unlu mamullerde kullanılır. Ararot nişastası; çorba, tatlılar, puding, sos, kurabiye, şekerleme, bisküvi, kek ve jöle yapımında kullanılır. Ararot nişastası glüten içermediğinden özel bisküvi ve fırın ürünlerinin hazırlanmasında kullanılır. Ararot tozu ve nişastasının kozmetik endüstrisinde kullanımı vardır. Ararot nişastasının eczacılık, hijyen ürünleri, çevre yönetimi, tarım, biyofilm, biyomedikal mühendisliği ve biyoyakıt üretimi gibi alanlarda uygulamaları mevcuttur. Ararot lifi kâğıt mendil, ince kâğıt, karton, ambalaj kâğıdı ve çanta gibi yırtılmaya dirençli kâğıt yapımına uygundur.

Anahtar Kelimeler: *Maranta arundinacea*, ararot, ararot nişastası, biyolojik aktivite, kimyasal içerik

ABSTRACT

Objective: *Maranta arundinacea* L. (arrowroot) (Marantaceae) which grows in the tropics is a perennial herbaceous plant. It has edible cylindrical rhizomes with high starch content. Rhizomes are used in folk medicine as a sedative, anti-redness, anti-inflammatory and antiseptic. In this study, the botanical properties, distribution and traditional use of arrowroot which has economic value today and has application potential in various industries, were investigated. Moreover, information on the chemical content of edible rhizomes, the biological activities of extracts, flour, starch and powder obtained from rhizomes and various usage areas of rhizomes were compiled.

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Sevda Güzel Kara
e-posta / e-mail: guzelsevda@mersin.edu.tr, Tel. / Phone: +905531263692

Gönderilme / Submitted : 17.11.2023

Kabul / Accepted : 19.01.2024

Yayınlanma / Published : 20.05.2024

Result and Discussion: *Rhizomes contain alkaloids, carbohydrates, cardiac glycosides, protein, amino acids, terpenes, saponins, flavonoids, resins, tannins, gums, lignin, anthraquinones, sterols, fibers and minerals. Antioxidant, immunostimulant, anti-ulcerogenic, antidiarrheal, anti-inflammatory, antimicrobial, antidyspeptic, antihypertensive, hypocholesterolemic, hypoglycemic, anticancer and hepatoprotective activities of rhizome and rhizome-derived products have been reported. Arrowroot flour is easily digestible, it is used in breads and biscuits prepared for children, as well as cookies and baked goods. Arrowroot starch is used in making soups, desserts, puddings, sauces, cookies, candies, biscuits, cakes and jelly. Arrowroot starch does not contain gluten, therefore; it is used in the preparation of special biscuits and bakery products. The use of arrowroot powder and starch is common in the cosmetic industry. Arrowroot starch has applications in fields such as pharmacy, hygiene products, environmental management, agriculture, biofilm, biomedical engineering and biofuel production. Arrowroot fiber is suitable for making tear-resistant paper such as tissue paper, cardboard, wrapping paper and bags.*

Keywords: Arrowroot, arrowroot starch, biological activity, chemical content, *Maranta arundinacea*

GİRİŞ

Maranta arundinacea L. (Ararot, Batı Hint Ararotu) türü tropiklerde yetişen otsu, çok yıllık bir bitkidir [1-8]. Yenilebilir türleri içeren 29 cins ve 627 türden oluşan [9] Marantaceae familyası üyesidir ve ekonomik açıdan önemlidir [9,10]. Yüksek nişasta içerikli yenilebilir silindirik rizomlara sahiptir [2-5,8,11,12]. Rizomlu, un haline getirilen ve yenilebilen birçok tür [*Canna edulis* (L.), *Canna indica* (L.), *Tacca leontopetaloides* (L.), *Puerariae lobata* (Wild.), *Puerariae flos* (DC.) ve *Puerariae radix* (DC.)] [13] için ararot ismi kullanıldığından bazı karışıklıklar olsa da bu türler arasında genelde ararot olarak bilinen *M. arundinacea* türüdür [13,14]. Cinsine adını veren “maranta” kelimesi ilk olarak İtalyan asıllı doktor ve botanikçi Bartolomeu Maranti (1500-1571) tarafından ortaya atılmıştır [13,15]. Kırmızımsı çiçek saplarından dolayı da “arundinacea” kelimesi eklenerek tür adı oluşturulmuştur [15]. Sinonimlerinin fazla olması [*Marantu cunnacori folia* (Plumier, 1703), *Maranta silvatica* (Rosc., 1807), *Maranta sylvatica* (Rosc. ex Sm, 1812), *Maranta indica* (Tussac, 1813), *Maranta ramosissima* (Wall., 1832), *Maranta protracta* (Miq., 1844), *Maranta tessellata* var. *kegeljani* (E. Morren, 1875), *Maranta arundinacea* var. *variegatum* (N.E.Br., 1986), *Phrynium variegatum* (N.E.Br., 1886), *Maranta arundinacea* var. *variegata* (Ridl., 1891), *Maranta arundinacea* var. *divaricata* (Roscoe, 1917), *Maranta arundinacea* var. *sylvestris* (Matuda, 1951)] sorunlara neden olmuştur [13].

Bu derleme çalışmada günümüzde büyük ekonomik değere ve çeşitli endüstrilerde (farmasötik, gıda, kozmetik, boya, kâğıt endüstrisi gibi) uygulama potansiyeline sahip olan; ararot olarak bilinen *M. arundinacea* türünün botanik özellikleri, yayılışı, geleneksel kullanımı, rizomların kimyasal içeriği ile birlikte rizom ve rizomlardan elde edilen ürünlerin (un, nişasta ve toz) biyolojik etkileri ve çeşitli kullanım alanlarına ilişkin bilgiler derlenmiştir.

Botanik Özellikler

M. arundinacea; ince, küçük gövdeli [5,16], yaklaşık 1-1.5 m yüksekliğe kadar boyolanabilen, oval-mızrak şeklinde ve 2-10 inç ebatlarında çok sayıda yaprağa sahip bir türdür [14,16,17]. Yaprak damarları ana damara paralel yerleşmiş olup sapları yaprağın gündüz ışığa yönelimini, gecede kapanmasını sağlayan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle bitki bazı ülkelerde “dua bitkisi” olarak bilinir [15]. Dikimden yaklaşık 90 gün sonra uzun pedikül boyunca çiftler halinde küçük, beyaz-krem çiçekler görülür [7] ve ikiz salkımlar halinde büyürler [16,18]. Çiçekler 3 ayda gelişir ancak tohum nadiren oluşur [14]. Bitki 2.5-3 cm genişliğinde ve 20-40 cm uzunluğunda beyaz etli silindirik rizomlara sahiptir. Rizomlar; iki-üç veya tek bir demet halinde bulunur [5,8,14,16,17], değişken şekilli, toprak altında dikey veya yatay olarak büyür [13] ve uzun lifli köklere sahiptir [5,8].

Ararot rizomlarının mikroskopik incelemesinde epidermal hücrelerin altında bir dizi parankimatik hücre olduğu görülür. Bu parankimatik hücreler tamamen merkeze doğru oval şekilli nişasta granülleri ile doludur [15,18]. Toz rizom incelemesinde ksilem demetleri, nişasta taneleri, kalsiyum oksalat kristalleri görülür [18].

İsmlendirme

Ararotun popüler isimleri, “yemeklerin yemeği” anlamına gelen aruak, arauque veya aruá-aru terimlerinden köken alır. Brezilya'nın kolonizasyonu sırasında yerli terim araruta olarak Portekiz diline girmiştir. Brezilya'nın etnik-kültürel çeşitliliği içerisinde ararot için başka kelimelerde kullanılmıştır (araruta-comum, ararutinha, araruta-caxulta, araruta-palmeira, araruta-gigante, araruta ramosa, agutiguepe, agutigu-pé ve embiri gibi) [13]. Diğer Latin Amerika ülkelerinde tür arruz, envers blanc ve dictame (Antiller); ararot-Barbados (Barbados); sagú ve bribri (Kosta Rika); araroetoe ve arraroet (Curaçao); amaranta ve pitisilén (Porto Riko); mouchasse (Santa Lusia); marantha (Kolombiya); guapo, guate, guate gallina, salú, bordocillo, caramaco, maranta ve yuquilla (Venezuela) [13]; Bermuda ararot (Bermuda) [13,16] ve ararute (Karayipler) [5] gibi çeşitli isimlerle bilinir. Amerika'da olduğu gibi bitki Asya kıtasında da popüler olup terminolojisinde büyük farklılıklar vardır [aloro, araru, aroro ve uraro (Filipinler); cauhallo (Hindistan); belanda [13] ve ubi bemban (Malezya) [19]; hoangting (Vietnam); kuzuukon (Japonya) [13,15]; hulankeeriya, aerukka (Sri Lanka) [16,20]; sitalpati, muktapati, arrowroot (Bangladeş) [9]; adalut (Myanmar) [7]; garut [16,21], ubi garut [19], marantale [13] (Endonezya)]. İsmlendirmede aynı ülke içinde de bölgesel farklılıklar görülmüştür. Bitki Endonezya'nın çeşitli bölgelerinde sago banban (Batak Karo), sago nare (Minangkabau), sago andrawa (Nias), sagu (Palembang), Patat (Sunda), arut/jelarut/irut/larut/ararot (Doğu Java), labia walanta (Gorontalo) ve hudasula (Ternate) yerel adları ile de bilinir [5]. İngilizcedeki terminoloji rizomun şekliyle kaynaklanmaktadır (Amerikan kolonileşmesi döneminde rizomun oka benzetildiği varsayılmaktadır) [13,17]. Kök olarak sınıflandırılmış ve “arrowroot” denilmiştir [13]. Arrowroot kelimesinin ilk kez 1696 yılında kullanıldığı bildirilmiştir [15]. Hala pfeilwurz (Almanya), pijlwortel (Hollanda) ve arruruz (Fransa) gibi çeşitleri kullanımlarını da bulmak mümkündür [13,15]. Diğer isimler arasında Batı Hint ararotu ve itaat bitkisi de yer alır [16].

Yayılış

Bitki tropikal Amerika'nın yerlisidir [3,7,11,18,22]. Meksika, Orta Amerika [4,5,10], Latin Amerika [13], Batı Hint Adaları ve Güney Amerika'ya [5,10] özgüdür. On yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda Asya'nın çoğuna yayılmıştır [4], Afrika'da da görülür [13]. Birçok sıcak ülkede yetiştirilir ve Jamaika, Bahamalar, Bermuda, Hollanda, Çin, Mauritius, Ekvator Ginesi, Gabon, Florida, Kamboçya [5], Endonezya, Hindistan, Sri Lanka ve Filipinlerde doğal kabul edilir [3,5,8,11,17,19]. Batı Hint Adaları'nda yaygın olarak yetiştirilirken [2,6,17,18], Avustralya [3,11,17,18], Güneydoğu Asya, Güney Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri dâhil olmak üzere dünyanın birçok tropikal bölgesinde yetişmektedir [18]. Dünyadaki ararot talebinin yaklaşık %95'i St. Vincent (Batı Hint Adaları) tarafından karşılanmaktadır [8].

Tropikal veya subtropikal iklim koşullarında 1000 m'ye kadar olan rakımlarda yetişir. Yıllık 1000-2000 mm yağışa ihtiyaç duyar [13]. 20-30°C sıcaklıklarda iyi gelişir [13-15]. Birçok böcek ve patojen saldırısına karşı dayanıklıdır [11]. İyi drene edilmiş, kumlu veya tınlı, hafif asidik toprakta ve kısmi gölgede en iyi şekilde gelişir [4,13]. Yumru kalitesini ve özelliklerini düşürmeden gölgeye (ağaç altı) ve marjinal araziye uyum sağlayabilir [4,19,23]. Ekimden 10-12 ay sonra hasada hazır hale gelir. Her kök yaklaşık 30-50 g ağırlıktadır [7]. Hasatta rizomlar köklerden ayrılır ve küçük, büyük ve tohumluk olarak sınıflandırılır. Büyük rizomlar nişasta eldesi için küçük rizomlar hayvan yemi olarak ve tohumluk rizomlar da yeniden dikim için ayrılır [13]. Ayrıca hasat sırasında tarlada kalan küçük rizomlar aynı alanda 5-7 yıl ürün verir. Rizomların oda koşullarında depolama süresi çok kısıtlıdır, çeşidine göre en fazla 7 gün depolanabilir fakat iyi havalandırılmalı depolarda bu süre 6 aya kadar uzatılabilir [15].

