

# Gündemde Bir Bitki: Brezilya Fındığına Bilimsel Yaklaşım

Melek KARACAOĞLU<sup>\*</sup> , H. Kamuran İLERİ<sup>\*\*</sup> , Gülçin SALTAN İŞCAN<sup>\*\*\*</sup>

**Recent scientific evidence with respect to a popular plant: Brazil nuts**

## SUMMARY

*Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl. is a plant grown in South American countries, where seeds of the plant are consumed as food in these countries and in the United States. The seed part of the plant is very rich in phytochemicals; high content of flavonoids, phenolic acids, minerals, amino acids and fatty acids. The content of oil derived from the seeds is very rich in omega 3, 6 and 9. The plant which is rich in tocopherol, phytosterols and phenolic compounds has potential advantages in health. Due to its high selenium content, the plant plays a role in the antioxidant activity selenodeiodinase enzymes such as glutathione peroxidase, selenoprotein P and tyrosine reductase and provides a positive effect on the symptoms of selenium deficiency. There are scientific studies published in internationally respected journals about the biological effects of plant seeds. The studies revealed that, phytochemicals contained in the seeds of the plant have proven their antioxidant, antiinflammatory, anticancer, nervous system and preventive effects on cardiovascular risks.

**Key Words:** *Bertholletia excelsa*, Brazil nuts, phenolic compounds, selenium, biological activity, toxicity

**Gündemde Bir Bitki: Brezilya Fındığına Bilimsel Yaklaşım**

## ÖZ

*Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl., Güney Amerika Ülkeleri'nde yetişen bir bitki olup; bu ülkelerde ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bitkinin tohumları gıda olarak tüketilmektedir. Bitkinin tohum kısmı fitokimyasallar açısından çok zengin olup; flavonoid, fenolik asit, mineral, amino asitler ve yağ asitleri taşımaktadır. Tohumlardan elde edilen yağ ise; esansiyel yağ asitleri omega 3, 6 ve 9 açısından çok zengindir. Tokoferol, fitosteroller ve fenolik bileşikler açısından da zengin olan bitki sağlık açısından potansiyel avantajlara sahiptir. Bitki, yüksek olan selenyum içeriği nedeniyle glutatyon peroksidaz, selenoprotein P ve tirozinredüktaz gibi antioksidan selenodeiyodinaz enzimlerinin etkinliğinde rol oynar ve selenyum eksikliğinden ileri gelen semptomlarda pozitif etki sağlar. Bitkinin tohumlarının biyolojik etkileri konusunda uluslararası saygın dergilerde yayımlanmış bilimsel çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalar bitkinin tohumlarının içerdiği fitokimyasallar nedeniyle antioksidan, antiinflamatuvar, antikanser, sinir sistemi üzerine ve kardiyovasküler riskleri önleyici etkileri ispatlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Bertholletia excelsa*, Brezilya fındığı, fenolik bileşikler, selenyum, biyolojik aktivite, toksisite

Received: 14.06.2019

Revised: 08.11.2019

Accepted: 11.11.2019

<sup>\*</sup> ORCID:0000-0002-9910-2909, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 06100, Ankara, TÜRKİYE

<sup>\*\*</sup> ORCID:0000-0002-5301-6335, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 06100, Ankara, TÜRKİYE

<sup>\*\*\*</sup> ORCID:0000-0001-6633-0713, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 06100, Ankara, TÜRKİYE

<sup>\*</sup> Corresponding Author: Melek Karacaoğlu

Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, 06100, Tandoğan, Ankara, TÜRKİYE

Tel:+90 312 203 30 39

E-mail: mkaracaoğlu@ankara.edu.tr

## GİRİŞ

Lecythidaceae familyasına ait bitki olan *Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl.'nın meyvelerinin içinde bulunan sert ve odunsu tohumları kullanılmaktadır. Sinonimleri *Bartholessia excelsa* Silva Manso ve *Bertholletia nobilis* Miers. olarak kayıtlı olan bitki; Türkçe, Brezilya cevizi veya Brezilya fıncığı adıyla bilinir (Yang, 2009; Lim, 2012). İngilizce'de Brazil nuts; Almanca'da Paranusbaum, Brasilianische Kastanien, Paranus; Fransızca'da Noyer De Para, Noyer Du Brésil, Noix Du Brésil, Noix De Pará, Chatâigne Du Bresil, Amande D'amérique; Portekizce'de Castanhais, Castanheira; İspanyolca'da Castafiales olarak bilinir (Thomson, 2011; Lim, 2012; Cardoso ve ark., 2017). Bitki; ağaç şeklinde Güney Amerika'da Brezilya, Bolivya, Peru, Kolombiya'da özellikle Amazon ormanlarının bulunduğu bölgelerde doğal olarak yetişmektedir (Yang, 2009). Amazon Bölgesi ülkelerinde bitki tohumlarının ihracatı önemli bir endüstriyel kaynaktır. Olgun bir ağaçtan, yılda 110-220 kg tohum elde edilmektedir. Sadece Brezilya, yılda 45.000 ton tohum ihraç etmekte olup; bunun ticari karşılığı 33 milyon dolardır. Bitkinin kültürü denenmiş ancak verim düşük olduğu için ekonomik bulunmamıştır (Thomson, 2011).

## GELİŞME

Bu derleme kapsamında, sunulan bilgi ve kaynaklara ulaşmak için; uluslararası veri tabanları, akademik arama motorları ve Science Citation Index (SCI) tarafından taranan dergiler kullanılmıştır. Bu bilgiler bilimsel ve güncel kaynakların kullanılmasına dikkat edilerek elde edilmiştir. Tarama için; herhangi bir zaman aralığı belirlenmeksizin, uluslararası veri tabanları (Science Direct, Scopus, PubMed tarafından taranan dergiler) kullanılmıştır.

### Botanik Özellikleri

*Bertholletia excelsa* Humb.&Bonpl, yabancı olarak ve 30-45 metreye varan ağaçlar şeklinde; Güney Amerika'da Brezilya, Venezuela, Kolombiya'nın doğusunda, Peru'nun batısında, Bolivya'nın doğusunda Amazon ormanları boyunca, Rio Negro ve Orinoco nehirleri kıyılarında yetişmektedir (Mori ve Prance, 1990; Lim, 2012).

