FOOD and HEALTH



FOOD and HEALTH
E-ISSN 2602-2834

Food Health 8(4), 334-343 (2022) • https://doi.org/10.3153/FH22031 *Review Article*

Çimlendirilmiş besinler ve sağlık üzerine etkileri

Zeynep KALAYCI, Aysel ŞAHİN KAYA

Cite this article as:
Kalaycı, Z. Şahin Kaya, A. (2022). Çimlendirilmiş besinler ve sağlık üzerine etkileri. *Food and Health,* 8(4), 334-343. https://doi.org/10.3153/FH22031

Antalya Bilim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Antalya, Türkiye

ORCID IDs of the authors:
Z.K. 0000-0002-9148-4164
A.Ş.K. 0000-0001-7234-4900

Submitted: 04.03.2022
Revision requested: 07.06.2022
Last revision received: 22.06.2022
Accepted: 22.06.2022
Published online: 20.09.2022

Correspondence: Zeynep KALAYCI
E-mail: zeynep.kalayci@antalya.edu.tr

© 2022 The Author(s)

Available online at
http://jfhs.scientificwebjournals.com

ÖZ

Bitki filizleri birçok ülkede tüketime hazır sağlıklı gıdalar olarak dikkatleri üzerine çekmektedir. Nem ve sıcaklık başta olmak üzere, ortama besin ilavesi gibi farklı işlemler de optimum çimlenmenin sağlanması için gereklidir. Çimlenme, bitkilerin besin kalitesini iyileştirmek için ucuz ve etkili bir yöntemdir. Geçmişte buğday ve arpa gibi bazı tahıllar başta olmak üzere, baklagillerin çimlendirilmesi de yaygın bir uygulama iken günümüzde yonca, brokoli, soya fasulyesi ve diğer bazı tahıl taneleri çimlendirilerek filiz halinde tüketilmesi söz konusudur. Çimlenmeyle antibesinsel faktörlerinin miktarı azalmakta; fenolik bileşikler, fitosteroller, folat, gama aminobütirik asit gibi biyoaktif bileşiklerin miktarı, antioksidan aktivite ve sindirilebilirlik de artabilmektedir. Ayrıca Ɣ-orizanol ve aminoasitler gibi yeni bileşiklerin sentezi de çimlenme sürecinde artmaktadır. Çimlendirilmiş besinlerin birçok fizyolojik etkisinin bulunmasının yanı sıra; bu besinlerin kanser, diyabet, kalp-damar hastalıkları ve nörolojik hastalık gibi hastalık riskinde azalmaya sahip olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle çimlendirilmiş besinler fonksiyonel besin olarak kabul edilmektedir. Çimlendirilmiş besinlerin çeşitli biyolojik aktiviteleri halen kesin olarak kanıtlanmamıştır. Bu nedenle çimlendirilmiş besinlerin çeşitli biyoaktif bileşen içerikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Çimlendirme, Fonksiyonel besin, Sağlık

ABSTRACT

Germinated foods and their effects on health

Plant sprouts attract attention as ready-to-eat healthy foods in many countries. Different processes such as adding nutrients to the environment, especially humidity and temperature, are also necessary to ensure optimum germination. Germination is an inexpensive and effective method for improving the nutritional quality of plants. In the past, germination of legumes, especially some grains such as wheat and barley, was a common practice, but today, alfalfa, broccoli, soybean and some other cereal grains are germinated and consumed as sprouts. The amount of antinutritional factors decreases with germination; The amount of bioactive compounds such as phenolic compounds, phytosterols, folate, gamma aminobutyric acid, antioxidant activity and digestibility can also increase. In addition, the synthesis of new compounds such as Ɣ-oryzanol and amino acids increases during the germination process. In addition to the many physiological effects of germinated nutrients; It has been reported that these foods may have a decrease in the risk of diseases such as cancer, diabetes, cardiovascular diseases and neurological diseases. Therefore, germinated foods are considered as functional foods. Various biological activities of germinated nutrients have still not been conclusively proven. Therefore, there is a need for more studies on the various bioactive component contents of germinated foods and their effects on human health.