Geleneksel Kullanım

Türün geleneksel gıda hazırlamada ve geleneksel tıpta kullanımı vardır [10,18]. Eski zamanlardan beri çeşitli tıbbi uygulamaları ile bilinen önemli bir bitkidir [7,13,20]. Tarihte Karayipler bölgesinde ve Amazon ormanlarında bulunan Caraíba, Caiapós, Guaranis, Pataxós ve Nhambiquaras etnik grupları türün evcilleştirilmesini ve yetiştirilmesini sağlamıştır [13]. Arkeolojik kazı çalışmaları yetiştiriciliğinin 7000 yıl öncesine uzandığını belgelemiştir [15]. Tarihi seramik kalıntılarda bulunan nişasta granülleri

Kolomb öncesi insanların besinlerinde ararot nişastası kullandıklarını göstermiştir [13]. Zehirli okların panzehri olarak kullanılan bitki Mayalar ve Orta Amerika'nın diğer sakinleri tarafından büyük saygı görmüştür [16,18]. Mayalar çiçek hastalığında görülen yaraların tedavisinde ararot lapası ve ararottan hazırlanan bir tür içecek kullanmıştır [15]. Kızılderi için önemli tıbbi bir bitki olup yılan zehrine karşı panzehir olarak kullanılmıştır [7,13]. Eski Hindistan'da hekimlerin ararotu tedavide kullandığı bildirilmiştir. Halk tıbbında yatıştırıcı, kızarıklık giderici, anti-inflamatuvar ve antiseptik [15] olarak ve ayrıca ishal, dizanteri ve kolit [24] tedavisinde kullanımları rapor edilmiştir. Geleneksel olarak ishal tedavisinde rizomlar kullanılır [11]. Rizomlar suda veya sütte kaynatılıp tatlandırıldığında ishal için iyi bilinen geleneksel bir ilaçtır [25,26]. Sütte pişirilen rizom tozu iritabl bağırsak sendromunda ve ülseratif kolitte tahrişi hafifletmek ve ülserlerin iyileşmesini kolaylaştırmak için şekerle birlikte verilir [24]. Maritus'ta rizom tozu çocuklarda ishal tedavisinde kullanılır [16]. Ararot yatıştırıcı özellikleri nedeniyle geleneksel tıpta popülerdir [1]. Eski zamanlardan beri yaraların tedavisinde kullanılan hafif ve doğal emilen bir toz olarak ün kazanmıştır [17]. Brezilya'nın Pará eyaletindeki Amazon'un Marudá kıyısında yer alan bir topluluk bitkiyi tüberküloz ve uyuşukluk için indikatör olarak kullanmıştır [16]. Halen Brezilya ve Asya geleneksel tıbbında yapraklar ve rizomlar infüzyon şeklinde çay olarak tüketilir [13]. Günümüzde mideyi yatıştırmak [18], idrar yolu ile ilgili hastalıkların tedavisi ve ishali hafifletmek için kullanılmaktadır [4,18]. Bazı ülkelerde bağırsak iltihaplarının tedavisinde tüketildiği görülmüştür [15]. Kırsal kesimin %80'inde bitkisel veya doğal tedavi olarak ararot kullanılmaktadır [26]. Ayurveda tıbbında Tugaksheeri olarak bilinir ve çeşitli Ayurvedik formülasyonların hazırlanmasında yaygın olarak kullanılan önemli bir bitkidir. Düşük glisemik indeksi nedeniyle sindirimi kolay ve hastaların beslenme taleplerini karşılamak için besleyici yoğun nişastalı bir rizoma sahip olduğundan Samhithas ve Nighantus'a göre, madhura rasa (tadı tatlı), sheetha veerya (soğuk etki), guru (ağır) snigdha (tatsız) guna özellikleri vardır. Balya (güç sağlar), paushtikam (besleyici), dhatuvridhikara (besleyici dhatu) olup kshaya (tüberküloz), swasa (nefes darlığı), kasa (öksürük), daha (yanma hissi), raktha dosha (kan hastalıkları), kamala (sarılık), pandu (anemi) ve mutrakruchra (disüri) tedavisinde kullanılır [24].

Türkiye'de Ararot ile İlgili Kayıtlar

“Osmanlı Son Döneminde İlginç Bir Tıbbi Süreli Yayın: Âfiyet Gazetesi (Afiète La Santé) ve Dizini” isimli bir çalışmada gazetenin sene 1, sayı 21, 9 Nisan 1330 Çarşamba/22 Nisan 1914 tarihli sayısında “Ararot nedir? Çocuklu validelere yeni bir gıda” başlığıyla bir bölüm yer almıştır [27]. “Bir Osmanlı Hekimi Besim Ömer ve Çocuk Beslenmesi” isimli bir çalışmada 19. yüzyılda yetişen dönemin hekimlerinden Besim Ömer Paşa “7. ayda çocuğa verilebilecek gıdalar arasında Amerika'da yetişen kökten çıkarılan besleyici bir nişasta olan ararot ile yapılmış sulu bulamacı önermiştir. Bünyesi hassas ve ishale yatkın olanlara iyi geleceğini ve iki tatlı kaşığı ararot ve et suyundan yapılan bulamacın besleyici olacağını vurgulamıştır. Süttten kesilen çocuklara öğlen veya uykudan önce 100 g süt, 5 g un (buğday, arpa, ararot), 6 g şekerden oluşan bir bulamaç vermeyi önermiştir [28]. “19. yüzyılda İngiltere'den Osmanlı Devletine Seyahat Etmenin Altın Kuralları” isimli bir çalışmada ise seyyahlar için Osmanlı Devleti'ne gerçekleştirilecek seyahatlerde gerekli olan temel malzemeler arasında ararotta sayılmakta ve “Ararot seyyahlar için taşınabilirliği ve kullanılabilirliği açısından en faydalı yiyecektir. Beş dakika içerisinde hazırlanabilir.” denmektedir [29].

“Çocuk sağlığının Atatürk dönemi siyasetindeki ve meclis gündemindeki yeri” isimli bir çalışmada 1921 yılında meclis tutanaklarında (TBMMZC, D.1, C.9, 4.4.1337 (1921): 356) çocuk gelişimi ve beslenmesinde önemli rol oynadığı düşünülen çocuk maması yapımında kullanılan ararot unundan bahsedilmektedir [30]. 1925-1926 tarihlerine ait Türkiye Cumhuriyeti Devlet Salnamesi esas alınarak hazırlanmış “Türkiye Cumhuriyeti Maliye ve Ticaret Vekâleti Salnamesinin Transkripsiyon ve Değerlendirmesi (1925-1926)” isimli bir tez çalışmasında ise Fransa ve Romanya'dan Türkiye'ye ararot ithal edildiği belgelenmiştir [31].

Kimyasal İçerik

Ararot rizomlarının kimyasal içeriği ile ilgili birçok çalışma literatürde yer almakla birlikte; içeriğin kullanılan ekstraksiyon yöntemi, bitkinin orijini, yaşı, çevresel faktörler gibi etkenlere bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir [8]. Literatür taramalarına göre ararot rizomlarının farklı polaritedeki (petroleteri, kloroform, etilasetat, metanol, su ve etanol) ekstreleri alkaloidler, karbohidratlar, kardiyak

glikozitler, proteinler, amino asitler, terpenler, saponinler [3,10,12,13,18,24,32], flavonoidler [10,13,16,18], reçineler [33], tanenler [16], zambak [10,16,18], lignin, antrakinonlar [34] ve steroller [3,10,13,18] içerir. Nishaa ve arkadaşları (2013) ararot rizomlarının petrol eteri, kloroform, etil asetat ve etanol ekstralarını incelemiş ve etanol ekstresinde taranan bileşik gruplarının tamamının bulunduğunu bildirmiştir (Tablo 1). Ayrıca GC-MS analizi ile rizomların etanol ekstresinde 49 farklı bileşiğin varlığı tespit edilmiştir [3]. Yapılan bir başka çalışmada farklı yaşlardaki ararot rizomlarının (6, 9, 12 ay) etanol ekstralarının toplam fenol, toplam flavonoid ve toplam tanen içerikleri sırasıyla: 0.021-0.171 mg GAE/g kuru ağırlık; 0.023-0.379 mg QE/g kuru ağırlık; 1.086-4.746 mg tanen/g kuru ağırlık olarak bildirilmiştir [12].

Tablo 1. Ararot rizomlarının fitokimyasal içeriği [3]

Fitokimyasal içerik	Petroleteri ekstresi	Kloroform ekstresi	Etilasetat ekstresi	Etanol ekstresi
Flavonoid	-	-	+	+
Alkaloid	-	-	-	+
Tanen	-	-	+	+
Glikozitler	+	+	+	+
Steroid	+	+	+	+
Fenolik bileşikler	-	-	+	+
Kardiyak glikozitler	+	+	+	+
Saponin	+	+	+	+
Karbonhidrat	+	+	+	+
Protein	-	-	-	+

+: Var; -: Yok

Rizomlar mükemmel bir protein kaynağıdır [12,35]. Ararot tatlı patates, patates, cassava, muz ve benzeri diğer tropikal gıda kaynaklarına kıyasla daha fazla protein içerir [5]. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığına bağlı Tarımsal Araştırmalar Servisi 2018 yılında ararot rizomu ve ararot unu ile ilgili araştırma sonuçlarını yayımlamıştır (Tablo 2) [36,37]. Ararot ununda bulunan amino asitler (triptofan, treonin, izoleüsin, lösin, lizin, metionin, sistein, fenilalanin, tirozin, valin, arjinin, histidin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, glisin, prolin ve serin) ve miktarları da bu çalışmada yer almıştır (Tablo 3) [36]. Rizomlar potasyum, demir, manganez, bakır [7,35,36,37], kalsiyum [7,13,36,37], klor [7,36,37], fosfor, magnezyum ve çinko [13,35-37] gibi mineralleri ve niasin, tiamin, piridoksin, pantotenik asit ve riboflavin gibi B grubu vitaminleri içerir [7,37].

Tablo 2. Ararot rizomu ve ararot ununun içeriği [36,37]

İçerik	Birim	Ararot unu (100 g)	Ararot rizomu (100 g)
Su	g	11.4	80.8
Enerji	kcal	357	65
Enerji	kJ	1490	271
Protein	g	0.3	4.24
Toplam lipid	g	0.1	0.2
Kül	g	0.08	1.42
Karbonhidrat	g	88.2	13.4
Lif, toplam diyet lifi	g	3.4	1.3
Ca	mg	40	6
Fe	mg	0.33	2.22
Mg	mg	3	25
P	mg	5	98
K	mg	11	454
Na	mg	2	26
Zn	mg	0.07	0.63

Tablo 2 (devamı). Ararot rizomu ve ararot ununun içeriği [36,37]

İçerik	Birim	Ararot unu (100 g)	Ararot rizomu (100 g)
Cu	mg	0.04	0.121
Mn	mg	0.47	0.174
Vitamin A (RAE)	µg	0	1
Vitamin A (IU)	IU	0	19
Vitamin B ₁ (tiamin)	mg	0.001	0.143
Vitamin B ₂ (riboflavin)	mg	0.0	0.059
Vitamin B ₃ (niasin)	mg	0.0	1.693
Pantotenik asit	mg	0.13	0.292
Vitamin B ₆ (piridoksin)	mg	0.005	0.266
Vitamin B ₉ (folat, toplam)	µg	7	338
Vitamin B ₁₂ (kobalamin)	µg	0.0	0.0
Vitamin C (toplam askorbik asit)	mg	0.0	1.9
Vitamin D (D ₂ +D ₃)	µg	0.0	0.0
Vitamin D (D ₂ +D ₃)	IU	0	0
Yağ asidi, toplam doymuş	g	0.019 • 14:0→0.001 • 16:0→0.017 • 18:0→0.001	0.039 • 14:0→0.002 • 16:0→0.035 • 18:0→0.002
Yağ asidi, toplam tekli doymamış	g	0.002 • 16:1→0 • 18:1→0.002	0.004 • 16:1→0 • 18:1→0.004
Yağ asidi, toplam çoklu doymamış	g	0.045 • 18:2→0.036 • 18:3→0.009	0.0092 • 18:2→0.074 • 18:3→0.018
Kolesterol	mg	0	0

Tablo 3. Ararot ununda bulunan amino asitler ve miktarları [36]

Amino asitler	Miktar (g/100 g)	Amino asitler	Miktar (g/100 g)
Triptofan	0.004	Valin	0.014
Treonin	0.012	Arjinin	0.012
İzolösin	0.01	Histidin	0.004
Lösin	0.019	Alanin	0.014
Lizin	0.013	Aspartik asit	0.047
Metionin	0.006	Glutamik asit	0.05
Sistein	0.006	Glisin	0.014
Fenilalanin	0.012	Prolin	0.009
Tirozin	0.009	Serin	0.013

Ararot rizomlarının nem (%6-79.88), kül (%0.31-4.14), protein (%0.00-12), karbonhidrat (%7.2-98.65), enerji (65-357 kkal), lipit (%0.12-1.79), ham lif (%0.17-23.25) ve toplam nişasta (%6.4-30) içerikleri birçok çalışmada bildirilmiştir [1,4-8,10,14,16,18,21,23,24,32,38,39] (Tablo 4). Ararot yüksek kaliteli zengin karbonhidrat kaynağıdır [5,13,15,18,23,32]. Karbonhidrat bileşiminin çoğu nişastadır [2,3,7,14,19,40]. Histokimyasal çalışmalar rizomların çok sayıda nişasta taneciği içerdiğini göstermiştir [18]. Rizomlar 14 aylık yaş, taze durumda iken en yüksek nişasta içeriğine sahiptir [41] ve her yaşta nişasta ve lif bakımından zengindir [8,12]. Yüksek diyet lifi içeriğini [12] çözünür ve çözünmeyen lifler oluşturur [14,16,32] (sırasıyla: %2.37 ve %12.49) [16]. Rizomların selüloz, albümin, şeker [15] ve glikoz içerdiği de bildirilmiştir [7].