Dünya'da 10 cins 200 tür ile temsil edilen Lecythidaceae familyası farklı boylarda ağaçların yer aldığı

tropikal ve subtropikal bir familyadır. Brezilya fıncığı; teorik olarak bir kabuklu yemiştenden daha çok, büyük (11-15 cm çapında), ağır (0,6 ile 1,2 kg), odunsu, sert meyve veya piridyum içerisine yerleşmiştir. Bitki; düz, grimsi, silindirik, pürüzsüz, 1-2 metre çapında bir gövdeye sahip olup, 30-60 metre yükseklikte, kuru sezonda yapraklarını döken büyük bir ağaç formundadır. Dallanma, sağlam ve uzun dalların oluşturduğu geniş bir taç ile ağaç boyunca yol alır (Mori ve Prance, 1990; Lim, 2012).

Yapraklar; alternan dizilişli, büyük, basit, tüysüz, derimsi, oblong, 20-35 cmx10-15 cm, integer veya krenat, damarlanma pennat olup yan damar sayısı 29-45 çifttir. Çiçekler iki kısımdan oluşmuş olup; küçük, hermafrodit, kremi-beyaz renkli, ovaryum epigin durumlu, aksiller veya terminal panikula, 20-40 cm uzunluğunda, 1 veya 2 sıra dallanmıştır. Kaliks kadük, loblar 0.8-1.4 cm uzunluktadır. Korollada petaller birbirinden farklı boyutta olup; 6 adet, yaklaşık 3 cm uzunluktadır. Çok sayıda stamenin bir araya gelmesiyle oluşan başlık şeklindeki staminodyum kısmı, kavis şeklinde stilus/stigmayı kaplar ve alt durumlu ovaryumu sıkıca örter. Meyve; 2-2,2 kg ağırlığında, büyük bir küre veya subgloboz, orta/üst kısımdan olgunlaşınca düşen bir kapakla açılan, odunsu piksidyumdur. Koyu kahverengi, 10-16 cm çapında, lentsellat, verrükoz, kalisin halkası belirsiz, suprakalisin bölgesi 3-4 cm uzunlukta, 4 lokülerdir. Kapak 0,5-0,7 cm çapında, apikulat olup meyve olgunlaşınca çekirdeklerden daha dar bir boşluk bırakarak düşer. Meyve 3,5-5x2,5-1,8 cm, odunsu, kalın, sert ve pürüzlü bir yüzeye sahip 8-24 adet tohum taşır. Tohum ise; içinde kahverengimsi-beyaz renkli bir çekirdek taşır. Brezilya fıncığı olarak bilinen ve tüketilen kısım söz konusu çekirdektir (Lim, 2012). Fakat çekirdek olarak bilinen bu kısım, bu derlemede tohum olarak nitelendirilmiştir.

### Elde Ediliş ve Kullanım Alanları

*B. excelsa* bitkisinin, yaklaşık 14 ay gibi bir sürede olgunlaşan tohumları yerli halk tarafından hasat edilir. Yıkamayı takiben ısı uygulanarak, nem miktarı %15 oluncaya kadar dehidratasyon işlemi yapılır. Hasat sırasında ve öncesinde kimyasal bir işlem yapılmayıp, pestisit kullanılmadığı için ürün organik olarak değerlendirilmektedir (Kluczkovski ve ark., 2015a;

Cardoso ve ark., 2017).

Bitkinin doğal olarak yetiştiği Amazon bölgesinde, toprak fazla miktarda selenyum içerdiği için; bu içerik bu bölgedeki bitkilere de yansımaktadır. Selenyum miktarı bölgelere göre farklılık göstermekte olup, Amazon bölgesi toprakları selenyum açısından çok zengin iken; San Paulo ve Peru toprakları daha az selenyum içerdiği için yetişen bitkilerde de bu mineralin düzeyi düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca, tohumların kurutulması esnasında uygulanan yüksek ısı (yaklaşık 200 °C), selenyumun kısmen uçucu hale gelerek uzaklaşmasına neden olmaktadır (Chunhieng ve ark., 2004; Cardoso ve ark., 2017).

Geçmiş yıllarda; Brezilya fındığının; Avrupa standartlarında kabul edilebilir değerleri (4 µg/kg) aşan düzeyde aflotoksin içerdiği saptanmış, bu durum ihracatta ciddi ölçüde düşüşe sebep olmuştur. Bu kapsamda, Brezilya hükümeti mikotoksinlerin oluşumunu engellemek için; üretim ve işleme aşamalarında kontamine tohumların elenmesi, su aktivitesinin azaltılması, modifiye atmosfer paketlenme, genel hijyenik koşulların artırılması gibi çeşitli önlemler almıştır. İyi üretim uygulamaları neticesinde yapılan bazı bilimsel çalışmalar, aflotoksin miktarının sıfırlandığını veya Brezilya hükümetinin yayımladığı kabul edilebilir limit aralığına düşüğünü göstermektedir (Cardoso ve ark., 2017).

Taze tohumların su ile karıştırılması sonucu elde edilen süt pastörize edildikten sonra; özellikle laktoz intoleransı olan kişilerde, yüksek protein ve selenyum içeriğinden dolayı besin desteği olarak kullanılmaktadır (Kluczkovski ve ark., 2015a).

Tohumlardan elde edilen un ise; içerdiği besin değeri sebebiyle fonksiyonel gıda olarak kullanılmasının yanı sıra; su tutucu, emülsiyon kolaylaştırıcı, film oluşturu özelliğinden dolayı gıda endüstrisinde tercih edilmektedir (Santos ve ark., 2013).

Yaklaşık % 60-70 oranında yağ taşıyan tohumlardan n-hekzanla ayrılan sabit yağ; gıda, kozmetik ve eczacılıkta kullanılmaktadır. Sabit yağ hidrolik presler (Chunhieng ve ark., 2004) veya CO<sub>2</sub> gibi akışkanlarla da (Rodrigues ve ark., 2005) elde edilebilmektedir (Munis ve ark., 2015).

*B.excelsa* tohumlarından yağ elde edildikten sonra kalan küspe ise; pastane ürünleri, atıştırmalıklar, tahıl barları, kurabiye, dondurma ve çikolatalarda aromatan olarak kullanılmakta, ayrıca bazı yemlerin bileşiminde yer almaktadır (Gomes ve Torres, 2016).