Keywords: Germination, Functional food, Health

Giriş

Bitki filizleri birçok ülkede tüketime hazır sağlıklı gıdalar olarak dikkatleri üzerine çekmektedir. Filizlenme olarak da adlandırılan çimlenme, tohumların, kabuklu yemişlerin, baklagillerin veya tahılların birkaç saat ıslatma sonrasında 24-48-72 saat gibi sürelerde nemli tutulması gerekliliği olan bir durumdur. Tohum veya tanenin çimlenebilmesi için belli ortam koşullarının uygun olması öncelikli kuraldır. Nem ve sıcaklık başta olmak üzere, ortama besin ilavesi gibi farklı işlemler de optimum çimlenmenin sağlanması için gereklidir. Çimlenme, bitkilerin besin kalitesini iyileştirmek için ucuz ve etkili bir yöntemdir ve bitkisel besinlerin besin değerini büyük ölçüde artırmaktadır. Ultraviyole ışık, filiz büyümesi ve gelişimi üzerinde çevresel bir faktör olarak belirgin bir etkiye sahiptir (Mewis ve ark., 2012).

Geçmişte buğday ve arpa gibi bazı tahıllar başta olmak üzere, baklagillerin çimlendirilmesi yaygın bir uygulama iken günümüzde yonca, brokoli, soya fasulyesi ve diğer bazı tahıl taneleri çimlendirilerek filiz halinde tüketilmesi söz konusudur (Yetim ve ark., 2010). Son zamanlarda bitki filizli gıdalar fonksiyonel gıda olarak kabul edilmekte ve çok fazla ilgi görmektedir. Bununla birlikte, biyolojik aktiviteleri ve sağlık yararları ile ilgili yapılan çalışmalar yetersizdir. Bu derlemenin amacı, çimlendirme işlemi uygulanan besinlerin sağlık üzerine olan yararlarını incelemektir.

Filizlendirmeyle Besinlerde Oluşan Değişiklikler

Çimlenme sırasında tohumda, enzimatik aktivite ve biyoaktif bileşikler artmaktadır. Çünkü metabolik aktivite ile; depo karbonhidratlar, proteinler ve lipitlerden çimlenme için gerekli enerji üretimi sağlanmaktadır. Ayrıca Ɣ-aminobütirik asit (GABA), Ɣ-orizanol ve kullanışlı aminoasitler gibi yeni bileşiklerin sentezi de çimlenme sürecinde artmaktadır (Xu ve ark., 2020).

Fenolik bileşikler, bitkisel besinlerde bulunan ikincil metabolitlerdir. Genellikle serbest radikallerden, reaktif oksijen türlerinden ve prooksidanlardan türetilen oksidatif stresle mücadele ederek, onları oksidasyondan korumak için antioksidan görevi görmektedirler. Diyetimizdeki doğal fenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri, insan sağlığını geliştirmedeki çok yönlü işlevleriyle bağlantılıdır (Xu ve ark., 2020).

Tahıl ve bakliyat ürünleri, insan diyetine en büyük kalori ve protein kaynağını sağlayan ilk iki bitkisel besindir. İnsanlar ve hayvanlar üzerinde yapılan son müdahale araştırmaları, tahıl ve bakliyat mahsullerinin biyolojik olarak aktif, ancak nispeten düşük miktarlarda fenolik bileşikleri içerdiğini ve fenolik bileşiklerin kronik hastalık riskinin azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Jayathilake ve ark., 2018). Tahıl ve bakliyatlardaki fenolik bileşiklerin miktarını ve antioksidan aktivitesini geliştirmek amacıyla birtakım yöntemler kullanılmıştır. Yüzyıllardır tohum çekirdeklerini yumuşatmak için kullanılan süreç olan çimlendirme, besin değerini iyileştirme ve özellikle bakliyatlarda antibesinsel faktörleri azaltma başarısı sayesinde son zamanlarda büyük ilgi görmektedir (Mäkinen ve Arendt, 2015; Yeo ve Shahidi, 2015). Çimlendirme yöntemi insan sağlığını iyileştirmek için insan diyetine dahil edilmesinin yanı sıra, aynı zamanda lipit oksidasyonunu etkili bir şekilde önlemek için gıda antioksidanları olarak da kullanılabilmektedir (Xu ve ark., 2020).