Tablo 4. Ararot rizomlarının fizikokimyasal özellikleri

Parametreler	Miktar ^a	Kaynaklar
Nem (%)	6-79.88	[7,8,10,12,18,24,36,37]
Kül (%)	0.31-4.14	[7,8,10,12,18,24,36,37]
Protein (%)	0.00-12	[7,8,10,12,21,36,37]
Karbonhidrat (%)	7.2-98.65	[7,8,10,12,21,23,36,37]
Enerji (kkal)	65-357	[21,36,37]
Lipit (%)	0.12-1.79	[7,8,36,37]
Ham lif (%)	0.17-23.25	[7,8,16,24,39]
Toplam nişasta (%)	6.4-30	[1,2,4-6,8,10,23,38]

^a: en düşük ve en yüksek değerler

Nişastalar

Nişasta bileşimi (amiloz/amilopektin oranı) biyolojik kaynağa göre değişen, farklı yapı ve işlevlere sahip iki tür glikoz polimeri olan amiloz ve amilopektinden oluşan, bitkisel enerji rezervi bir polisakkarittir [8,14,42]. Amilopektin oldukça dallanmış α -1-6 bağlantısıyla bağlanan çok sayıda kısa (1-4)- α -D-glukan zincirinden yapılmış bir moleküldür [8,14] ve suda daha az çözünür [42]. Amiloz, α -1-4 bağıyla bağlanan glikoz birimlerinden oluşan doğrusal bir moleküldür [8,14]. Nişastanın iki ana yapısal bileşeni olan amiloz ve amilopektinin en yaygın bileşimi % 80-90 amilopektin ve % 10-20 amilozdur [20]. Amiloz ve amilopektinin moleküler ağırlığı, şekli ve bileşimi doğal olarak üzerinde büyük etkiye sahiptir [8,14]. Nişastanın retrogradasyon (moleküler yeniden düzenleme), viskozite ve jel stabilitesi gibi fizikokimyasal özellikleri bu iki molekül arasındaki farklardan etkilenir [8,14,20]. Amiloz amorf iken granül içindeki amilopektin yarı kristal bir yapıya sahiptir. Nişastanın yarı kristal taneli yapısı ekonomik rekabet edebilirliğine katkıda bulunan ana faktörlerden biridir. Granül boyutu nişasta kalitesini belirleyen önemli bir özelliktir. Nişastanın şişme gücü, çözünürlüğü ve sindirilebilirliği özellikle granüllerin boyutundan ve biçiminden etkilenir. Daha küçük granüller daha büyük olanlardan daha kötü şişme özelliklerine sahiptir, bu da daha yavaş jelatinleşmelerine neden olur. Nişasta granüllerinin boyutu ve şekli; jelatinleşme sıcaklığını, bağlı nem miktarını, nişasta hamurunun viskozitesini, nişasta fraksiyonlarının oranını, iyot örneğinin rengini ve diğer fizikokimyasal özellikleri etkiler. Son araştırmalar, nişasta granül boyutunun hem gıda hem de endüstriyel uygulamalarda önemli bir faktör olduğunu göstermiştir [20]. Nişasta düşük maliyeti, bolluğu, yenilenebilir olması ve çok çeşitli ham maddelerde bulunması nedeniyle dikkat çekici olup [14,20,22,43] selülozdan sonra ikinci en büyük biyokütle kaynağıdır [20]. Mısır, cassava [42,44-46], buğday, pirinç [42,45,46], patates, ararot ve sago [45,46] ticari sektörde kullanılan başlıca nişasta kaynaklarıdır. Nişasta; gıda, tekstil ve kâğıt endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [6,10,45]. Diğer uygulamaları ise eczane, hijyen ürünleri, çevre yönetimi, tarım, biyomedikal mühendisliği, biyoyakıt üretimi [6,10], inşaat, petrol, ilaç, kozmetik ve kimya [45] endüstrileri gibi alanlarda rapor edilmiştir. Ticari nişastalar gıda katkı maddeleri olarak gıda endüstrisi için oldukça değerli olup [45] koyulaştırıcı, dengeleyici ve emülgatör olarak kullanılır [20,44,45]. Ayrıca nişastanın kimyasal modifikasyonunu gerektiren yağ ikame maddeleri olarak kullanılır [45]. Nişastadan unlu mamuller, soslar, çorbalar, şekerlemeler, dondurmalar, şeker şurupları, atıştırmalıklar ve bebek mamaları üretilir [20]. Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların üretiminde en sık kullanılan biyopolimerler proteinler, polisakkaritler, lipitler ve bunların kombinasyonlarıdır [42]. Yenilebilir film ve kaplama üretimi için kullanılan polisakkaritler arasında nişasta kolay işlenmesi, bolluğu, biyolojik olarak parçalanabilirliği, sürekli bir matris oluşturma yeteneği [14,22,42], şeffaflığı, iyi gaz bariyeri özelliği, yüksek kullanılabilirliği ve düşük üretim maliyeti nedeniyle iyi bir hammaddedir [6,47] ve biyoyoumluluğu, biyolojik bozunabilirliği ve toksik olmaması gibi özellikleri nedeniyle en çok çalışılan doğal biyopolimerdir [22,48].

Ararot Nişastası (*Amylum Marantae*)

Ararot Nişastası Eldesi

Ararot rizomları yüksek nişasta içeriğine sahip olduğundan nişasta ekstraksiyonu ekonomik açıdan ilgi çekicidir [22]. Ararot nişastası eldesinde izlenen basamaklar diğer kökler ve yumrular için

izlenen basamaklarla aynıdır. Nişasta eldesi bir dizi işlemi içerir [8,14]. Bunlar: rizomların taşınması, depolanması, yıkama, parçalama/ezme, ekstraksiyon, saflaştırma, kurutma, paketleme ve stoklamadır. Yıkanan rizomlar ezilir, rendelenir ve parçalanır [13]. Rendeleme/öğütme ile parçalanma, bitki hücre duvarlarını açtığı ve bitki içindeki nişasta granüllerini ortaya çıkardığı için en önemli basamaktır [8,14]. Rende sürtünme ve kesme yoluyla boyut küçültür ve parçalanma verimliliğini artırır [8]. Ararot çiftçileri iki nişasta çıkartma yöntemi kullanır. Biri yerel halk arasında "ilod" olarak bilinen geleneksel işleme, ikincisi ise motorla çalışan bir öğütücü sistemi kullanmayı içerir [8,14]. Sonrasında nişasta, liflerden ayırmak için suda ters akıma tabi tutulur; elde edilen sulu ekstre saflaştırılır; istenmeyen maddeler ve çözünür şeker uzaklaştırılır. İçinde nişasta bulunan kısım sudan ayrılır konsantrte halde nişasta dekantasyonu önlemek için özel bir hojenizasyon tankına aktarılır, süzülür [13]. Belirli bir sıcaklık ve nem değerinde kurutulur [8,13-15], son ürün siloya alınır, burada soğutulur ve paketlenene kadar saklanır [13].

Ararot Nişastasının Kimyasal Özellikleri

Ararot nişastasının teknik-fonksiyonel özellikleri çeşitli çalışmalarda araştırılmış ve jelatinleşme sıcaklığı: 65-75°C, maksimum viskozite: 0.40-498.00, viskozite bozunması: 10.00-133.00, retrogradasyon eğilimi: 36.00-189.00, nihai viskozite: 94.00-669.00, şeffaflık (%): 16.00-18.50 aralıklarında bulunmuştur [13]. Ararot nişastası ve diğer ticari nişastalar (patates, buğday, şeker palmiyesi, pirinç, sago ve cassava nişastaları) nem, amiloz ve kül içeriği bakımından karşılaştırılmış ve sırasıyla nem içeriği: %15.24; 18-19; 13; 15; 12-13; 10-20 ve 13, amiloz içeriği: %35.20; 20-25; 26-27; 37.60; 26-28; 24-27 ve 17, kül içeriği: %0.33; 0.4; 0.2; 0.2; 0.1; 0.2 ve 0.2 olarak bildirilmiştir [8]. Literatür taramalarında farklı orijinlerden elde edilen ararot nişastası örneklerinin içerik bakımından incelendiği (nem: %8.10-15.34, kül: %0.18-1.50, yağ: %0.20-1.0, lif: %0.06-4.60, protein: %0.0-0.65, toplam nişasta: %81.60-99.32, amiloz: %15.21-42.01 ve amilopektin: %57.99-84.79) ve renk parametrelerinin değerlendirildiği görülmüştür (Tablo 5). Sindirilebilirlik ve jel oluşturma yeteneği gibi özellikleri [20,49] ve yüksek amiloz içeriği (%15.21-42.01) [13] nedeniyle mısır (%28-33), cassava (%16-19), buğday (%30-32) ve patates (%18-20) nişastaları ile rekabet edebilecek durumdadır [49].

Tablo 5. Ararot nişasta tozu karakterizasyonu

Bileşikler	Ararot nişasta tozu*	Kaynaklar
Nem (%)	8.10-15.34	[3,6,8,13,40,43]
Kül (%)	0.18-1.50	[3,6,8,13,40,43]
Yağ (%)	0.20-1.0	[3,6,13,40,43]
Lif (%)	0.06-4.60	[6,13,23,43]
Protein (%)	0.0-0.65	[3,13,40,43]
Toplam nişasta (%)	81.60-99.32	[6,13,43]
Amiloz (%)	15.21-42.01	[3,5,6,8,13,20,38,40,42,43,49]
Amilopektin (%)	57.99-84.79	[5,13,43]
Renk parametreleri		
L*	75.52	[6]
a*	0.83	[6]
b*	6.00	[6]
ΔE*	18.84	[6]

L: aydınlık değeri; a: kırmızı ve yeşilliği; b: sarı ve mavilik; *: en düşük ve en yüksek değerler

Ararot nişastası %2.12 Tip 2 dirençli nişasta içerir [23]; düşük protein, yağ, kül ve lif [2,6] (%8.7 çözünmeyen diyet lifi ve 0.5 çözünür diyet lifi [3,40]) bileşimine sahiptir. Yapılan araştırmalar cassava, patates, muz ve kanna'dan izole edilen diğer nişastalara benzer kimyasal bileşime, şekle, parçacık boyutuna ve termal geçiş sıcaklıklarına sahip olduğunu göstermiştir [2,4,6]. Muz, tatlı patates, zencefil ve jak meyvesinden elde edilen nişastalara kıyasla daha yüksek şişme gücüne sahiptir. Ararot nişastasının sergilediği yüksek şişme gücü büyük granül boyutu ve yüksek amiloz içeriği ile açıklanır. Ararot nişastasının 80°C'deki çözünürlüğü muz, kanna ve jak nişastaları için bildirilenlerden daha yüksektir [6]. Ararot nişastası mükemmel sindirilebilirlik, nispeten düşük sıcaklıklarda jelatinleşme

kapasitesi [22] ve iyi özelliklere sahip filmler geliştirmek için gerekli olan yüksek amiloz içeriği gibi özel fizikokimyasal özellikler [8,20,22] ve kana uyum sağlama, çok yönlü, zehirsiz, ekolojik ve biyo-birikimli olma gibi birçok avantaja sahiptir [8,14] ve süspansiyonları psödoplastik davranışa gösterir [2].

Ararot Nişastasının Morfolojik Özellikleri

Ararot nişasta granülleri beyaz renkli olup yuvarlak ve çok köşeli şekillere sahiptir [38]. Sri Lanka'nın 5 farklı bölgesinde yetişen ararot rizomlarından elde edilen nişasta granüllerinin elektron ve ışık mikroskobu ile yapılan morfolojik incelemelerinde oval, düzensiz küresel ve küresel şekiller baskın bulunmuştur. Oval şekilli granüllerin ortalama yüzdesi %48.46-59.34 aralığında iken granüllerin uzunluğu 42.91-45.86 µm ve eni 30.81-32.32 µm aralığında rapor edilmiştir [20]. Nişasta granüllerinin SEM incelemelerinde 7-16 µm boyutunda pürüzsüz ve küresel bir yapıya sahip oldukları; asit hidrolizi sonrasında şeklin düzensizleştiği ve genişlediği, 11-22 µm boyutlarına ulaştığı fakat yapısal değişiklik olmadığı belirlenmiştir [50]. 9-42 µm arasında değişen dairesel ve oval nişasta granüllerinin elektron mikroskobu kullanılarak görüntülediği bir çalışmada granüllerin Tip A (büyük ve oval, çap ≥15 µm) ve Tip B (küçük ve küresel, çap <15 µm) olarak sınıflandırıldığı görülmüştür [13]. Başka bir çalışmada boyutların 10-16 µm arasında değiştiği ve şekillerin yuvarlak, oval ve çokgen olduğu bildirilmiştir [51]. Asit hidrolizi sonrası nişasta granüllerinin morfolojisinde önemli bir sapma olmamıştır. Son dönemde yapılan SEM analizleri sonucu nişasta granüllerinin elipsoitten ovale kadar düzensiz ve dairesel geometriler sergilediği, granüllerin yüzeyinin pürüzsüz ve çatlak izi olmadığı gözlenmiştir [8]. Başka bir çalışma ise nişasta granüllerinin 0.74-0.99 dairesellik; 0.39-0.96 yuvarlaklık ve 1.05-2.54 eliptik değerlerine sahip olduğunu göstermiştir, bu küresel ve eliptik şekillerin varlığını doğrulayan bir sonuçtur [6].

Ararot Rizomlarının Biyolojik Etkileri ve Çeşitli Alanlarda Kullanımları

Biyolojik Etkileri

Rizom ve rizomdan elde edilen ürünlerin antioksidan, immünoestimulan, anti-ülserojenik [9,16,17,24], antidiyareik [5,9,17,35], anti-inflamatuvar, antimikrobiyal [13-17] (antibakteriyal [9,16,52], antifungal [26], vibriosidal [9,24]), antidispeptik, antihipertansif, hipokolesterolemik, hipoglisemik [6,13], antikanser [32] ve hepatoprotektif [24] aktiviteleri rapor edilmiştir. Literatürde rizomların metanol ekstresi *in vitro* antioksidan ve antibakteriyal; etanol ekstresi *in vitro* antioksidan ve anti-inflamatuvar ve *in vivo* antioksidan ve prebiyotik; rizom infüzyonu hipoglisemik; rizomdan elde edilen nişasta antidispeptik ve *in vivo* anti-ülseratif; rizomlar hipoglisemik ve rizom tozu antidiyareik, immünomodülatör ve *in vivo* prebiyotik etkili bulunmuştur. Rizom tozu aracılı selenyum nanopartiküller anti-inflamatuvar, rizomunun şeker ekstresi prebiyotik, rizomdan elde edilen kurabiyeler (30 g/gün) immünomodülatör, rizom analog pirinç hipoglisemik ve antihipertansif, çıtır rizom gevreği (20 g/gün) antropometri, rizomun bütirillenmiş nişastası hipokolesterolemik, rizom çıtır gevrekleri (21 g/gün) antropometri ve rizom gevreği (20 g/gün) antihipertansif etkili bulunmuştur [16].

Antimikrobiyal ve Prebiyotik Etki

Genç rizomların antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir [12]. Rizomların ve rizomlardan elde edilen ürünlerin antimikrobiyal etkinliği birçok mikrobiyal suşa (*Staphylococcus aureus* [16,52], *Staphylococcus epidermidis* [16], *Escherichia coli* [16,53], *Clostridium perfringens* [53], *Streptococcus mutans*, *Salmonella* sp., *Bacillus cereus* [16], *Lactobacillus* sp. [16,53,54] (*L. acidophilus* [13,55], *L. plantarum* [34], *L. casei* [16] (rhamnosus ve shirota suşları)), *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* [16]) karşı test edilmiş ve etkili bulunmuştur. Rizomların Tinea Pedis'i tedavi etme etkisi antifungal aktivitesine bağlanmıştır [26]. Yapılan çeşitli araştırmalarda ararot rizom ekstresinden hazırlanan gümüş nanopartiküllerin *in vitro* olarak *S. aureus* ve *E. coli*'nin [16]; ararottan hazırlanan selenyum nanopartiküllerin *S. mutans*'in [16] ve rizomların metanol ekstresinin metisiline dirençli *S. aureus*'un büyümesini inhibe ettiği bildirilmiştir [52]. Ararot unu içeren diyet ile beslenen farelerde yapılan *in vivo* çalışmada *C. perfringens* ve *E. coli* popülasyonlarının kontrol grubuna göre fark önemsiz olmakla birlikte daha düşük olduğu bulunmuştur [53]. Ararot unu veya nişastası ilaveli

(%2.5 ve %5) yoğurtların kontrole göre daha yüksek bakteri inhibe etme potansiyeli olduğu gözlenmiştir. Ararot rizomu, *Oroxylum indicum* Vent türünün kabukları ve *Commelina benghalensis* L. türünün tamamını içeren bitkisel bir ilacın *S. epidermidis*'te biyofilm oluşumunu engellediği bildirilmiştir [16].