### Geleneksel Kullanımı

*B. excelsa* tohumlarının; Güney Amerika Ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda olarak tüketimi yaygın olup, bu kullanım çok eski zamanlara dayanmaktadır. Tohumların Brezilya'da bulunan Paleolitik çağlardan kalma Pedra Pintada'da, eski avcı-toplayıcılar tarafından tüketildiğine dair bilgiler arkeologlar tarafından rapor edilmiştir. Halk arasında, bitkinin yağının elde edilmesinden sonra arta kalan küspe de su ile karıştırılıp içecek olarak tüketilmektedir. Meyvelerden elde edilen suyun Bolivya'da halk arasında sarılık tedavisinde kullanımı bulunmaktadır (Shepard ve ark., 2011; Santos ve ark., 2013).

Brezilya Marudada yapılan etnobotanik bir çalışmaya göre; *B.excelsa*'nın iç kabuklarının halk arasında; gripte, soğuk algınlığında ve burun tıkanıklıklarında şurup olarak, meyvelerinin ise kansızlıkta, kadın hastalıklarında, sıtma tedavisinde, hepatitte maserat veya çay halinde kullanımları mevcuttur (Coelho-Ferreira, 2009). Peru'da yapılan diğer bir etnobotanik çalışmada ise; *B. excelsa*'nın yapraklarının infüzyon veya dekoksion halinde hazırlanması ile elde edilen ekstrenin halk arasında kanser tedavisinde kullanıldığı belirtilmektedir (Tauchen ve ark., 2016).

### Kimyasal Bileşimi

Brezilya fındığının, halk arasındaki yaygın kullanımını bilimsel bir temele oturtmak amacıyla yapılan birçok çalışma incelendiğinde; Brezilya fındığının fitokimyasal profilinin oldukça zengin olduğu görülmektedir. Bitkinin tohum kısmından izole edilen bileşikler (Tablo 1); aşağıda özetlendiği gibidir.

**Tablo 1.** *Bertholletia excelsa*'nın tohum kısmından izole edilen bileşikler (Chunhieng ve ark., 2004; Yang, 2009; John ve ark., 2010; Thomson, 2011; Santos ve ark., 2013; Gomes ve Torres, 2016; Kluczkowski ve ark., 2015a; Cardoso ve ark., 2017; Schott ve ark., 2018; Pereira ve ark., 2019).

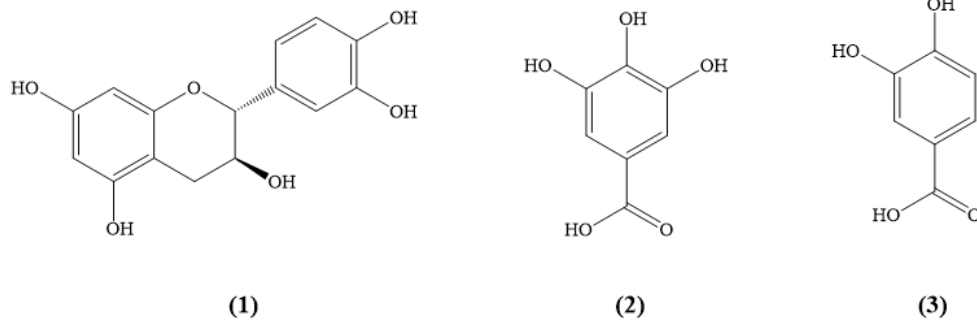
Flavonoitler/ Proantosiyanidinler	Kateşin, proantosiyanidin, epikateşin, rutin, kersetin, kemferol, mirsetin, taksifolin
Fenolik asitler	Gallik asit, protokateşik asit, vanilik asit, elajik asit, p-hidroksikumarik asit, 2,4-dihidroksi benzoik asit, sinapik asit
Mineraller	Selenyum, kalsiyum, magnezyum, mangan, potasyum, çinko, bakır, demir, fosfor
Amino asitler	Histidin, treonin, lizin, metionin, sistein, izolösin, lösin, valin, fenilalanin, tirozin, triptofan, asparagin, glutamin, serin, glisin, arginin, alanin, pirolin
Fitosteroller	$\beta$ -sitosterol, stigmasterol, kampesterol
Yağ asitleri	Palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit
Diğer bileşikler	$\alpha$ -tokoferol, $\gamma$ -tokoferol, resveratrol, skualen

Tohumların içerdiği yağ oranı %60-70 düzeyinde olup; yağdaki doymamış yağ asitleri oranının yüksek oranda olduğu saptanmıştır (Yang, 2009). Esansiyel yağ asitlerinin bileşimi omega 3, 6 ve 9 açısından zengindir. Tokoferol, fitosteroller ve fenolik bileşikler açısından da zengin olan bitki, sağlık açısından potansiyel avantajlara sahiptir. Bitki, yüksek olan selenyum içeriği nedeniyle glutatyon peroksidaz, selenoprotein P ve tirozin redüktaz gibi antioksidan selenodeiyodinaz enzimlerinin etkinliğinde rol oynar (Santos ve ark., 2013).

Fenolik bileşiklerin; brezilya fındığında diğer ka-

buklu yemişlerde de olduğu gibi, genellikle dışını kaplayan ince kahverengi kısmında yoğun olarak bulunduğu belirtilmektedir. Ayrıca kavrulmuş brezilya fındığında, total fenol içeriğinin değiştiği de görülmektedir (Yang, 2009; Alasalvar ve Bolling, 2015; Taş ve Gökmen, 2017).

Brezilya fındığının temel fenolik bileşenleri (Şekil 1); gallik asit, protokateşik asit ve kateşindir (Özcan ve ark., 2018). Ayrıca, brezilya fındığının sulu ekstresinin incelendiği bir diğer çalışmada da; elajik asit, epikateşin ve resveratrol gibi fenolik bileşiklerinin de yüksek oranda olduğu görülmektedir (Colpo ve ark., 2014).



**Şekil 1.** Kateşin(1), Gallik Asit (2) ve Protokateşik asit (3) kimyasal yapıları

Yapılan bir diğer çalışmada ise; küspenin HPLC ile yapılan analizi sonucu fenolik maddeler açısından oldukça zengin olduğu saptanmıştır. Toplam fenol içeriği incelendiğinde; fenoliklerin yaklaşık %30'una tekabül eden bileşiğin kateşin olduğu görülmektedir (Gomes ve Torres, 2016).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerinde, Brezilya fındığı için yer alan ürün özellikleri (Tablo 2) ise; aşağıda özetlendiği gibidir.