Çok sayıda araştırma (Yeo ve Shahidi, 2015; Guzmán-Ortiz ve ark., 2017), çimlenmenin tahıl ve bakliyatlardaki fenolik bileşiklerin miktarını artırmak için umut verici bir yol olduğunu gösterse de, fenolik bileşiklerin dinamik değişimleri nedeniyle bu konu hala tartışmalıdır. Örneğin López-Amorós ve ark. (2006) ve Xu ve ark. (2018), çimlenme sürecinde mercimekten ekstrakte edilebilen fenolik bileşik içeriğinin azaldığını ifade ederken; diğer araştırmacılar (Yeo ve Shahidi, 2015) çimlenme sürecinde mercimekteki ekstrakte edilebilen fenolik bileşik içeriğinin arttığını rapor etmişlerdir. Tohumun çimlenmesi sürecinde, fenolik bileşiklerin metabolizmasıyla ilgili genel olarak üç olay vardır. Bunlardan ilki, çekirdek çimlenmesi sürecinde glukoz veya aromatik aminoasitlerden, doğal fenolik bileşiklerin sentezinin başlamasıdır. Sitozolde, oksidatif pentoz fosfat, glikolitik ve şikimat yolu (folat ve aromatik aminoasitlerin biyosentezi için bitkiler tarafından da kullanılabilen bir metabolik yoldur) ile birlikte fenilalanin gibi aromatik aminoasitler üretilebilmekte ve fenolik asitlere dönüşebilmektedir (Stalker ve ark., 1985). İkincisi, makromoleküler besinler, enzimler tarafından ayrıştırılmakta ve bunun sonucunda bağlı formlarından fenolik bileşikler salınmaktadır. (Paucar-Menacho ve ark., 2017). Üçüncüsü, fenolik bileşikler, serbest radikalleri temizlemek için veya sinyal bileşiklerinin ara ürünleri olarak tüketilirler. Tohumun türü ve çimlenme ortamı, çimlenme sürecinde fenolik bileşiklerin bu üç olaydaki transformasyonunun belirlenmesindeki iki önemli faktördür. Bu sebeplerle kompleks çimlenme prosedürü sonrasında, fenolik bileşiklerin toplam miktarı ve antioksidan aktivitesinin azalması veya artması şaşırtıcı değildir (Xu ve ark., 2020).

Avenantramitler, esas olarak yulafta bulunan ve yulaf ürünlerinin taze tadına katkıda bulunan fenolik bileşiklerdir. Çimlenmeyle, bu bileşiklerin yaklaşık %20 oranında arttığı bildirilmiştir. Çimlendirmenin besinlerde sterol içeriğini artırdığına dair kanıtlar da mevcuttur (Skoglund ve ark., 2008).

Çimlenmenin ayrıca buğdayın E vitamini içeriğinde artışa neden olduğu bildirilmiştir. Lee ve ark. (2007), Kore'ye özgü

olan sert pirinçte çimlenme sonrasında; ham protein, yağ, toplam diyet posası ve şeker içeriğinin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Sert pirincin özellikle esansiyel protein içeriğinde artış meydana geldiği rapor edilmiştir. Ayrıca GABA, Ɣ-orizanol, α-tokoferol, α-tokotrienol, Ɣ-tokotrienol içeriklerinin de arttığı bildirilmiştir (Lee ve ark., 2007). GABA, doğada yaygın olarak bulunan, anti-hipertansif ve antidepresan aktiviteler gibi sayısız ve önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip güçlü bir biyoaktif bileşik olarak kabul edilmektedir (Cui ve ark., 2020). Ɣ-orizanol ise, temel kaynağı pirinç kepeği olan önemli bir biyoaktif maddedir. Ɣ-orizanolün kolesterol düşürücü, antioksidan, trombosit agregasyonunu azaltıcı, sinirsel dengesizlikleri ve menopoz sıkıntılarını azaltıcı, kas kütlesini artırıcı, fekal safra asidi atımını artırıcı ve tümör büyümesini engelleyici etkileri rapor edilmiştir (Tuncel, 2016). Ayrıca çimlendirilen buğday, arpa, karabuğday ve kinoada işlem sonrası belli oranlarda C vitamini bulunduğu bildirilmiştir (Hübner ve Arendt, 2013).