Probiyotikler bağırsakta sağlıklı mikroflorayı sürdürerek konakçıya fayda (anti-kanserojen aktivite, gıdaların iyileştirilmiş besin değeri, serum kolesterol seviyelerinin ve laktöz intoleransının azalması, bağışıklık sisteminin iyileştirilmesi ve normal insan bağırsak mikroflorasının dengede tutulması gibi) sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Bununla birlikte pH, metabolitler ve çözünmüş oksijen gibi çeşitli faktörler probiyotik organizmaların büyümesini ve hayatta kalmasını sınırlar. Probiyotik organizmanın normal insan mikroflorasının bir sakini olması ve üst gastrointestinal sistemden geçişte hayatta kalması gerekir. Bunun için organizma düşük mide pH'ına, safra tuzlarına, sindirim sırasında üretilen enzimlere ve metabolitlere dirençli olmalıdır. Prebiyotikler, probiyotiklerin hayatta kalmasını ve aktivitesini artıran seçici olarak fermente edilmiş bileşenlerdir [55]. Ararotta bulunan biyoaktif maddelerin potansiyel prebiyotik kaynağı olduğunu gösteren çalışmalar vardır [3,10,13,16,39,40]. Bazı araştırmalar sindirilemeyen oligosakkaritlerin gastrointestinal kanaldaki normal mikroflorayı arttırabilen prebiyotikler olduğunu ve böylece mikroflora tarafından oligosakkarit fermantasyonuna yol açabileceğini bildirilmiştir. Bu; kısa zincirli yağ asitlerini arttırır, intraluminal pH'ı düşürür ve bağırsak geçirgenliğindeki artışı inhibe eder, sonuç olarak patojenik bakterilerin bağırsak epitel bariyerinden geçmesini önler [56]. Ararotun fermente ürünlerden daha yüksek biyokütle elde etmek ve canlılıklarını korumak için kullanılabilen frukto-oligosakkaritler [16,55] ve zengin prebiyotik görevi gören çözünür diyet lifi içerdiği bilinmektedir [55]. Toz edilmiş rizom içeren yemle beslenen farelerde rafinoz, laktuloz ve stakioz varlığı gösterilmiştir. Bu sakkaritler, besinlerin emilimine yardımcı olan ve gastrointestinal sistemin kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerini iyileştiren prebiyotik etkili bileşiklerdir. Bu etki kısmen laktobasiller gibi faydalı mikroorganizmaların çoğalmasını uyararak meydana gelir [13]. Bu durum çok sayıda probiyotik mikroorganizmanın (*L. casei* (rhamnosus ve shirota suşları), *Lactobacillus* G3, G1 ve F1 suşları, *B. bifidum* ve *B. longum* vb.) büyümeyi desteklemek için ararotta bulunan şekeri kullanması ile açıklanır. *Lactobacillus* G3 ve *B. bifidum*'un artan büyümesi, bu probiyotiklerin *Salmonella* sp., *B. cereus* ve *E. coli* gibi patojenik bakterilerle savaşmasına ve patojenik bakteri popülasyonlarının azalmasına neden olur. Bir çalışmada ararot rizom ekstresi sıçanlarda *L. casei* rhamnosus suşu ile karşılaştırıldığında *E. coli*, *Salmonella* sp. ve *B. cereus*'un büyümesini sırasıyla 3.2, 1.5-3.9 ve 1.4-3.5 log CFU/ml azaltmıştır. Fakat ekstre uygulaması bittiğinde *E. coli* miktarının arttığı laktik asit bakteri miktarının azaldığı gözlenmiştir [16]. Başka bir çalışmada ise ararot tozunun *in vitro* olarak *Lactobacillus* sp. popülasyonlarını belirgin şekilde arttırdığı ve *E. coli*, *Bifidobacteria* sp. ve *C. perfringens* sayılarını azalttığı bildirilmiştir [26]. Ararotun suda çözünen karbonhidratlarının ekstraksiyonu ve probiyotik *L. acidophilus* üzerindeki prebiyotik etkisi araştırılmış ve sonuçlar ararot karbonhidratlarının hem damıtılmış su (9.34) hem de yağsız süt (9.01) ortamında kontrole (6.71) kıyasla *L. acidophilus*'un CFU'sunu önemli ölçüde ($p<0.05$) artırdığını göstermiştir [55]. Böylece suyla ekstre edilen ararot karbonhidratlarının, probiyotiklerin canlılığını koruyarak önemli prebiyotik etki gösterdiği ortaya konmuştur [13,55]. Ararot karbonhidrat ekstresinin yoğurtlardaki probiyotiklerin hayatta kalmasını arttırdığı da bildirilmiştir [55]. Ararot ekstresi eklenmiş yoğurt, ekstre eklenmemiş kontrole göre daha uzun süre ve daha yüksek *Lactobacillus* sp. popülasyonu içermiştir [54]. Ararot unu ile beslenen farelerin bağırsaklarındaki *Lactobacillus* sp. gibi yararlı bakteri popülasyonu standart diyetle beslenen kontrol gruplarına göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur [53]. Endonezya'da yapılan bir çalışmada iki tür laktik asit bakterisi (*L. casei* ve *L. plantarum*) kullanılarak taze ararot rizomu içeren yoğurt üretimi hedeflenmiştir. Elde edilen ürünün DPPH değeri %59.30-86.62, pH değeri 4.29-4.81, toplam laktik asit değeri %0.87-0.95 ve toplam laktik asit bakteri yoğunluğu 7.5×10^7 - 7.6×10^9 CFU/ml aralığında olup bu değerler Endonezya Ulusal Standardı 2981:2009 standart probiyotik içeriğine de uygundur [34].

Gastrointestinal Sistem Üzerine Etki

Anti-diyareik Etki

Rizomların ve rizomdan elde edilen ürünlerin (toz, un, nişasta) ishali ve ağrıyı tedavi ettiği

bilinmektedir [3,5,16,18,25,26,53]. İshal başta olmak üzere mide ve bağırsak rahatsızlıklarında geniş kullanımları vardır [57]. Rizomların tüketilmesi gastrointestinal sistemdeki probiyotik bakteri sayısını artırır ve gastrointestinal epitel hücrelerinin sağlığı üzerinde olumlu etki yapar [53]. Besleyici olmasının yanı sıra “mukus zarları üzerinde yatıştırıcı ve yumuşatıcı etkisi” olduğu kayıtlıdır [25,26]. Genç rizomlar mukusu bağırsak duvarından çıkarabilir, ishali tedavi edebilir, mide hazımsızlığı ve mide ekşimesi semptomlarını hafifletebilir [12]. Sıçanlarda ve salamura karideslerde 200 ve 400 mg/kg dozlarında metanol ekstresi anti-diyareik aktivite göstermiş ancak hafif sitotoksik etkide kaydedilmiştir [5]. İshal önleyici olarak etkinliğine yönelik bazı kanıtlar fareler üzerinde yapılan ve kolera toksininin neden olduğu net su salgısını azalttığını ortaya koyan laboratuvar çalışmalarına dayanır [25,26]. Rizomlardan elde edilen ararot ununun çok sayıda yararı bildirilmiş olup en iyi bilinenleri sindirim sistemi ile ilgili olanlardır ve genellikle mide ağrısını hafifletmek ve ishali tedavi etmek için kullanılır [35]. Yapılan bir pilot çalışmada ararot tozu (5 ml x 3) irritabl bağırsak sendromuna bağlı diyareye karşı 11 hastada test edilmiş ve hastalarda ishali azaldığı ve kabızlık üzerinde uzun vadeli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir [16,25,26]. Karın ağrısı hafiflemiştir. Ancak 1 hastada kötüleşen dispepsi, bir hastada ciddi kabızlık ve iki hastada orta dereceli kabızlık görülmüştür [16,25]. Ararot nişastası vücudun tahriş olmuş veya iltihaplı iç dokularını yatıştıran ve koruyan yatıştırıcı özelliklere sahiptir, bu nedenle bağırsak şikâyetlerinde verilir [38] ve ishal tedavisinde etkilidir [3]. Ararottan üretilen dirençli nişastanın glikozu daha düşük molaliteye sahiptir, bu sodyum emilimine ve ardından suyun gelmesine yol açarak daha küçük dışkı hacmine neden olur. Ararot nişastası çinko içerir ve çinko tüketimi sağlıklı bir gastrointestinal sistem ile ilişkilidir. İshalli olan çocuklara semptomları azaltmak için çinko tüketmeleri önerilmektedir [16]. Yapılan araştırmalarda ararot ampullerinin peptik ülseri tedavi etmede kullanılabileceği bildirilmiştir [5]. Dahası ararot lif bakımından zengindir, lif intrakolonik basıncı düşürür ve divertiküler hastalıkta yararlı bir rol oynar [7].

Anti-ülseratif Etki

Ararot rizomları glisemik indeksi düşük gıda kategorisine girdiğinden anti-ülser etkilidir [5] (Glisemik indeks aralığı: 14-32) [5,16,39]. Ararot nişastası mide ülserinin tedavisi ve gastrointestinal sistemin korunması gibi potansiyel tıbbi özelliklere sahiptir. Bu nişastanın ülser indüksiyonundan sonra sıçan midelerini iyileştirdiği bildirilmiştir [58].Yapılan bir araştırmada 30 gün boyunca günde 4 g/gün (x3) ararot nişastası alımıyla birlikte kızarmış ve baharatlı yiyeceklerden uzak durmak, uyku düzenlemesi ve stresten sakınmak, amlapita hastalarında semptomları önemli ölçüde azaltmış ve hastalarda belirgin kilo artışı gözlenmiştir [59]. Pilor ligasyondan önce 7 gün boyunca suda 1.100 mg/kg vücut ağırlığı ararot nişastası verildiğinde pilor ligasyonuna bağlı ülserasyonu olan sıçanlarda mide sıvısında %56.81 azalma, mide asiditesinde %48.44 azalma, mide pH'ında %27.14 artış, peptik aktivitede %45.53 azalma, toplam karbonhidrata %56.44 artış ve neredeyse normal gastrik mukoza histolojisi gözlenmiş olup ararot nişastasının gastrik ülserasyonu önleme etkisi olduğu bildirilmiştir. Bu sırada; vücut ağırlığı, toplam protein ve ülser indeksi gibi veriler kontrol ile karşılaştırıldığında bulunan farkın önemsiz olduğu da bildirilmiştir [60]. Ararotun anti-ülseratif etkisinin dirençli nişasta içeriğinden kaynaklandığı öngörülmekte olup nişasta, mide mukozasının kalınlığını arttırmış ve pro-inflamatuvar sitokinleri (IL-6, IL-12, tümör nekroz faktörü- α (TNF- α) ve IFN- γ gibi) inhibe etmiştir. Yapılan araştırmalarda dirençli nişastanın bağırsaktaki normal bakteri florasını veya probiyotiklerin sayısını arttırdığı ve böylece probiyotik bakterilerin *Helicobacter pylori* gelişimini engelleyerek gastrit oluşma sıklığını azaltabileceği bildirilmiştir [16].

Antioksidan ve Anti-inflamatuvar Etki

Ararot bitkisinin ve rizomlarının antioksidan [5,11,13,15,16,18,41] ve anti-inflamatuvar [12,16,32,61] aktiviteleri yapılan çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir. Literatüre göre taze rizom ekstresinin antioksidan aktivitesi (1.78 $\mu\text{g/ml}$) taze yaprak ekstresinin antioksidan aktivitesinden (0.27 $\mu\text{g/ml}$) daha yüksektir [5]. Rizomun metanol ekstresi alkaloidler, karbonhidratlar, kardiyak glikozitler, proteinler, amino asitler, terpenler, saponinler, flavonlar, flavanonlar, tanenler ve zamk [3,16,18]; kloroform ve petrol eteri ekstreleri kardiyak glikozitler, steroller ve saponinler; sulu ekstresi karbonhidratlar, kardiyak glikozitler, fenolik bileşikler [16,18], alkaloidler, terpenler, saponinler [10,16] ve reçine [16,33] içerir. Ararot rizomunda bulunan biyoaktif bileşikler hidrojen peroksit (H_2O_2), nitrik

oksit (NO), 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) [13,32] ve 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiyozolin-6-sülfonik aside (ABTS) [16,32] karşı antioksidan aktivitelidir. Serbest radikaller tarafından üretilen oksidasyon ararot nişastası tarafından önlenir ve vücut hücreleri uzun vadede diyabet, hipertansiyon, kalp ve damar hastalıkları ve çeşitli kanserler gibi hastalıklara yol açan reaktif oksijen türlerine (ROS) karşı korunur [41]. Yani ararotta bulunan antioksidan etkili bileşikler ROS'un neden olduğu hasarı önleyebilir ve anti-inflamatuvar ajan olarak kullanılabilir [32]. Rizomların etanol ekstresinin antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada DPPH, ABTS, H₂O₂ ve NO radikallerine karşı IC₅₀ değerleri sırasıyla 293.4, 297.4, 336.1 ve 258.7 µg/ml olarak bildirilmiştir. İndirgeme gücü ve FRAP değerleri ise numunenin artan konsantrasyonları birlikte artmıştır. Antioksidan etki BHA ile benzerdir [11,16]. Başka bir çalışma, rizomların metanol ekstresinin *in vitro* olarak DPPH serbest radikallerine karşı C vitamini ile karşılaştırıldığında ve ABTS serbest radikallerine karşı Trolox ile karşılaştırıldığında IC₅₀ değeri C vitamini ve Trolox'dan yüksek olmasına rağmen antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir [16]. Siçanlarda etanolün neden olduğu karaciğer hasarında oksidatif stres biyo-belirteci MDA ve hepatik hücre hasarı biyo-belirteçleri SGOT ve SGPT'nin kandaki konsantrasyonları negatif kontrol fareleriyle karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur. Bu, rizom ekstresinin oksidatif stresi azaltma ve böylece hepatik hücrelere verilen zararı en aza indirme kabiliyetinin bir göstergesidir [34,62]. Bununla birlikte; atıştırılabilir olarak günde 20 mg ararot çıtır gevreği tüketen Tip 2 diyabetli 14 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada süperoksit dismutaz antioksidan enzim konsantrasyonunda artış tespit edilememiştir. NO artışı inflamasyonu sınırlayabilir ve ateroskleroza önleyebilir, fakat bu çalışmada NO'da da herhangi bir değişiklik tespit edilememiştir [16,63]. Rizom tozundan elde edilen etanol ekstresi kırmızı kan hücrelerinin membran stabilizasyonundaki artışla kanıtlanmış olan anti-inflamatuvar özelliklere sahiptir [16]. Ararot rizomları ile uyarılan selenyum nanoparteküllerin diklofenak ile karşılaştırıldığında anti-inflamatuvar özelliklerinin olduğu gösterilmiştir [57]. Akut inflamasyonda biyo-belirteç proteinlerden biri olan C-reaktif protein (CRP) konsantrasyonu inflamasyonda veya enfeksiyon alanlarında 1000 kata kadar artabilir [16]. Yapılan bir çalışmada ortalama 1.500 kkal diyet tüketen ve öğünler arasında ararot, tatlı patates, cassava ve kabak içeren bir atıştırılabilirliği dört hafta boyunca günde 32 g kadar tüketen Tip 2 diyabet hastalarında CRP konsantrasyonunda önemli bir düşüş görülmüştür [61].