**Tablo 2.** Brezilya Fındığı İçin Avrupa Ürün Spesifikasyonları (Soldán, 2003):

<b>Kimyasal Özellikleri</b>	
Serbest yağ asidi (FFA)	En fazla yüzde 0,5
Aflatoksin B1	En fazla 4,0 ppb
Aflatoksin B1, B2, G1 ve G2	En fazla 10,0 ppb
%Nem	1,5 - 3,0
Peroksit değeri (PO)	En fazla 1,0 meq 0,2 kg/yağ
<b>Mikrobiyolojik Özellikler</b>	
Standart plak sayısı	En fazla 10000/g
Küf ve mayalar	En fazla 500/g
Enterobacteriaceae	En fazla 10/g
<i>E.coli</i>	Bulunmaz
<i>Salmonella</i>	Bulunmaz
<b>Organoleptik Kontrol</b>	
Görünüm	Pürüzsüz ve taze görünümlü kabuklu
Renk	Krem/kahverengi; iç kısmı beyaz
Tat	Karakteristik taze, acımsı veya bayat değil
Doku	Güçlü, taze, gevrek
Koku	Tipik

### Biyolojik Etkiler

Bitkinin biyolojik etkilerine yönelik bu güne kadar yapılan araştırmalar incelendiğinde; bitkinin diğer kısımlarına göre daha çok tohum kısmının etkileri üzerinde inceleme yapıldığı görülmektedir.

#### Antioksidan ve Antienflamatuvar Etki

*B.excelsa* tohumlarının antioksidan etkisinin, selenyumdan ileri geldiği düşünülmekte olup; selenoproteinlerin 1/3'ü serbest radikallerin neden olduğu reaksiyonları inhibe etmektedir. Diyet ile düzenli olarak *B. excelsa* tohumlarının alınmasının, glutatyon peroksidaz aktivitesini arttırdığı ispatlanmış olup; tüketime son verildiği takdirde antioksidan parametrelerdeki düzelmenin devam etmediği saptanmıştır (Yang, 2009; John ve ark., 2010; Cardoso ve ark., 2017).

*B. excelsa* tohumlarının içeriğinde önemli ölçüde yer alan fenolik bileşiklerinde antioksidan etkiye katkı sağladığı ortaya konulmuştur. Fenolik bileşiklerin, serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonu önleme etki gösterdiğinden; güçlü bir antioksidan etkiye sahip oldukları bilinmektedir.

Bu bağlamda yapılan bir çalışmada; brezilya fındığı küspe ekstresinin YPSK profili incelenmiş; fenolik maddeler açısından oldukça zengin olduğu ve bu sa-

yede önemli antioksidan etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Gomes ve Torres, 2016).

Toplam 29 hemodiyaliz hastasının yer aldığı bir izlem çalışmasında; 3 ay boyunca, her gün Brezilya fındığı tüketimi sonucu, hastalarda enflamasyon ve oksidatif stres düzeylerinde azalma meydana geldiği kanıtlanmıştır (Stockler-Pinto ve ark., 2015a). Ayrıca, yine aynı ekip tarafından yapılan bir başka çalışmada; Brezilya fındığı tüketiminin içeriğindeki selenyumdan dolayı hemodiyaliz hastalarında tiroid hormonlarının seviyelerinde iyileşmeyi sağladığı da ortaya konulmuştur (Stockler-Pinto ve ark., 2015b).

Brezilya'da yapılan bir başka çalışmada; 10 sağlıklı gönüllünün farklı zamanlarda farklı miktarlarda (0, 5, 20, 50 g) Brezilya fındığı tüketmeleri sağlanmıştır. Söz konusu tüketimin karaciğer ve böbrek fonksiyonları için biyokimyasal parametreleri etkilemediği görülmüş ve bu çalışmanın ışığında Brezilya fındığının karaciğer ve böbrek toksisitesi oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Brezilya fındığının 20 veya 50 g tüketilmesi sonucunda ise; serum IL (İnterlökin)-1, IL-6, TNF (Tümör nekrozis faktör)- $\alpha$  ve IFN (İnterferon)- $\gamma$  seviyelerinde anlamlı bir düşüşe neden olurken; IL-10 serum seviyesinde anlamlı derecede artışa neden olduğu kanıtlanmıştır (Colpo ve ark., 2014).

### **Kardiyovasküler Etki**

Amerikan İlaç ve Gıda Dairesi (FDA), tüm mekanizmalar aydınlatılmamış olmasına rağmen; bilimsel verilerin günde 42,5 g kabuklu yemiş tüketiminin, kronik kalp hastalıkları riskini azaltabileceğini bildirmektedir (Alasalvar ve ark., 2009; Yang, 2009). Bu durum, antioksidan kapasitenin artışı ve hormon düzeylerine tohum tüketiminin olumlu etkisi ile açıklanmaktadır. Ayrıca; hücre kültürü, hayvan deneyleri ve epidemiyolojik çalışmalar antioksidanların kanser oluşumu ve kardiyovasküler hastalıkları önleyebileceğini de göstermektedir. Yapılan bir çalışmada; 15 gün süreyle, günde 45 g tohum tüketilmesi lipit plazma profilini değiştirmemiş; ancak HDL düzeylerinde artışa neden olmuştur. Bir başka çalışmada ise, sağlıklı bireylerde, günde 20-50 g tohum tüketiminin 20-30 gün sonra HDL düzeylerini yükselttiği; LDL düzeylerini düşürdüğü sonucu bulunmuştur. Benzer çalışmalar obez bireylerde de denenmiş, plazma lipit profilinin düzelmesinin yanı sıra aterosklerotik risk faktörlerinde de azalma görülmüştür. Ayrıca kısmen yağı alınan tohumların HDL'yi arttırıp, apolipoprotein A1'i azaltarak dislipidemik etkili olduğu da saptanmıştır (Yang, 2009; Marahao ve ark., 2011; Carvalho ve ark., 2015; Cardoso ve ark., 2017).