Frias ve ark. (1998) Hindistan'da yetişen 10 farklı tür pirincin, çimlenme sonrasında, amiloz içeriklerinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Ayernor ve Ocloo (2007) tarafından Gana'da yapılan bir çalışmada, sert pirinçte çimlenme boyunca, nişasta içeriğinde ciddi düşüş gözlenmiştir. Sert pirincin şeker içeriğinin, önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir (Ayernor ve Ocloo, 2007). Cornejo ve ark. (2015), farklı çimlendirme sürelerinde (0 saat, 12 saat, 24 saat ve 48 saat) çimlendirilmiş pirinçten elde edilen ekmeklerin beslenme faydalarını araştırmışlardır. Farklı çimlendirme süreleriyle karşılaştırıldığında, 48 saat çimlendirilen pirinçten elde edilen undan yapılan ekmek; daha yüksek protein, lipit ve biyoaktif bileşik (GABA ve polifenoller) içeriğine sahip olması, antioksidan aktivitesinin artması, fitik asit içeriğinin (anti-besinsel öge) azalması ve glisemik indeksinin azalması nedeniyle, çalışmadaki diğer ekmek türlerine göre besleyici olarak daha üstün kalitede olduğu bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca proteinlerin *in vitro* sindirilebilirliğinde hafif bir azalma gözlenmiştir (Cornejo ve ark., 2015). Başka bir çalışmada (Ijarotimi ve Keshinro, 2012), çimlenme ve fermantasyonun Afrika locust fasulyesi ununun besin kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada fermantasyon tekniğinin anti-besin konsantrasyonunu önemli ölçüde düşürdüğü ve ayrıca besin bileşimi kompozisyonunu, özellikle filizlendirilmiş fasulye ununun amino asit profilini geliştirdiği bulunmuştur (Ijarotimi ve Keshinro, 2012).

Pal ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, esmer pirinçte çimlenmeyle protein içeriğinin arttığını; yağ ve amiloz içeriğinin azaldığını bulmuşlardır. GABA, histidin, arjinin, prolin, metiyonin ve asidik aminoasitlerin çimlenmeyle önemli derece arttığı ve bu artışın glutelin ve prolamin birikimindeki değişimle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Glutelin ve prolamin birikiminin, çimlenmeyle birlikte azaldığı rapor edilmiştir (Pal ve ark., 2016).

Genel olarak çimlenme, tam tahılların biyokimyasal kompozisyonunda önemli değişikliklere yol açmaktadır. Çimlenmeyle birlikte;

- Nişasta rezervleri, α-amilazın etkisiyle mobilize olur,
- Nitrojen içeren fraksiyonlar, oligopeptidlere ve serbest amino asitlere doğru kayar ve amino asitlerin bileşimi değişir,
- Triaçilgliseroller hidrolize olmaya başlar ve doymuş/doymamış yağ asitleri oranı yükselir,
- Anti-besinsel faktörlerinin (örneğin fitat, tripsin inhibitörü, tanen) miktarı önemli ölçüde azalır,
- Fenolik bileşikler, fitosteroller, folatlar ve GABA gibi biyoaktif bileşikler artar (Benincasa ve ark., 2019).

Çimlendirilmiş Besinlerin Sağlık Üzerine Etkileri

Tohumların çimlendirilmesi, mutfak tarihinin önemli bir bileşeni olarak Doğu ülkeleri tarafından çok uzun zamandır bilinmektedir. 1980'lerden itibaren tüketicilerin diyetetik ve egzotik sağlıklı gıdalara olan talebi nedeniyle, çimlendirilmiş tohumların tüketimi Batı ülkelerinde de popülerlik kazanmıştır (Geng ve ark., 2021).

Çimlendirme sürecinde meydana gelen modifikasyonlar, sindirim sistemi gibi işlev görmektedir ve çeşitli *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla onaylandığı gibi, makro ve mikro besinlerin ulaşılabilirliğini artırmaktadır. Çimlendirilmiş besinler, çeşitli antioksidan ve biyoaktif bileşikler açısından zengin, sağlığı teşvik edici gıdalar arasında sayılmaktadır (Geng ve ark., 2021).

Antioksidan Etki

Antioksidanlar, insan vücuduna çeşitli faydaları olan önemli biyokatif bileşiklerdir. Gıdalardaki antioksidan kapasiteden sorumlu olan başlıca bileşikler, L-askorbik asit ve fenolik bileşiklerdir (Huang ve ark., 2014).