Diyet ve Beslenme Üzerine Etki

Ararot rizomlarının diyet ve beslenme üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir [1,12,13,26,35,40,57]. Rizomlar hazımsızlık tedavisinde kullanılır [13,40]. Genç rizomlar kilo kaybını destekler [12]. Olgun rizomlarda beta-karoten, niasin ve tiamin ile birlikte nişastalı karbonhidratlar bulunur, böylece soyulup pişirildiğinde iyi sindirilebilir ve çok besleyici bir gıda haline gelir [23]. Rizomlar sindirim sistemine iyi gelen karbonhidrat ve lif (çözünür lif ve çözünmeyen lif) bakımından zengin olduğundan ararot nişastasının ekonomik ve sağlık değeri yüksektir [5]. Ararot nişastasının lif formu diğer nişasta türlerine göre daha kısadır, bu nedenle nişasta %84.35 sindirilebilirlik ile kolayca sindirilebilir [23]. Çözünür lif gıda hacmini artırır, gıdanın kalınlaşmasına yol açar ve mide boşalmasını engelleyerek kişinin tok hissetmesini sağlar. Bu tokluk kişinin yemek istememesine veya yemek alımını sınırlamasına neden olur. Çözünür lif karbonhidrat ve yağ emilimini engeller [32]. Ararot yağ emiliminin azaltan dirençli nişasta içerir [32], bu nişastanın emilimi zordur ve kolonda fermantasyona uğrayarak kısa zincirli yağ asitlerini artırır [16]. Bu durum dolaylı olarak kalori alımını azaltır [32]. Dirençli nişasta tüketimi azalmış vücut yağı ve anti-obezite ile ilişkilendirilir [16,58]. Dirençli nişasta tüketiminin diğer faydaları arasında safra taşlarını önleme, kilo verme ve kalsiyum, magnezyum, çinko, demir ve bakır gibi minerallerin emilimini artırma sayılabilir. Ararot tüketimi bağırsak tarafından emilen kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırarak sodyum gibi elektrolitlerin emilimini uyarır ve sıvıların emilimine yardımcı olur [16]. Ararot; gembili (GI: 90), kimpul (GI: 95), ganyong (GI: 105) ve tatlı patates (GI: 179) gibi diğer rizomlu bitkilere kıyasla [23] daha düşük glisemik indekse (GI aralık: 14-32) sahiptir [5,16,39]. Ararottan elde edilen unlu ürünler düşük glisemik indeksli olduğundan sindirimi kolaydır [5,35]. Modifiye ararot nişastasından yapılan kurabiyelerin glisemik indeksi 31, buğdaydan yapılan kurabiyelerin glisemik indeksi 44'tür. Modifiye ararot nişastasından yapılan kurabiyeler buğdaydan yapılan kurabiyelere göre daha yüksek amiloz, toplam diyet lifi ve dirençli nişasta içermektedir [23]. Ararot nişastası yüksek sindirilebilirliği nedeniyle nekahet döneminde olan veya

organik zayıflığı olan çocuklar [8], bebekler [16,18,23,57], yaşlılar ve sindirim sorunu olan bireylerde [1,20,48] besleyici gıda olarak kullanılır. Ararot düşük glisemik indeksi nedeniyle otizm ve down sendromlu çocuklar için gıda olarak kullanılabilirken diyabet ve kalp hastalığı gibi dejeneratif hastalıkları önlemek için de kullanılabilir [23]. Ararot yumuşaktır, bu da onu özellikle mide bulantısı hisseden insanlarda nötr diyetler için uygun hale getirir [10,40]. Mükemmel bir protein kaynağı olan ararot [35]; buğday, yulaf, çavdar ve arpanın aksine [45] gluten içermez [5,15,35,45], bu da gluten intoleransı olanlar için gluten içeren ürünlerin yerini alma potansiyeline sahip olduğu anlamına gelir [20,45]. Ararot unu gluten duyarlı kişiler için dost olmanın yanı sıra glikoz ve lipitleri normal sınırlar içinde tutmaya da yardımcı olabilir. Bu nedenle özellikle glikoz ve lipit profillerini yönetmekte güçlük çeken kişilerde fonksiyonel gıda olarak kullanılabilir [5]. Ararotun tüm bu olumlu özelliklerine rağmen (kolay jelleşme kapasitesi, dirençli nişasta içermesi, gluten içermemesi, tıbbi özellikleri ve yüksek sindirilebilirliği gibi) insan diyetine girmesi için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır [26].

Hipokolesterolemik Etki

Ararotun hipolipidemik etkisi çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir [13,16,18,61,63]. Ararotta bulunan fitokimyasallar antioksidan etkili olup ksantin oksidaz enzimlerini inhibe edebilir, bu da LDL oksidasyonunu yavaşlatır ve ateroskerozu önler [13,16]. Ararot rizomu düşük glisemik indeksi nedeniyle anti-kolesterol özellik gösterir [5]. Rizomlar safra asidine bağlanabilen çözünür lif içerdiğinden kolesterol seviyelerini düşürebilir. Safra asidi bağlanması, asit veya safra tuzunun enterohepatik dolaşıma yeniden emilimini önler; bu da büyük miktarda safra asidinin dışkı yoluyla atılmasına neden olarak vücuda giren kolesterolü azaltır. Lif tüketimi ayrıca glikoz emilimini engeller böylece insülin seviyelerinin düşmesine neden olur. Azalan insülin seviyeleri, kolesterol sentezlemek için 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A redüktaz enzimini inhibe eder. Sindirilmemiş çözünür lif kolona geçer burada bakteriler tarafından asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitlerini oluşturmak için fermente edilir. Propiyonat ve asetat emilerek hepatik portal vene girer, böylece hepatik hücreler tarafından kolesterol sentezi inhibe edilir [16]. %100 buğday unundan yapılan kek ve AIN-93 standart sıçan diyeti uygulanan kontrol grupları ile karşılaştırıldığında 28 gün boyunca %100 bütirillenmiş ararot nişastasından yapılan kekle beslenen sıçanlarda toplam kolesterol, LDL kolesterol ve trigliserit seviyelerinde önemli bir düşüş ve HDL kolesterol seviyesinde bir artış gözlenmiştir [16]. Bir ay boyunca günlük 1.500 kkal diyetle kombine atıştırılabilir olarak ararot cipsi (20 mg/gün) tüketen 14 Tip 2 diyabet hastasında cips içermeyen diyetle beslenenlere göre önemli kilo kaybı; vücut kitle indeksinde düşüş; toplam kolesterol düzeyinde önemsiz bir azalma ve trigliserit seviyesinde dikkate değer artış görülmüştür [63]. Başka bir çalışmada Tip 2 diyabet hastalarına verilen ararot ve *Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill karışımı atıştırılabilir HDL olmayan kolesterol seviyelerini ve aterosklerik indeksi düşürdüğü bildirilmiştir [61]. Bir diğer çalışmada ise *Lactobacillus fermentum* ve *Lacticaseibacillus casei* ile fermente edilen 12 saat inkübasyon sonunda hazırlanan ararot rizomu içeren yoğurdun sıçanlarda toplam kolesterol seviyesini düşürebileceği gösterilmiştir. Ayrıca ararotun *L. fermentum* ve *L. plantarum* ile fermentasyonu toplam kolesterol düzeylerini düşürmüştür. *L. fermentum* içeren yoğurdun kolesterol düşürücü etkisinin simvastatin etkinliğinden daha yüksek olduğu da yapılan araştırmalarda bildirilmiştir [34].

Hipoglisemik Etki

Glisemik indeks 55'in altındaysa bu düşük kabul edilir. Ararot rizomları düşük glisemik indeksleri nedeniyle diyabet hastalarına önerilmektedir. Glisemik indeksi düşük besinler glikoz emiliminin düşük olduğunu gösterir, böylece kan şekerini düşürür. Ayrıca ararot yavaş sindirimi indükleyen (120 dakikadan uzun) ve mide enzimlerine dirençli olan dirençli nişasta içerir [16]. Düşük glisemik indeksi ararotu diyabet tedavisi için yararlı doğal bir gıda ikamesi haline getirmiş ve birçok hastanın kan şekeri diyetinde ev ilaçlarının bir parçası olarak önerilmesine neden olmuştur [26]. Beslenme üzerine olumlu etkileri diyabet hastaları için modifiye edilmiş gıda üretiminde kullanımının önünü açmıştır [39]. Ararot unu ile hazırlanmış taze eriştelere düşük glisemik indeksi nedeniyle saf buğday unundan hazırlanmış eriştelere yerine tavsiye edilir. Ararot unundan yapılan bisküviler buğday unundan yapılan bisküvilere kıyasla daha düşük glisemik indekse sahiptir. %70 ararot ve %30 kırmızı fasulyeden yapılan atıştırılabilir glisemik indeksi 25 olarak hesaplanmıştır. %20 pedada unu ve %80

ararot unundan yapılan bisküvilerin glisemik indeksi tatlı patates, patates ve cassava nişastasından daha düşük bulunmuştur [16]. %15 ararot unu, %15 *Setaria italica* (L.) P.Beauv., %30 kırmızı barbunya, %18 margarin, %10 maltitol ve %12 yumurta sarısı içeren düşük glisemik indeksli (36.7) atıştırmalıklar diyabet hastaları için önerilmiştir [39]. Streptozotosin ile indüklenmiş diyabetik sıçanlara 28 gün boyunca uygulanan 120 mg/kg vücut ağırlığı ararot rizom infüzyonu, kontrol gruplarına kıyasla önemli ölçüde daha düşük kan glikoz seviyeleri ve önemli ölçüde daha yüksek insülin seviyeleri göstermiş; diyabetik fare modelleri de sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında hiçbir farklılık gözlenmemiştir. Alloksan monohidrat ile indüklenmiş farelere 20 hafta boyunca ararottan elde edilmiş analog pirinç verildiğinde glikoz seviyesinde %18.97 oranında düşüş gözlenirken IR64 pirinci verildiğinde %39.18 artış gözlenmiştir [16]. 30 gün boyunca atıştırmalık olarak günde 20 mg çıtır ararot gevreği tüketen Tip 2 diyabetli 14 hasta incelenmiş ve kan şekeri seviyelerinde herhangi bir düşüş olmadığı bildirilmiştir [63]. Ararot, *D. esculenta*, cassava ve balkabağından yapılan lif açısından zengin bir atıştırmalık tüketen (4 hafta, 32 g/gün) ve günlük 1.500 kkal'lık kısıtlı bir diyet uygulanan diyabet hastalarında açlık kan şekeri seviyesinde veya glikoz bağlanmış hemoglobinde azalma olmadığını bildirilmesi gibi bazı zıt sonuçlara da ulaşılmıştır [61]. Fakat bu durumun bildirilmeyen ve yalnızca kalori alımı için sınırlandırılan diğer yiyeceklerden kaynaklandığı düşünülmüştür [16].

İmmünomodülatör Etki

Yapılan bir çalışmada ararot rizomlarından elde edilen sulu ekstre immüno stimulan etkisi için *in vitro* olarak hayvan hücre kültüründe ve *in vivo* olarak BALB/c farelerde ve IgM üretim stimulan aktivitesi için insan hibridom HB4C5 hücrelerine ve fare splenositlerine karşı test edilmiştir. HB4C5 hücreleri tarafından IgM üretimini ve splenositler tarafından immünoglobulin (IgG, IgA ve IgM) üretimini *in vitro* olarak uyardığı gösterilmiştir. Ayrıca ekstre splenositlerin interferon γ üretimini önemli ölçüde arttırmıştır [16,40]. *In vivo* çalışmalar ekstre içeren diyetle beslenen farelerde serum IgG, IgA ve IgM değerlerinin arttığını göstermiştir [13,16,40]. Böylece ararot ekstresinin *in vitro* ve *in vivo* olarak immüno stimulan etkili olduğu gösterilmiştir [16,26,40]. Ararotunun immünomodülatör etkili olduğu da bildirilmiş [39] fakat bir çalışmada atıştırmalık olarak ararot unundan yapılan kurabiyeleri yiyen çocukların dışkılarındaki IgA konsantrasyonunda herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Ararottan elde edilen dirençli nişasta 4 hafta boyunca sıçanlara uygulanmış ve sonuçta artmış immünoglobulin A serumu ve mezenterik lenf düğümlerinde daha yüksek bir CD4T hücre popülasyonu gözlenmiştir. Ararotun immünomodülatör etkisi içerdiği antioksidan etkili fenolik, flavonoit, C ve E vitaminleri ve metabolizmayı destekleyen ve bağışıklığı geliştiren karbonhidrat, protein, mineral ve vitamin içeriğinden ileri gelmektedir. Prebiyotik etkili olan ararot kısa zincirli yağ asitlerinin fermantasyonunu artırır. Bu yağ asitleri bağışıklık hücreleri için enerji kaynağı olarak işlev görebilir dahası nötrofiller, dendritik hücreler, makrofajlar ve T-lenfositler gibi bağışıklık hücrelerinin farklılaşmasını, onarılmasını ve aktivasyonunu düzenleyebilir [16].