### **Antikanser Etki**

*B.excelsa* tohumlarında bulunan selenyumun kanser önleyici etkisi antioksidan etkisinden ileri gelmekte olup; mekanizma apoptozisi indükleyerek, hücre proliferasyonunu önlemek olarak açıklanmaktadır. DNA onarımı ise, P53 genini aktive etmek suretiyle gerçekleşmektedir. Kolorektal kanserli hastaları içeren bir çalışmada; brezilya fındığı, yeşil çay ekstresi kapsülleri ve kombinasyonunun parametreler üzerinde meydana getirdiği değişimler test edilmiştir. Çalışma boyunca; 6 hafta süresince günde 6 adet yenen, *B. excelsa* (yaklaşık 48 µg selenyum) tohumlarının plazmada selenyum düzeyinin yükselmesine bağlı olarak rektal mRNA SePP ekspresyonunu regüle ettiği gösterilmiştir. Ayrıca, çalışma sonucunda brezilya fındığı ve yeşil çay ekstresi kapsülleri ile karşılaştırıldığında

kombinasyonun; biyobelirteçler üzerinde gösterdiği değişimlerin ve risk faktörleri üzerinde meydana getirdiği etkinin birbirlerinden anlamlı derecede ayrılmadığı görülmektedir. Araştırmacıların, *B. excelsa* tohumlarının kanser önleyici etki mekanizmasında bitkinin içerdiği selenyumun yanı sıra; diğer fitokimyasalların da etkili olabileceği yönünde değerlendirmeleri bulunmaktadır (Yang, 2009; Hu ve ark., 2016; Cardoso ve ark., 2017).

### **Sinir Sistemi Üzerine Etki**

Brezilya'da yapılan bir çalışmada; hafif bilişsel bozukluk tedavisinde, yüksek selenyum içeriğine sahip Brezilya fındığının etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada yer alan hastaların, 6 ay boyunca, günde bir tane (yaklaşık 288,75 µg Se/gün) Brezilya fındığı tüketmeleri sağlanmıştır. Takiben; kan selenyum konsantrasyonları, eritrosit glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitesi, oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi ve malon-dialdehit düzeyleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Brezilya fındığı tüketiminin selenyum eksikliğini giderdiğini ve hafif bilişsel bozukluk tanısı konulan hastaların, bazı bilişsel işlevleri üzerinde olumlu etkileri olabileceği yönündedir (Cardoso ve ark., 2016).

Amerika'da yapılan başka bir çalışmada ise; selenyum eksikliği ve epilepsi arasındaki mekanizma araştırılmıştır. Selenoproteinler yardımıyla, selenyumun nöron koruyucu etki gösterdiği ve epilepsi nöbetlerine karşı diğer ilaçlarla beraber kullanıldığında fayda sağladığı saptanmıştır (Rocourt ve ark., 2011).

Günde 1-2 adet Brezilya fındığı, günlük selenyum ve doymamış yağ asitleri ihtiyacına cevap vermektedir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Araştırma Konseyi (The United States National Research Council) verilerine göre; günlük alınması gereken selenyum düzeyinin, 60-120 µg olduğu belirtilmiştir (Chunhieng, 2004).

Gıda ve Beslenme Kurulu, Tıp Enstitüsü (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine) verilerine göre ise; günlük alınması tavsiye edilen selenyum miktarı (Tablo 3) aşağıda özetlendiği gibidir (NIH, 2018).

**Tablo 3.** Günlük alınması tavsiye edilen selenyum ( $\mu\text{g}$ ) miktarları (NIH, 2018).

YAŞ	ERKEK ( $\mu\text{g}$ )	KADIN ( $\mu\text{g}$ )	HAMİLELİK ( $\mu\text{g}$ )	LAKTASYON DÖNEMİ( $\mu\text{g}$ )
Doğum- 6 ay	15	15		
7-12 ay	20	20		
1-3 yaş	30	30		
4-8 yaş	40	40		
9-13 yaş	55	55		
14-18 yaş	55	55	60	70
19-50 yaş	55	55	60	70
50 yaş üstü	55	55		

### Toksikolojik Bilgiler

Bitki tohumlarının; ağız yoluyla alınmasını takiben absorpsiyon, dağılım, metabolizma ve emilimine yönelik herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır.

*B. excelsa* tohumları üzerinde yapılmış bir akut toksisite testi bulunmamakla birlikte; yüksek miktarda selenyum içermesinden dolayı, uzun süreli kullanımının selenyum toksisitesine neden olabileceği bildirilmiştir. Selenyum için günlük alım miktarları (Tablo 3) daha önce verilmiştir. Gıda ve Beslenme Kurulu,

Tıp Enstitüsü (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine) verilerine göre, yetişkinler için üst limitler (Tablo 4) ise; aşağıda yer aldığı gibidir (NIH, 2018). Günlük 2400-3000  $\mu\text{g}$  Se/gün dozunda uzun süreli tüketim sonrası, toksisite riski uyarısı yapılmaktadır. Akut selenyum toksisitesi, yüksek miktarlarda selenyum içeren standardizasyonu sağlanmamış ürünlerin kullanılmasından kaynaklanmıştır (Chunhieng, 2004; NIH, 2018). Bitkinin kısımlarına dair kronik toksisite çalışmalarına rastlanmamıştır.

**Tablo 4.** Selenyum ( $\mu\text{g}$ ) için tolere edilebilen en yüksek düzeyler (NIH, 2018).

YAŞ	ERKEK ( $\mu\text{g}$ )	KADIN ( $\mu\text{g}$ )	HAMİLELİK ( $\mu\text{g}$ )	LAKTASYON DÖNEMİ( $\mu\text{g}$ )
Doğum- 6 ay	45	45		
7-12 ay	60	60		
1-3 yaş	90	90		
4-8 yaş	150	150		
9-13 yaş	280	280		
14-18 yaş	400	400	400	400
19 yaş üstü	400	400	400	400

*Bertholletia excelsa*, geniş bir kök sistemine sahip olduğundan; tohumlarının oldukça yüksek oranda radyum ve baryum içerdiği de bilinmektedir. Baryum ve radyum kimyasal açıdan çok benzer yapıda olmakla birlikte; aralarındaki en önemli fark radyumun radyoaktif özellikte olmasıdır (Oak Ridge Associated Universities, 2009).

Baryum doğada tek başına değil de, diğer elementler ile birlikte iki değerlikli bir katyon halinde bulunur ve esas olarak çözünür tuz formları toksiktir. Brezilyada yapılan bir çalışmada, Brezilya fındığında yüksek oranda yer alan baryumun, kimyasal formu

araştırılmış; çözünmez tuz formları olan baryum selenat ve baryum sülfür halinde yer aldığı saptanmıştır. Bu durum Brezilya fındığının taşıdığı yüksek oranda selenyum ve sülfür miktarları ile ilişkilendirilmiş; tohumların toksik olmadığını da kanıtlar nitelikte olduğu vurgulanmıştır (Gonçalves ve ark., 2009).