Antihipertansif Etki

Ararot kan akışını yumuşattığından ve çeşitli sağlık koşullarında kan basıncını koruduğundan homeopatide enfeksiyonları tedavi etmek için doğal bir tedavi olarak kullanılmıştır. Ayrıca kan dolaşımını ve metabolizmayı iyileştirmeye yardımcı olan fosfor, sodyum, potasyum, magnezyum, demir, kalsiyum ve B vitamini içerir [26]. Ararot iyi bir potasyum kaynağıdır ve potasyum kalp atış hızını ve kan basıncını düzenlemeye yardımcı olan hücre ve vücut sıvılarının önemli bir bileşenidir [7]. Ararotun kilo kaybı potansiyeli anjiyotensinojeni serbest bırakabilen adipositlerin sayısında azalmaya neden olur. Atıştırmalık olarak ararot çıtır gevreği tüketen Tip 2 diyabet hastalarında yapılan bir araştırmada anjiyotensin II seviyesinde ve sistolik ve diyastolik kan basıncında anlamlı olmamakla birlikte bir düşüş gözlenmiştir. Dört hafta boyunca ararot rizomlarından yapılan yapay pirinçle beslenen hipertansif fareler üzerinde yapılan araştırmalar, kontrole kıyasla (IR36 pirinci verilen fareler) sistolik kan basıncının normale düştüğünü göstermiştir. IR36 pirinci ile karşılaştırıldığında yapay pirincin daha fazla fenol içerdiği bunun da endotelial nitrik oksit sentaz oluşumunu engellediği ve böylece NO'yu artırdığı bildirilmiştir. NO'nun kan basıncını düşürmek için damar genişletici görevi gördüğü düşünülmüştür [16].

Antikanser Etki

Yapılan bir çalışmada, sıçanlarda dimetilbenz(a)antrasen'in indüklediği meme kanserine karşı diyetle alınan ararotun etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçları, ararot içeren beslenmenin sıçanlarda meme kanseri riskini azalttığını göstermiştir. Ararotun, anahtar otofaji proteinlerini toplayacak ana başlatıcı olan Beclin 1'i indükleyerek anti-proliferatif ajan görevi gördüğü tespit edilmiştir. Bu çalışma, ararotun meme kanserine karşı kemopreventif ajan olarak potansiyelini vurgulamıştır [32]. Ararotun zengin lif içeriğinin de kolon kanseri riskini azaltmada rol oynayacağı belirtilmiştir [7].

Diğer Tıbbi Etkiler

Genç rizomlar yara iyileştirici etkiye sahiptir [12]. Rizomlar demir (III) çözünürlüğünü arttırabilir, böylece demir eksikliği anemisi için alternatif bir tedavi olarak kullanılabilir [16]. Dolaşımı iyileştirerek konjestif kalp yetmezliği gibi kalp rahatsızlıklarını önler. B vitamini ve demir açısından zengin olduğundan bebek sağlığını desteklemek, fetal malformasyon ve anormallik olasılığını azaltmak amacıyla hamileler tarafından tüketilmesi tavsiye edilir [26]. Antibakteriyal, antifungal ve anti-inflamatuvar özelliklerinden dolayı üriner sistem hastalıkları [13,18,26], atlet ayağı tedavisi [26,57] ve diş hekimliğinde ağızla ilgili sorunlar, diş eti iltihabı ve ağız ağrısı tedavisinde ve şişliği azaltmada kullanılır; ağız ve diş eti mukoza zarlarını yatıştırabildiğinden ağızla ilgili hastalık belirtilerinin iyileşmesini destekler. Ararot tozu bilinen hiçbir yan etkisi olmaksızın diş beyazlatma özelliğine sahiptir. Gargara olarak kullanıldığında antibakteriyal özelliği nedeniyle çeşitli bakteri suşlarının etkinliğini baskılar [26]. Ararot nişastasının ilaç yapımında kullanılabilmesi bildirilmiştir [14]. İlaç hazırlamada yaygın olarak kullanılan bir polimer olan sodyum karboksimetilselüloz ile karşılaştırıldığında yardımcı madde olarak kullanılabilmesi görülmüştür [13]. Baryumlu yemeklerin ve tabletlerin hazırlanmasında önemli bir bileşendir [10,11].

Gıda Endüstrisinde Kullanım

Gıda endüstrisinde nişastanın çeşitli gıda türlerinde jelleştirici ve koyulaştırıcı olarak yaygın kullanımı yeni doğal nişasta kaynaklarının arayışına yol açmıştır [42]. Ararot iyi bir nişasta kaynağı olarak kabul edilir; fiziksel özellikleri ve karakterizasyonu gıda endüstrisinde çeşitli uygulamalara uygun olduğundan [45] hammadde ve ek malzeme olarak geliştirilme ve modifiye edilme potansiyeline sahiptir [16]. Ararot nişastası ile hazırlanan yiyecekler yüksek *in vitro* ve *in vivo* sindirilebilirlik aralığındadır (%30.07-95.7) [13,40]. Yüksek sindirilebilirlik hazırlanan gıdada nişasta retrogradasyonu ile ilişkilidir [13]. Retrogradasyon faktörü çiğneme ve yutma aşamasında gıda çekiciliği ile tanımlanır [13]; yumuşaklık, sertlik ve gevreklik hissi sağlar [13,45]. Ararot nişastası macun ve jellerdeki özel nitelikleri nedeniyle dikkat çekicidir. Yüksek amiloz içeriği daha iyi yapılandırılmış jeller ve macunlar sağlarken, yüksek amilopektin içeriği daha yüksek viskoelastikiyete sahip malzemeler sağlar. Ararot nişastası yüksek su tutma kapasitesine, yüksek lipit absorpsiyon indeksine, orta derecede jelatinleşme sıcaklığına ve orta derecede macun stabilitesine sahiptir [13]. Yapılan çalışmalarda cassava ve tatlı patates nişastalarına ararot nişastası eklenmesinin ticari gıda ürünlerinde jel stabilitesini geliştirdiği bildirilmiştir [5]. Beyaz, kokusuz ve tatsız olduğundan koyulaştırıcı madde olarak pişirmede kullanılır [5,18,57]. Suda kaynatıldığında şeffaf, kokusuz, tadı hoş bir jöle verir [9]. Berraklık ve şeffaflık özellikleri avantaj olarak tanımlanır [13]. Renk özellikleri tek tip renkli gıda ürünlerinde (dondurmalar, meyve suları ve şekerlemeler gibi) uygulanabilirliğini kolaylaştırır [6]. Bu şekilde gıda endüstrisinde çok sayıda uygulamada kullanılmakla birlikte çeşitli uygulamalar için potansiyel oluşturmaktadır [2,4,6,8,13,14].

Rizomlarda karbonhidrat miktarı yüksek olduğundan pirinç ve buğday gibi temel gıdalara alternatif olabilir [16]. Şekerleme ve bisküvi yapımında [3,10,11] ve bebek maması hazırlanmasında kullanılır [3,10-12,15]. Yüksek lif içeriği ve antioksidan etkili bileşiklerin varlığı ararot ununu fonksiyonel gıdaların gelişimi için önemli bir kaynak haline getirmiştir [16]. Kolayca sindirilebildiğinden genellikle çocuklar için hazırlanan ekmek ve bisküvilerde [35] ve ayrıca kurabiye ve unlu mamullerde kullanılır [15,39,58]. Ararot unu kurabiye, bisküvi, kek, tatlı ve benzeri gıdaların yapımında kullanılan diğer malzemelerle karıştırılabilir [21]; soya veya kabak ile birlikte bebekler için tamamlayıcı gıda olarak geliştirilebilir [16]. Bazı gıda müstahzarlarında koyulaştırıcı ve dengeleyici

olarak ve tedavi amaçlı kullanılır [8,19,20]; mutfaklarda çorba, sos, salata sosu ve et suyu sosu hazırlamada kullanılır [7]. Ararot nişastası; çorbalar, tatlılar, pudingler, soslar, kurabiyeler, şekerleme, bisküvi, kek, jöle, yulaf lapası yapımında, turta dolgusunda ve diğer unlu mamuller gibi birçok gıdada koyulaştırıcı olarak sıklıkla kullanılır [5,7-9,14,15,38,40,45]. Dondurmada kristalleşmeyi önleyici etkisi vardır [15]. Çocuklar ve diyet kısıtlamaları olanlar için kolayca sindirilebilir bir besindir. Ararot nişastasının glüten içermemesi onu unlu mamullerde buğday ununun yerine ideal hale getirir [38] ve özel bisküvi ve fırın ürünlerinin hazırlanmasında kullanılır [15]. Ararot nişastasının ekstrüzyonla pişirilmesi çok iyi genleşme, renk ve daha düşük sindirilebilirlikle sonuçlanan ürünler verir; bu ürünler atıştırmalık yiyecek olarak tüketime uygundur [38]. Ararot nişastası alerjen içermediğinden ve sindirimi yatıştırdığından bebekler için uygundur. Ararot bisküvileri ısırmayı zor olduğundan, boğulma tehlikesi olmayacağından ve sentetik veya plastik olmadığından bebeklere dış çıkarma sürecinde verilebilir [26]. Ararot nişastasından şeker elde etme amaçlı yapılan bir çalışmada ararot nişastası bazlı kristal şeker elde edilmiş, şekerin verimliliği ve kalitesinin kullanılan şeker üretim yöntemine bağlı olduğu bildirilmiştir [23]. Yapılan bir başka çalışmada, buğday-ararot ekmeği homojen ve görsel olarak kontrol ekmeğine (buğday ekmeği) benzer bulunmuştur. %30 ararot nişastası ile üretilen ekmeğin kontrol ekmeğine benzer bir iç sertlik ve hacim sergilemiştir [45]. Taze ekmeğin üretiminde daha fazla ararot unu ilavesinin ham lif ve karbonhidrat seviyelerini arttıracığı, ararot ununun taze ekmeğin gibi gıdaların üretiminde yaklaşık %10-30 oranında katkı maddesi ile karışım olarak kullanılabilmesi ve ekmeğin yapımında yaygın olarak kullanılan buğday ununun yerine geçebileceği bildirilmiştir [21]. Bu nedenle buğday ununun yerini alma potansiyeli vardır [4,5,19]. Endonezya'da yapılan bir çalışmada ararot nişastası kullanımının buğday unu ithalatını yılda 3 milyon tondan fazla azaltacağı bildirilmiş olup geliştirilmesine ve yetiştirilmesine öncelik verilmiş [19] ve Endonezya hükümeti tarafından Endonezya'da geliştirilmesi/ekilmesi öncelikli gıda ürünlerinden biri olarak ilan edilmiştir [5,23].

Kozmetik Endüstrisinde Kullanım

Ararot tozu ve nişastası kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır [17,26,51]. Birçok kozmetik preparatın içeriğinde yer alır. Cildi besleyen, yağlanmayı azaltan, iltihaplanmayı ve tahrişi önleyen özelliklere sahiptir. Cilde hafif, yumuşak, ipeksi bir görünüm ve serinleme, kuruma ve tazelenme hissi verir. Aydınlatıcı, matlaştırıcı ve cildi yatıştırıcı etkisi nedeniyle yağlı, akneli ve hassas cilt tiplerine uygun krem ve losyonların hazırlanmasında kullanılır [17]. Teri ve nemi emme kabiliyeti nedeniyle koku giderici vücut tozlarında [17] ve ayrıca yüz pudralarında yer alır [15]. Tüm cilt tipleri için uygundur ve özellikle hassas ciltlere karşı naziktir, bu nedenle bebek ve yaşlı cilt bakım ürünleri için idealdir. Yapılan bir çalışmada Carbopol 934 ve ararot tozu (1:5) ile hazırlanan kozmetik jelin akne tedavisi ve cilt gençleştirme amaçlı ideal bir jel olduğu bildirilmiştir [17]. Ararot nişastası derma farmasötik bileşime sahiptir. Glikozitlerin varlığı dolaşım problemlerini iyileştirme gücünü gösterir. Flavonoidlerin varlığı nedeniyle iyi bir antispazmodik, anti-kanserojen ve bağışıklık uyarıcı özelliklere sahiptir. Bu bileşim; onu iyi bir nem emici yapar, yatıştırıcı etkilidir ve derine nüfuz etmeye izin verdiği için cilt üzerinde kullanmak güvenlidir [26].

Diğer Endüstrilerde Kullanım

Nişasta; farmasötik, kozmetik [51], gıda, tekstil, kâğıt [2,15], yapıştırıcı ve sabun sanayiinde [15] yaygın olarak kullanılmaktadır. Ararot nişastasının eczacılık, hijyen ürünleri, çevre yönetimi, tarım, biyomedikal mühendisliği ve biyoyakıt üretimi gibi alanlarda uygulamaları mevcuttur [2]. Nişasta, biyolojik olarak parçalanamayan plastiğin yerini alabilecek olası yeşil kaynak olarak ortaya çıkmıştır [14]. Düşük amiloz içeriğine sahip numunelerin yapısal ve absorpsiyon özelliklerini iyileştirdiği ve bebek bezleri, yetişkin pedleri ve ayrıca klinik pansumanlar gibi süper emici materyaller üretmek için kullanılabilmesi bildirmiştir [8]. Ararot nişastasının hidrojel üretimi için potansiyeli vardır. Günümüzde su tutma kapasitesi, geçirgenlik ve sızma gibi toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için özellikle yapısı zayıf ve kuraklıktan etkilenen topraklarda kullanılmaktadır. Hidrojel bitkilerde su ve besin kullanımının artması, uygun ortam yaratma ve daha iyi bitki büyümesi ve verimi için besleyici rizosferik mikro-ortam için potansiyel bir teknolojidir [14].