Tohumlardaki radyum miktarı ise; aynı bölgede yetişen sebzelere göre 2-4 kat daha fazla olup; bitkide Ra-226 ve Ra-228 karışımı şeklinde bulunur. Tahmin edilebileceği gibi, tohumlarda yer alan Ra-226 ve Ra-228 içeriği, bitkinin yetiştiği bölgelere göre değişmekte; miktarlar da literatürler arası büyük farklılık

lar göstermektedir. Genel olarak Brezilya fındığında yer alan radyum, diğer gıdalardakine göre yaklaşık 1000 kat daha fazladır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'na göre, birçok radyoaktif madde, Grup 1 kanserojen ajan olarak kabul edilmektedir. Kanserojen aktivite,  $^{224}\text{Ra}$  veya  $^{226}\text{Ra}$  veya  $^{228}\text{Ra}$  ve bunların bozulma ürünlerinin yaydığı gibi bir radyasyon ile ilişkilendirilir. Brezilya fındığında yer aldığı haliyle radyumun radyoaktif ve Grup 1 kanserojen ajan olduğu bilinmekle birlikte; Brezilya fındığı içeriğindeki radyumun insan vücudunda kalmadığını ortaya konmuştur (Parekh ve ark., 2008; Oak Ridge Associated Universities, 2009; Martins ve ark., 2012; Mazokopakis ve Lontiris, 2018). Sonuç olarak Brezilya fındığının baryum ve radyum açısından herhangi bir sağlık riski taşımadığı söylenebilir.

#### Yan Etki ve Uyarılar

Bazı duyarlı kişilerde; diğer kabuklu yemişler (yer fıstığı, badem, fındık, ceviz) ve deniz hayvanları tüketiminde de olabileceği gibi alerjik reaksiyonlar görülebilir (Alcocer ve ark., 2012; de la Cruz ve ark., 2013; Kluczkovski ve ark., 2015b). Bitkinin selenyum içeriğinin yüksek olması nedeniyle aşırı tüketiminden kaçınılmalıdır. Aksi takdirde; nefesin sarımsak kokması, saç ve tırnak kaybı, cilt lezyonları, sinir sistemi rahatsızlıkları, felç gibi olumsuz etkiler görülebilir (Parekh ve ark., 2008). Günlük alım üst limitleri (Tablo 4) daha önce belirtilmiştir. Gönüllüler üzerinde yapılmış çalışmalar mevcut olup, serumdaki selenyum düzeylerinin uygun aralıkta tutulmasına yönelik olumlu sonuçlar alınmıştır (Cardoso ve ark., 2017).

Bebekler ve çocukların tüketimine uygun değildir. Yaşlı ve hamileler konusunda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

#### SONUÇ

Bu derlemede; özellikle Güney Amerika'da gıda olarak tüketilen, ülkemizde de popülerliği gün geçtikçe artan Brezilya fındığının botanik özellikleri, elde edilme ve kullanım alanları, geleneksel kullanımı, kimyasal bileşimi, biyolojik etkileri, toksikolojik bilgileri, yan etki ve uyarıları açısından bilimsel verilere dayanarak incelenmiştir.

Bilimsel çalışmalar, geleneksel kullanımı çok eski tarihlere dayanan *B. excelsa* tohumlarının; taşıdığı makro ve mikro besin elemanları nedeniyle, sağlık

üzerinde faydalı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Tohumların içerdiği karbonhidrat miktarının düşük olmasına rağmen, yağ ve protein içeriği çok yüksektir (Gomes ve Torres, 2016).

Brezilya fındığının; zengin fitokimyasal içeriği nedeniyle, bilimsel çalışmalarla kanıtlanmış kuvvetli biyolojik etkiler gösterdiği bilinmesine rağmen, uzun süreli kullanımına ilişkin ortak fikir birliği bulunmamaktadır. Fikir ayrılıklarının nedeni; aflotoksin taşıma riski, içerdiği radyoaktif özellikte elementlerinin oranı, sebep olabileceği alerjik reaksiyonlar ile yüksek selenyum miktarıdır.

Dünya Sağlık Örgütü verileri incelendiğinde; *Bertholletia excelsa* tohumlarının tıpkı çeşitli tahıllar (özellikle mısır, buğday, pirinç), kabuklu yemişler (yer fıstığı, fındık, fıstık, badem, ceviz), Hindistan cevizi, kuru incir gibi aflatoksinlerle kontamine olma riski taşıdığı belirlenmiştir. Son yıllarda bitkinin yetiştiği bölgelerde geliştirilen iyi üretim uygulamalarıyla, bu riskin önüne önemli ölçüde geçilmiş olsa da; mikotoksinlerden kaynaklanan söz konusu sağlık riskini en aza indirmek için ürünlerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve küflü renksiz, buruşmuş olanların seçilerek alınması önerilmektedir. Ayrıca tohumların mümkün olduğunca taze olarak tüketilmesi, böceklerden uzak, çok sıcak olmayan, kuru bir ortamda doğru şekilde saklanması da vurgulanmıştır (Cardoso ve ark., 2017; WHO, 2018).

Öte yandan; tohumların yüksek oranda içerdiği radyum ve baryum miktarları 1930'lu yıllarda rapor edilmiş olup; geleneksel kullanımının da desteklediği gibi, insan vücudunda emilime uğramadığından herhangi bir etki göstermediği eski tarihli bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Oak Ridge Associated Universities, 2009).

Alerjik reaksiyonlar ise; tamamen kişilerarası farklılıklar neticesinde, yalnızca duyarlı bireylerde, tıpkı diğer kabuklu yemişlerin tüketiminde de olduğu gibi gelişebilmektedir ve literatüre geçen vakalar incelendiğinde sınırlı sayıda olduğu görülmektedir.

Tohumlarının selenyumu yüksek oranda taşıması, Brezilya fındığına dair ele alınması gereken en önemli husustur. Selenyum, insan vücudunun temel gereksinim duyduğu minerallerden biri olup; eksikliği immun sistem fonksiyon bozuklukları; prostat, kara-



ciğer, akciğer ve özafagus kanserleri; nörolojik ve endokrin bozukluklar gibi çok ciddi rahatsızlıklara yol açmaktadır. Öte yandan Brezilya fıındığı tüketimine bağılı olarak gelişen selenyum toksisitesi; saç ve tırnak kaybı, cilt lezyonları, sinir sistemi rahatsızlıkları ve felç gibi olumsuz etkilere yol açabilir.