Biyopolimer ve biyokompozit endüstrilerinde kaynak olarak kullanılmaya potansiyeline sahiptir [4,46]. Yüksek amiloz içeriği nedeniyle ararot nişastası, özellikle mekanik dayanıklılık ve bariyer

özellikleri açısından iyi teknik özelliklere sahip filmler yapmak için kullanılabilir. Nişastadaki yüksek amiloz miktarı film çözünürlüğünü azaltır ve film bütünlüğünü geliştirir [8,14,42,48,49,58,64,65]. Böğürtlen posasının ararot nişastasına katılması ile yenilebilir filmlerin oluşturulması sağlanmıştır [14].

Ararot nişastasının yanı sıra atık rizom lifi de endüstride çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Nişasta eldesi sırasında büyük miktarda atık ararot lifi oluşur [8]. Ararot lifinin boyu kısa sert ağaç liflerine benzer ve çapı çok daha küçüktür [8,14,66]. Bu lifin yırtılma direnci yüksektir [14]. Bu nedenle kâğıt mendil, ince kâğıt, karton [14,8], ambalaj kâğıdı ve çanta gibi yırtılmaya dirençli kâğıt yapımına uygundur [8,14,66]. Bilgisayarlar için üretilen karbon içermeyen kâğıtların üretiminde kullanılır [15]. Ararot, biyolojik olarak parçalanabilirliği nedeniyle biyomateryal oluşturmak için doğal lif kaynağı olarak kullanılır [14,34,67]. Ararot rizomları hidrofiliktir. Ararot lifini polilaktik asit ile birleştirerek, lifin biyolojik olarak parçalanabilirliği uzatılabilir. Ambalaj malzemeleri, biyolojik malzemeler ve tarımsal kullanımlarda liften yararlanılabilir [14]. Biyomedikal malzemelerde yararlı uygulamaları vardır [34]. Tarım endüstrisinde, sindirimi ve üretimini iyileştirmek için sığır yemi olarak kullanılır [26,68]. Yeşil gübre olarak değerlendirilebilir [15]. Önceden jelatinleştirilmiş form, petrol sahası hizmetlerinde sondaj sıvılarını kalınlaştırmada kullanılır [26]. Kahverengi pembe yaprakları nedeniyle süs bitkisi olarak yetiştirilir [15].

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu derleme çalışmada, günümüzde büyük ekonomik değeri olan, çeşitli endüstrilerde uygulama potansiyeline sahip Ararot (*M. arundinacea*) türünün botanik özellikleri, yayılışı, geleneksel kullanımı, rizomların kimyasal içeriği ile birlikte rizom ve rizomlardan elde edilen ürünlerin (un, nişasta ve toz) biyolojik etkileri ve çok çeşitli kullanım alanlarına ilişkin bilgiler bilimsel verilere dayandırılarak incelenmiştir.

M. arundinacea türü yüksek nişasta içerikli yenilebilir silindirik rizomlara sahiptir [2-5,8,11,12]. Bitki tropikal Amerika'nın yerlisidir [3,7,11,18,22]. Meksika, Orta Amerika [4,5,10], Latin Amerika [13], Batı Hint Adaları ve Güney Amerika'ya [5,10] özgüdür. 17. ve 18. yüzyıllarda Asya'nın çoğuna yayılmıştır [4], Afrika'da da görülür [13]. Türün geleneksel gıda hazırlamada ve geleneksel tıpta kullanımı vardır [10,18]. Tarihi seramik kalıntılarda bulunan nişasta granülleri Kolomb öncesi insanların besinlerinde ararot nişastası kullandıklarını göstermiştir [13]. Rizomların halk tıbbında yatıştırıcı, kızarıklık giderici, anti-inflamatuvar ve antiseptik [15] olarak ve ayrıca ishal, dizanteri ve kolit [24] tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir.

Ararot rizomları alkaloidler, karbonhidratlar, kardiyak glikozitler, proteinler, amino asitler, terpenler, saponinler [3,10,12,13,18,24,32], flavonoidler [10,13,16,18], reçineler [33], tanenler [16], zamk [10,16,18], lignin, antrakınonlar [34] ve steroller [3,10,13,18] içerir. Rizomlar yüksek kaliteli karbonhidrat [5,13,15,18,23,32] ve diyet lifi içerir [12]. Karbonhidrat bileşiminin çoğu nişastadır [2,3,7,14,19,40]. Ayrıca iyi bir protein kaynağıdır [12,35]. Ararot unu triptofan, treonin, izolösin, lösin, lizin, metionin, sistein, fenilalanin, tirozin, valin, arjinin, histidin, alanin, aspartik asit, glutamik asit, glisin, prolin ve serin amino asitlerini içerir. Rizomlar potasyum, demir, manganez, bakır, kalsiyum, klor, fosfor, magnezyum, çinko [36,37] ve B grubu vitaminleri içerir [7,37].

Rizom ve rizomdan elde edilen ürünlerin antioksidan, immünostimulan, anti-ülserojenik, antidiyareik [9,17], anti-inflamatuvar, antimikrobiyal [16], antidispeptik, antihipertansif, hipokolesterolemik, hipoglisemik [6,13], antikanser [32] ve hepatoprotektif [24] aktiviteleri rapor edilmiştir.

Ararot nişastası mükemmel sindirilebilirlik, nispeten düşük sıcaklıklarda jelatinleşme kapasitesi [22] ve iyi özelliklere sahip filmler geliştirmek için gerekli olan yüksek amiloz içeriği gibi özel fizikokimyasal özellikler [8,20,22] ve kana uyum sağlama, çok yönlü, zehirsiz, ekolojik ve biyo-birikimli olma gibi birçok avantaja sahiptir [8,14]. Ararot nişastası fizikokimyasal özellikleri ile mısır, cassava, buğday ve patates nişastaları ile rekabet edebilecek durumdadır [49].

Ararot nişastası fiziksel özellikleri ve karakterizasyonu gıda endüstrisinde çeşitli uygulamalara uygun olduğundan [45] hammadde ve ek malzeme olarak geliştirilme ve modifiye edilme potansiyeline sahiptir [16]. Rizomlarda karbonhidrat miktarı yüksek olduğundan pirinç ve buğday gibi temel gıdalara alternatif olabilir [16]. Ararot ununun ekmeke yapımında anılan buğday ununun yerine geçebilme

potansiyeli vardır [21]. Ararot nişastası; çorbalar, tatlılar, pudingler, soslar, kurabiyeler, şekerleme, bisküvi, kek, jöle, yulaf lapası yapımında, turta dolgusunda ve diğer unlu mamuller gibi birçok gıdada koyulaştırıcı olarak sıklıkla kullanılır [15,38]. Ararot nişastasının glüten içermemesi onu unlu mamullerde buğday ununun yerine ideal hale getirir [38] ve özel bisküvi ve fırın ürünlerinin hazırlanmasında kullanılır [15].

Ararot tozu ve nişastası kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılır [17,26,51]. Birçok kozmetik preparatın içeriğinde yer alır. Cildi besleyen, yağlanmayı azaltan, iltihaplanmayı ve tahrişi önleyen özelliklere sahiptir [17]. Ararot nişastasının eczacılık, hijyen ürünleri, çevre yönetimi, tarım, biyomedikal mühendisliği ve biyoyakıt üretimi gibi alanlarda uygulamaları mevcuttur [2]. Yüksek amiloz içeriği nedeniyle ararot nişastası, özellikle mekanik dayanıklılık ve bariyer özellikleri açısından iyi teknik özelliklere sahip filmler yapmak için kullanılabilir [8,14,42,48,49,58,64,65].

Ararot nişastası eldesi sırasında ortaya çıkan atık rizom lifi kâğıt mendil, ince kâğıt, karton [8,14], ambalaj kâğıdı ve çanta gibi yırtılmaya dirençli kâğıt yapımına uygundur [8,14,66]. Bilgisayarlar için üretilen karbon içermeyen kâğıtların üretiminde kullanılır [15]. Ararot, biyolojik olarak parçalanabilirliği nedeniyle biyomateryal oluşturmak için doğal lif kaynağı olarak kullanılır [14,34,67]. Tarım endüstrisinde, sindirimi ve üretimini iyileştirmek için sığır yemi olarak kullanılır [26,68]. Önceden jelatinleştirilmiş form, petrol sahası hizmetlerinde sondaj sıvılarını kalınlaştırmada kullanılır [26].

Ararot bitkisi yetiştiği bölgelerde ekonomik, tıbbi, kültürel ve ekolojik öneme sahiptir. Ararot rizomlarından elde edilen ürünler (un, toz, nişasta); gıda, ilaç, kozmetik, kâğıt, ambalaj, hijyen, tarım, biyoyakıt, biyofilm vs. endüstrilerinde oldukça değerlidir. Fizikokimyasal özellikleri ve çok yönlü, zehirsiz ve biyo-birikimli olma gibi birçok avantaja sahip olan ararot nişastası ve ararot unu sağlıklı beslenme ve gıdalara alternatif olma özellikleriyle fazlasıyla gündelik hayatımızda yer almaktadır. Ararot rizomları gıda endüstrisindeki yeri, besin değeri, tıbbi özellikler, çeşitli endüstrilerde hammadde olma potansiyeli ve çok çeşitli diğer kullanımları ile her geçen gün dikkatleri daha çok çekmektedir. Bu derleme çalışma; gıda tüketiminde kişilerin bilinçli tercihlerini ve çevre dostu ürün kullanımını destekleyecektir. Tüm olumlu özelliklerine rağmen insan diyetine girmesi için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Derlenen veriler ile ararot rizomları ve ondan elde edilen ürünlerin çok çeşitli alanlarda yeni araştırmalara konu olacağı ve popüleritesinin günden güne artacağı öngörülmektedir.

YAZAR KATKILARI

Kavram: S.G.K.; Tasarım: S.G.K.; Denetim: S.G.K.; Kaynaklar: K.Ö., S.G.K.; Malzemeler: K.Ö., S.G.K.; Veri Toplama ve/veya İşleme: K.Ö., S.G.K.; Analiz ve/veya Yorumlama: K.Ö., S.G.K.; Literatür Taraması: K.Ö., S.G.K.; Makalenin Yazılması: K.Ö., S.G.K.; Kritik İnceleme: K.Ö., S.G.K.; Diğer: -

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu makale için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

1. Rahman, M.K., Chowdhury, M.A.U., Islam, M.T., Chowdhury, M.A., Uddin, M.E., Sumi, C.D. (2015). Evaluation of antidiarrheal activity of methanolic extract of *Maranta arundinacea* Linn. leaves. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2015, 257057. [CrossRef]
2. Valencia, G.A., Moraes, I.C.F., Lourenço, R.V., Habitante, M.Q.B., Sobral, P.J.A. (2014). *Maranta arundinacea* L starch properties. International Conference on Food Properties (ICFP2014) Kuala Lumpur-Malaysia.
3. Nishaa, S., Vishnupriya, M., Sasikumar, J.M., Gopalakrishnan, V.K. (2013). Phytochemical screening and GC-MS analysis of ethanolic extract of rhizomes of *Maranta arundinacea* L. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4(2), 52-59.
4. Sudrajat, D.J., Rohandi, A., Nurhasybi, Y., Rustam, E., Suryo Hardiwinoto, B., Harmayani, E. (2023).

- Growth, tuber yield, and starch content of arrowroot (*Maranta arundinacea*) accessions on different altitudes and tree shades. *Plant Physiology Reports*, 28(2), 221-230. [\[CrossRef\]](#)
5. Deswina, P., Priadi, D. (2020). Development of arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) as functional food based of local resource. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 439(2020), 012041. [\[CrossRef\]](#)
 6. Valencia, G.A., Moraes, I.C.F., Lourenço, R.V., Barbosa Bittante, A.M.Q., Sobral, P.J.A. (2015). Physicochemical properties of maranta (*Maranta arundinacea* L.) starch. *International Journal of Food Properties*, 18(9), 1990-2001. [\[CrossRef\]](#)
 7. Chit, T.M. (2016). Nutritional values of the rhizome of arrowroot *Maranta arundinacea* L. (adalut). *Universities Research Journal*, 7, 1-15.
 8. Tarique, J., Sapuan, S.M., Khalina, A., Sherwani, S.F.K., Yusuf, J., Ilyas, R.A. (2021). Recent developments in sustainable arrowroot (*Maranta arundinacea* Linn) starch biopolymers, fibres, biopolymer composites and their potential industrial applications: A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 12, 1191-1219. [\[CrossRef\]](#)
 9. Khatun, M.M., Jone, M.J.H., Ashraruzzaman, M. (2023). Ethnobotanical study of the family Marantaceae R. Br in bangladesh agricultural university botanical garden. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 8(2), 191-197. [\[CrossRef\]](#)
 10. Jayakumar, A., Suganthi, A. (2017). Biochemical and phytochemical analysis of *Maranta arundinacea* (L.) rhizome. *International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 2(3), 26-30.
 11. Nishaa, S., Vishnupriya, M., Sasikumar, J.M., Christabel, H.P., Gopalakrishnan, V.K. (2012). Antioxidant activity of ethanolic extract of *Maranta arundinacea* L. tuberous rhizomes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(4), 85-88.
 12. Jeamkheng, S., Santibenchakul, S., Sooksawat, N. (2022). Potential of *Maranta arundinacea* residues for recycling: Analysis of total phenolic, flavonoid, and tannin contents. *Biodiversitas*, 23(3), 1204-1210. [\[CrossRef\]](#)
 13. Brito, V., Nascimento, R., Narcisa-Oliveira, J., Joffer, N., Fattori, A., Cereda, M., Oliveira, C., Costa, R., Tiburtino-Silva, L., Maciel, J. (2021). Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.): Botany, horticulture, and uses. In: I. Warrington (Eds.), *Horticultural Reviews*, (pp. 233-274). New York: John Wiley and Sons. [\[CrossRef\]](#)
 14. Bhuyan, S., Mishra, S., Mallick, S.N., Mohapatra, P., Chauhan, V.B.S. (2022). Biopolymer production from arrowroot starch. *Biotica Research Today*, 4(6), 464-466.
 15. Ergun, M., Özbay, N., Osmanoglu, A., Çakır, A. (2014). Ararot (*Maranta arundinacea* L.). *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 3(1), 29-33.
 16. Fidianingsih, I., Aryandono, T., Widyarini, S., Herwiyanti, S., Sunarti, S. (2022). Arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) as a new potential functional food: A scoping review. *International Food Research Journal*, 29(6), 1240-1255. [\[CrossRef\]](#)
 17. Ranganathan, S., Gopalakrishnan, R., Shajimon, R.C., Elamkuttivalapil, R.P., Suresh Kumar, S., Abdullah, M., Ravi, S. (2023). Formulation and evaluation of cosmetic gel using *Maranta arundinacea* L. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 13(5), 60-65. [\[CrossRef\]](#)
 18. Shintu, P.V., Radhakrishnan, V.V., Mohanan, K.V. (2015). Pharmacognostic standardisation of *Maranta arundinacea* L.-An important ethnomedicine. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(3), 242-246.
 19. Tarique, J., Sapuan, S.M., Khalina, A. (2022). Extraction and characterization of a novel natural lignocellulosic (bagasse and husk) fibers from arrowroot (*Maranta arundinacea*). *Journal of Natural Fibers*, 19(15), 1-18. [\[CrossRef\]](#)
 20. Malki, M.K.S., Wijesinghe, J.A.A.C., Ratnayake, R.H.M.K., Thilakarathna, G.C., Manamperi, K.A.P. (2022). Variance of arrowroot (*Maranta arundinacea*) starch granule morphology among five different provinces in Sri Lanka. *Asian Food Science Journal*, 21(11), 22-28. [\[CrossRef\]](#)
 21. Sudaryati, E., Nasution E., Ardiani, F. (2017). Nutritional quality of bread from mixture of arrowroot flour (*Marantha arundinacea* L.) and wheat flour. *Advances in Health Sciences Research*, 9, 186-189. [\[CrossRef\]](#)
 22. Valadares, A.C.F., Fernandes, C.C., Oliveira Filho, J.G., Deus, I.P.B., Lima, T.M., Silva, E.A.J., Souchie, E.L., Miranda, M.L.D. (2020). Incorporation of essential oils from *Piper aduncum* into films made from arrowroot starch: Effects on their physicochemical properties and antifungal activity. *Química Nova*, 43, 729-737. [\[CrossRef\]](#)
 23. Rohman, E., Tiyana, R., Falah, S.A.N.W.A., Handayani, M.N. (2020). Method of sugar production from arrowroot starch: A review. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 520, 143-147. [\[CrossRef\]](#)
 24. Viswan, J.P., Shincymol, V.V., Ansary, P.Y., Oommen, S.M. (2022). *Maranta arundinacea* Linn. (Tugaksheeri)-phytochemical evaluation. *International Research Journal of Ayurveda and Yoga*, 5(9), 21-27. [\[CrossRef\]](#)
 25. Cooke, C., Carr, I., Abrams, K., Mayberry, J. (2000). Arrowroot as a treatment for diarrhoea in irritable bowel