Brezilya fıındığı tüketiminin, yüksek selenyum içeriğı sebebiyle Tip II Diyabet'e neden olabileceğı de ileri sürülmektedir. Brezilya fıındığı'nın bir tanesinin içerdiği selenyum miktarı; hem bitkinin yetiştiğı bölgeye göre değıştiğinden, hem de varolan içerik her zaman stabil olmadığından büyük farklılıklar gösterilir. Bu sebeple; brezilya fıındığı tüketen kişilerde Tip II Diyabet'e yakalanma riski, tüketilen Brezilya fıındığı sayısıyla ilişkilendirilememiştir (Mazokopakis ve Liontiris, 2018). Bu bakımdan; brezilya fıındığı'nın selenyum içeriğı açısından standardizasyonu büyük önem taşır.

Ancak, göz önünde bulundurulması gereken bir başka husus; günümüzde multivitamin takviyesi ve sadece selenyum içeren ve gıda desteğı olarak satılan selenyum preparatlarının piyasadaki mevcudiyeti düşünülduğünde, selenyumun kontrollü olarak belirli bir miktar tüketimi, sağığa yararlı etkileri nedeniyle önerilmektedir. Nitekim; yapılan son çalışmalar günde 1 adet brezilya fıındığı tüketiminin, obez kadınlar ve yaşlılarda selenyum düzeylerini düzenlediğini ortaya koymaktadır (Armelin ve ark., 2016). Yine *B. excelsa* tohumları ile zenginleştirilmiş kahvaltı gevrekleri, ekmek ve kek gibi gıdaların düzenli tüketilmesinin selenyum eksikliğine, antioksidanların ve doymamış yağ asitlerinin alınımının artışı sağladığına dair tavsiyeler de bulunmaktadır (Cardoso ve ark., 2017).

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar finansal veya başka bir yolla çıkar çatışmaları olmadığını beyan ederler.

#### KAYNAKLAR

Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2009). Natural antioxidants in tree nuts. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111(11), 1056-1062. doi:10.1002/ejlt.200900098

Alasalvar, C., & Bolling, B. W. (2015). Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(2), S68-S78. doi: 10.1017/

S0007114514003729

- Alcocer, M., Rundqvist, L., & Larsson, G. (2012). Ber e 1 protein: The versatile major allergen from Brazil nut seeds. *Biotechnology Letters*, 34(4), 597-610. doi:10.1007/s10529-011-0831-1
- Armelin, M. J., Maihara, V. A., Cozzolino, S. M. F., da Silva, P. S. C., & Saiki, M. (2016). Activity levels of gamma-emitters in Brazil nuts. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 4(1), 1-9. doi numarası: 10.15392/bjrs.v4i1.200
- Cardoso, B.R., Apolinário, D., da Silva Bandeira, V., Busse, A. L., Magaldi, R. M., Jacob-Filho, W., & Cozzolino, S. M. F. (2016). Effects of Brazil nut consumption on selenium status and cognitive performance in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled pilot trial. *European Journal of Nutrition*, 55(1), 107-116. doi:10.1007/s00394-014-0829-2
- Cardoso, B. R., Duarte, G. B. S., Reis, B. Z., & Cozzolino, S. M. F. (2017). Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Research International*, 100, 9-18. doi:10.1016/j.foodres.2017.08.036
- Carvalho, R. F., Huguenin, G. V. B., Luiz, R. R., Moreira, A. S. B., Oliveira, G. M. M., & Rosa, G. (2015). Intake of partially defatted Brazil nut flour reduces serum cholesterol in hypercholesterolemic patients- a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*, 14(1). doi:10.1186/s12937-015-0036-x
- Chunhieng, T., Goli, T., Piombo, G., Pioch, D., Brochier, J., Montet, D., & Photo Pioch, P. D. (2004). Recent analysis of the composition of Brazil nut *Bertolletia excelsa*. *Bois et Forêts des tropiques*, (280), 91-98. doi:10.1590/S0103-50532008000700021.
- Coelho-Ferreira, M. (2009). Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil). *Journal of Ethnopharmacology*, 126, 159-175. doi:10.1016/j.jep.2009.07.016
- Colpo, E., Dalton D.A. Vilanova, C., Reetz, L. G. B., Duarte, M. M. M. F., Farias, I. L. G., Meinerz, D. F., ... Da Rocha, J. B. T. (2014). Brazilian nut consumption by healthy volunteers improves inflammatory parameters. *Nutrition*, 30(4), 459-465. doi:10.1016/j.nut.2013.10.005

- De la Cruz, S., López-Calleja, I. M., Alcocer, M., González, I., Martín, R., & García, T. (2013). Taq-Man real-time PCR assay for detection of traces of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in food products. *Food Control*, 33(1), 105–113. doi:10.1016/j.foodcont.2013.01.053
- Gomes, S., & Torres, A. G. (2016). Optimized extraction of polyphenolic antioxidant compounds from Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake and evaluation of the polyphenol profile by HPLC. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(8), 2805–2814. doi:10.1002/jsfa.7448
- Gonçalves, A. M., Fernandes, K. G., Ramos, L. A., Cavalheiro, É. T. G., & Nóbreg, J. A. (2009). Determination and fractionation of barium in Brazil nuts. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 20(4), 760–769. doi:10.1590/S0103-50532009000400020
- Hu, Y., McIntosh, G. H., Le Leu, R. K., Somashekar, R., Meng, X. Q., Gopalsamy, G., ... & Young, G. P. (2016). Supplementation with Brazil nuts and green tea extract regulates targeted biomarkers related to colorectal cancer risk in humans. *British Journal of Nutrition*, 116(11), 1901–1911. doi:10.1017/S0007114516003937
- John, J. A., & Shahidi, F. (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*, 2(3), 196–209. doi:10.1016/j.jff.2010.04.008
- Kluczkovski, A. M., Martins, M., Mundim, S. M., Simoes, R. H., Nascimento, K. S., Marinho, H. A., Junior, A. K. (2015a). Properties of Brazil nuts: A review. *African Journal of Biotechnology*, 14(8), 642–648. doi:10.5897/ajb2014.14184
- Kluczkovski, A. M., & Scussel, V. M. (2015b). Brazil nut allergy: A review. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 9(26), 633–644. doi:10.5897/ajpp2014.4206
- Lim, T. K. (2016). Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants Springer*, 10, 1–659. doi:10.1007/978-94-017-7276-1
- Maranhao, P. A., Kraemer-aguiar, L. G., Oliveira, C. L., Kuschnir, M. C. C., Vieira, Y. R., Souza, M. G. C., & Koury, J. C. (2011). Nutrition & Metabolism This Provisional PDF corresponds to the article as it appeared upon acceptance . Fully formatted Brazil nuts intake improves lipid profile , oxidative stress and microvascular function in obese adolescents : a randomized controlled. *Nutrition & Metabolism*, 8(1), 32. doi:10.1186/1743-7075-8-32.
- Martins, M., Pacheco, A. M., Cyra, A., Lucas, S., Casanova Andrello, A., Appoloni, C. R., ... Xavier, M. (2012). Brazil nuts: determination of natural elements and aflatoxin. *Acta Amazonica*, 42(1), 157–164. doi:10.1590/S0044-59672012000100018
- Mazokopakis, E. E., & Lontiris, M. I. (2018). Commentary: Health Concerns of Brazil Nut Consumption. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 24(1), 3–6. doi:10.1089/acm.2017.0159.
- Mori, S. A., Prance, G. T. (1990). Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany*, 8, 130–150.
- Muniz, M. A. P., dos Santos, M. N. F., da Costa, C. E. F., Morais, L., Lamarão, M. L. N., Ribeiro-Costa, R. M., & Silva-Júnior, J. O. C. (2015). Physicochemical characterization, fatty acid composition, and thermal analysis of *Bertholletia excelsa* HBK oil. *Pharmacognosy magazine*, 11(41), 147. doi:10.4103/0973-1296.149730
- NIH (National Institutes of Health). (2018), Selenium, Fact Sheet for Health Professionals, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>, Erişim tarihi: 14 Haziran 2019.
- Oak Ridge Associated Universities, (2009), Brazil Nut, [https://www.ora.u.edu/ptp/collection/consumer %20products/brazilnuts.htm](https://www.ora.u.edu/ptp/collection/consumer%20products/brazilnuts.htm), Erişim tarihi: 14 Haziran 2019.
- Özcan, M. M., Juhaimi, F. Al, & Uslu, N. (2018). The effect of heat treatment on phenolic compounds and fatty acid composition of Brazilian nut and hazelnut. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 376–380. doi:10.1007/s13197-017-2947-3
- Parekh, P. P., Khan, A. R., Torres, M. A., & Kitto, M. E. (2008). Concentrations of selenium, barium, and radium in Brazil nuts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(4), 332–335. doi:10.1016/j.jfca.2007.12.001

- Pereira, E., Ferreira, M. C., Sampaio, K. A., Grimaldi, R., Meirelles, A. J. de A., & Maximo, G. J. (2019). Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chemistry*, 278, 208–215. doi:10.1016/j.foodchem.2018.11.016
- Rocourt, C., Yu, Y., & Cheng, W.-H. (2011). Epilepsy: Selenium and Aging. In *Clinical and Genetic Aspects of Epilepsy*. [Afawi, Z. (Ed.)] BoD–Books on Demand, 75–93. doi:10.5772/17203
- Rodrigues, J. E., Araújo, M. E., Azevedo, F. F. M., & Machado, N. T. (2005). Phase equilibrium measurements of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) oil in supercritical carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, 34(2), 223–229. doi:10.1016/j.supflu.2004.11.018
- Santos, O. V., Corrêa, N. C. F., Carvalho, R. N., Costa, C. E. F., França, L. F. F., & Lannes, S. C. S. (2013). Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut kernels, oil and defatted cake, *Food Research International* 51(2), 841–847. doi:10.1016/j.foodres.2013.01.054
- Schott, K. L., Assmann, C. E., Teixeira, C. F., Boligon, A. A., Waechter, S. R., Duarte, F. A., ... da Cruz, I. B. M. (2018). Brazil nut improves the oxidative metabolism of superoxide-hydrogen peroxide chemically-imbalanced human fibroblasts in a nutrigenomic manner. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 519–526. doi:10.1016/j.fct.2018.09.038
- Shepard, G. H., & Ramirez, H. (2011). “Made in Brazil”: Human Dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in Ancient Amazonia. *Economic Botany*, 65(1), 44–65. doi:10.1007/s12231-011-9151-6
- Soldán, M. P., FAO. (2003), The impact of certification on the sustainable use of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia, <http://www.fao.org/forestry/foris/pdf/NWFP/Brazilnuts>, Erişim tarihi: 14 Haziran 2019.
- Stockler-Pinto, M B, Malm, O., Moraes, C., Farage, N. E., Silva, W. S., Cozzolino, S. M. F., & Mafra, D. (2015a). A Follow-up Study of the Chronic Kidney Disease Patients Treated with Brazil Nut: Focus on Inflammation and Oxidative Stress. *Biological Trace Element Research*, 163(1–2), 67–72. doi:10.1007/s12011-014-0167-5.
- Stockler-Pinto, Milena Barcza, Carrero, J. J., Weide, L. de C. C., Cozzolino, S. M. F., & Mafra, D. (2015b). Efecto de la suplementación de selenio a través de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*, HBK) en los niveles de hormonas tiroideas en pacientes de hemodiálisis: Un estudio piloto. *Nutricion Hospitalaria*, 32(4), 1808–1812. doi:10.3305/nh.2015.32.4.9384
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2017). Phenolic compounds in natural and roasted nuts and their skins: a brief review. *Current Opinion in Food Science*, 14, 103–109. doi:10.1016/j.cofs.2017.03.001
- Tauchen, J., Bortl, L., Huml, L., Miksatkova, P., Doskocil, I., Marsik, P., ... Kokoska, L. (2016). Phenolic composition, antioxidant and anti-proliferative activities of edible and medicinal plants from the peruvian amazon. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 26(6), 728–737. doi:10.1016/j.bjp.2016.03.016
- Thomson, C. D. (2011). Brazil Nuts (*Bertholletia excelsa*): Improved Selenium Status and Other Health Benefits. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (pp. 245–252). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-375688-6.10029-5
- WHO (World Health Organization), (2018), Mycotoxins, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>, Erişim Tarihi: 14 Haziran 2019.
- Yang, J. (2009). Brazil nuts and associated health benefits: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 42(10) 1573–1580. doi:10.1016/j.lwt.2009.05.019