- syndrome patients: A pilot study. *Arquivos de Gastroenterologia*, 37(1), 20-24. [CrossRef]
26. Francis, T., Somasundaram, J., Anjali, A.K. (2021). Use of arrowroot in dentistry-A review. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(3), 6275-6287. [CrossRef]
 27. Başaran, C.H. (2017). Osmanlı son döneminde ilginç bir tıbbi süreli tayı: Âfiyet Gazetesi (Afiète La Santé) ve dizini. *Kebikeç İnsan Bilimleri İçin Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 44, 113-144.
 28. Gökteş-Cengiz, G.H. (2022). Bir osmanlı hekimi Besim Ömer ve çocuk beslenmesi. *SDU Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 55, 21-41.
 29. Önal, M. (2023). 19. yüzyılda İngiltere'den Osmanlı Devleti'ne seyahat etmenin altın kuralları. *History Studies*, 15(1), 57-82. [CrossRef]
 30. Reçberoğulları, A.N. (2020). Çocuk sağlığının Atatürk dönemi siyasetindeki ve meclis gündemindeki yeri. *International Journal of Social Inquiry*, 13(1), 329-356. [CrossRef]
 31. Onay, M. (2022). PhD Thesis. Türkiye Cumhuriyeti Maliye ve Ticaret Vekâleti Salnamesinin Transkripsiyon ve Değerlendirmesi (1925-1926). Cumhuriyet Tarihi Anabilim Dalı, Tarih Bölümü, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi. Konya, Türkiye.
 32. Fidianingsih, I., Aryandono, T., Widyaning, S., Herwiyanti, S., Sunarti, S. (2022). Chemopreventive effect of dietary *Maranta arundinacea* L. against DMBA-induced mammary cancer in sprague dawley rats through the regulation of autophagy expression. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 23(3), 985-993. [CrossRef]
 33. Rajashekara, N., Shukla, V.J., Ravishankar, B., Sharma, P.P. (2013). Comparative physicochemical profiles of tugaksheere (*Curcuma angustifolia* Roxb. and *Maranta arundinacea* Linn.). *Āyurvedāloka*, 34(4), 401-405.
 34. Yuningtyas, S., Roswiem, A.P., Azahra, D., Alfarabi, M. (2023). Antioxidant activity and characterization of arrowroot (*Maranta arundinacea*) tuber yogurt. *Biodiversitas*, 24(5), 2850-2854. [CrossRef]
 35. Martinescu, C.D., Sarbu, N.R., Velcirov, A.B., Stoin, D. (2020). Nutritional and sensory evaluation of gluten-free cake obtained from mixtures of rice flour, almond flour and arrowroot flour. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 26(4), 368-374.
 36. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA) Web Site. (2018). Erişim adresi <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170684/nutrients>. Erişim tarihi: 10.09.2023.
 37. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (USDA) Web Site. (2018). Erişim adresi <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/168490/nutrients>. Erişim tarihi: 10.09.2023.
 38. Jyothi, A.N., Sheriff, J.T., Sajeev, M.S. (2009). Physical and functional properties of arrowroot starch extrudates. *Journal of Food Science*, 74(2), E97-E104. [CrossRef]
 39. Lestari, L.A., Huriyati, E., Marsono, Y. (2017). The development of low glycemic index cookie bars from foxtail millet (*Setaria italica*), arrowroot (*Maranta arundinacea*) flour, and kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1406-1413. [CrossRef]
 40. Kumalasari, I.D., Harmayani, E., Lestari, L.A., Raharjo, S., Asmara, W., Nishi, K., Sugahara, T. (2012). *Cytotechnology*, 64, 131-137. [CrossRef]
 41. Harni, M., Rini, Suliansyah, I. (2023). The functional properties of starch from arrowroot (*Maranta arundinacea*) tubers using microwave assisted extraction (MAE). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science-The 5th International Conference on Sustainable Agriculture and Biosystem (ICSAB 2022)*, 1182, 012046. [CrossRef]
 42. Nogueira, G.F., Oliveira Leme, B., Santos, G.R.S., Silva, J.V., Nascimento, P.B., Soares, C.T., Fakhouri, F.M., Oliveira, R.A. (2021). Edible films and coatings formulated with arrowroot starch as a non-conventional starch source for plums packaging. *Polysaccharides*, 2, 373-386. [CrossRef]
 43. Gordillo, C.A.S., Valencia, G.A., Zapata, R.A.V., Henao, A.C.A. (2014). Physicochemical characterization of arrowroot starch (*Maranta arundinacea* Linn) and glycerol/arrowroot starch membranes. *International Journal of Food Engineering*, 10(4), 727-735. [CrossRef]
 44. Marta, H., Rismawati, A., Soeherman, G.P., Cahyana, Y., Djali, M., Sondari, D. (2023). The effect of dual-modification by heat-moisture treatment and octenylsuccinylation on physicochemical and pasting properties of arrowroot starch. *Polymers*, 15, 3215. [CrossRef]
 45. Cardoso, G.J., Kipp, S.D.M., Garcia, V.A.S., Carvalho, R.A., Vanin, F.M. (2021). Arrowroot starch (*Maranta arundinacea*) as a bread ingredient for product development. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(12), e16251. [CrossRef]
 46. Hazrati, K.Z., Sapuan, S.M., Zuhri, M.Y.M., Jumaidin, R., Hafila, K.Z., Tarique, J., Azlin, M.N.M., Syafiq, R.M.O. (2022). Mechanical properties of *Dioscorea hispida* fibre and other natural fibre starch-based biocomposites film: A review. *Composite Sciences and Technology International Conference (COMSAT2022)*, 2022, 200-202.
 47. Oliveira Filho, J.G., Albiero, B.R., Cipriano, L., Oliveira Nobre Bezerra, C.C., Alencar, F.C., Egea, M.B., Azeredo, H.M.C., Ferreira, M.D. (2021). Arrowroot starch-based films incorporated with a carnauba wax

- nanoemulsion, cellulose nanocrystals, and essential oils: A new functional material for food packaging applications. *Cellulose*, 28, 6499-6511. [CrossRef]
48. Nogueira, G.F., Soares, I.H.B.T., Soares, C.T., Fakhouri, F.M., Oliveira, R.A. (2022). Development and characterization of arrowroot starch films incorporated with grape pomace extract. *Polysaccharides*, 3, 250-263. [CrossRef]
 49. Tarique, J., Zainudin, E.S., Sapuan, S.M., Ilyas, R.A., Khalina, A. (2022). Physical, mechanical, and morphological performances of arrowroot (*Maranta arundinacea*) fiber reinforced arrowroot starch biopolymer composites. *Polymers*, 14, 388-409. [CrossRef]
 50. Astuti, R.M., Widaningrum Asiah, N., Setyowati, A., Fitriawati, R. (2018). Effect of physical modification on granule morphology, pasting behavior, and functional properties of arrowroot (*Marantha arundinacea* L) starch. *Food Hydrocolloids*, 81, 23-30. [CrossRef]
 51. Erdman, M.D. (1986). Starch from arrowroot (*Maranta arundinacea*) grown at Tifton, Georgia. *Cereal Chemistry*, 63(3), 277-279.
 52. Syahputra, M.G., Antari, A.L., Winarto, W., Lestari, E.S. (2020). Antimicrobial effect of arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) methanolic extract against *Staphylococcus aureus* bacterial growth. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 9(3), 241-245. [CrossRef]
 53. Harmayani, E., Kumalasari, D.I., Marsono, Y. (2011). Effect of arrowroot (*Maranta arundinacea* L.) diet on the selected bacterial population and chemical properties of caecal digesta of Sprague Dawley rats. *International Research Journal of Microbiology*, 2(8): 278-284.
 54. Abesinghe, N., Vidanarachchi, J., Silva, S. (2012). The effect of arrowroot (*Maranta arundinacea*) extract on the survival of probiotic bacteria in set yoghurt. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(5), 1-4.
 55. Jayampathi, T., Jayatilake, S. (2018). Arrowroot (*Maranta arundinacea*) extract increases the survival of probiotic *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Probiotics and Health*, 6(1), 199. [CrossRef]
 56. Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435. [CrossRef]
 57. Francis, T., Rajeshkumar, S., Roy, A., Lakshmi, T. (2020). Anti-inflammatory and cytotoxic effect of arrow root mediated selenium nanoparticles. *Pharmacognosy Journal*, 12(6), 1363-1367. [CrossRef]
 58. Xu, M., Dong, Q., Huang, G., Zhang, Y., Lu, X., Zhang, J., Zhang, K., Huang, Q. (2022). Physical and 3D printing properties of arrowroot starch gels. *Foods*, 11, 2140-2156. [CrossRef]
 59. Rajashekhara, N., Sharma, P.P. (2010). A comparative study of efficacy of tugaksheeree [*Curcuma angustifolia* Roxb. and *Maranta arundinacea* Linn.] in management of Amlapitta. *Āyurvedāloka*, 31(4), 482-486. [CrossRef]
 60. Rajashekhara, N., Ashok, B., Sharma, P.P., Ravishanka, B. (2014). The evaluation of antiulcerogenic effect of rhizome starch of two source plants of tugaksheeree (*Curcuma angustifolia* Roxb. and *Maranta arundinacea* Linn.) on pyloric ligated rats. *Āyurvedāloka*, 35(2), 191-197. [CrossRef]
 61. Sunarti, S., Lestari, S., Rini, S., Sinorita, H., Ariani, D. (2018). Effect of fiber-rich snacks on c-reactive protein and atherogenic index in type 2 diabetes patients. *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 25(3), 271-276. [CrossRef]
 62. Ramadhani, M.R., Bachri, M.S., Widyaningsih, W. (2017). Effects of ethanolic extract of arrowroot tubers (*Maranta arundinacea* L.) on the level of MDA, SGPT and SGOT in ethanol induced rats. *Indonesian Journal of Medicine and Health*, 8 (1), 10-18. [CrossRef]
 63. Prastuti, B., Sunarti., S. (2012). Arrowroot chips (*Maranta arundinacea* Linn) as a snack to control superoxide dismutase (SOD) activity and nitric oxide (NO) production in patients with type 2 DM. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 8(3), 118-125. [CrossRef]
 64. Tarique, J., Sapuan, S.M. Khalina, A. (2021). Effect of glycerol plasticizer loading on the physical, mechanical, thermal, and barrier properties of arrowroot (*Maranta arundinacea*) starch biopolymers. *Scientific Reports*, 11, 13900. [CrossRef]
 65. Nogueira, G.F., Fakhouri, F.M., Oliveira, R.A. (2018). Extraction and characterization of arrowroot (*Maranta arundinaceae* L.) starch and its application in edible films. *Carbohydrate Polymers*, 186, 64-72. [CrossRef]
 66. Erdman, M.D., Erdman, B.A. (1984). Arrowroot (*Maranta arundinacea*), food, feed, fuel, and fiber resource. *Economic Botany*, 38(3), 332-341. [CrossRef]
 67. Vinod, A., Sanjay, M.R., Siengchin, S. (2023). Recently explored natural cellulosic plant fibers 2018-2022: A potential raw material resource for lightweight composites. *Industrial Crops and Products*, 192, 116099. [CrossRef]
 68. Girija, S., Gangadharan, B., Swayamvaran, V.S., Amma, S.S., Varadharajan, R., Lintu, M.C., Raj, R.K. (2023). Organic management is a viable alternative for arrowroot (*Maranta arundinacea* L.). *Biological Agriculture and Horticulture*, 1-14. [CrossRef]