Soya fasulyesinin çimlenmesi, biyokimyasal özelliklerinde önemli değişikliklere sebep olur. Bu değişiklikler soya fasulyesinin besinsel özelliklerini ve sağlığı geliştirici özelliğe sahiptir. Soya fasulyesi filizlerinin antioksidan kapasitesinin araştırıldığı bir çalışmada; çimlendirmenin antioksidan aktiviteyi artırıcı etkilerinin olduğu sonucuna varılmıştır (Huang ve ark., 2014). Gawlik-Dziki ve ark. (2014), brokoli filizi ek-

lenen ekmeğin antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Brokoli filizi takviyesinin, non enzimatik ve enzimatik aktivitelerde, antioksidan aktiviteyi artırdığı gösterilmiştir (Gawlik-Dziki ve ark., 2014). Świeca ve Dziki (2015) koşulları optimize ederek, buğday filizinin antioksidatif kapasitesini araştırmışlardır. En yüksek antioksidan aktivite değeri ve toplam fenolik bileşik içeriğine, 20 °C'de 4 gün süren filizlendirme işlemi sonucunda ulaşılmıştır (Świeca ve Dziki, 2015).

Pişirmenin soya fasulyesi filizlerinin antioksidan özelliği üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, pişirmenin fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitede önemli düşüşlere yol açtığı gösterilmiştir (Kumari ve Chang, 2016). Ultraviyole-B radyasyonunun soya fasulyesinin antioksidan sistemi üzerinde etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ultraviyole-B radyasyondan kaynaklanan nitrik oksit üretiminin; antioksidanları, antioksidan enzim aktivitelerini ve onların gen ekpresyonlarını modüle ederek, antioksidan aktiviteyi artırdığı bulunmuştur (Añón ve ark., 2014).

Soya fasulyesi filizi ekstrelerinin antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada, isoflavonların antioksidan aktivite sonuçlarıyla yüksek korelasyon gösterdiği bulunmuştur (Guzmánortiz ve ark., 2017). Dongyan ve ark. (2014) maş fasulyesinin antioksidan kapasitesini gözlemlemişlerdir. Farklı sürgün uzunluklarının şelasyon kapasitesi %85'in üzerinde iken; ekstraktların toplam antioksidan kapasitesinin 4.0 olduğu bulunmuştur. İlk gün filizlerinin ekstraktlarının şelasyon kapasitesinin yaklaşık %80 olduğu ve antioksidan aktivite sergilediği saptanmıştır (Dongyan ve ark., 2014).

Melatonin, mercimek filizi gibi bitkisel gıdalarda bulunan çok işlevli bir antioksidan nörohormondur. Rebollo-Hernanz ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, çimlenmeyle mercimeğin melatonin içeriğinin arttığını bildirmişlerdir. Ancak fenolik asit ve flavan-3-ollerin kaybı nedeniyle fenolik bileşik içeriğinin azaldığı rapor edilmiştir. Flavonol içeriğinin değişmeden kaldığı, mercimek filizlerindeki ana fenolik bileşiğin, esas olarak kaempferol glikozitlerden oluştuğu belirtilmiştir. Çalışmada sıçanlara mercimek filizi ekstresi oral yoldan verilmiş ve ratların melatonin seviyeleri, uygulamadan 90 dakika sonra maksimum konsantrasyona ulaşmıştır. Plazma antioksidan statüsü de mercimek filizi uygulamasından sonra arttığı gözlenmiştir (Rebollo-Hernanz ve ark., 2020).

Çözünmeyen bağlı fenoliklerin (IBP) çözünür fenoliklere (SP) oranı, çimlenme sırasında mercimeklerin ve diğer besinlerin antioksidan aktivitesindeki değişiklikleri izlemek için etkin bir yöntem olarak önerilmektedir. Yeo ve Shaidi (2015) çimlendirilmiş Richlea mercimek çeşidinin 4 gün boyunca, SP, IBP ve toplam fenoliklerin miktarını ve bu bileşiklerin antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Çimlenme süresince; IBP'lerin SP'lere oranının arttığı ve bu durumun muhtemelen çimlenme işlemi sırasında fenolik bileşik oluşumunun çözünürden çözünmez bağlı forma dönüşmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Yeo ve Shahidi, 2015).

Yapılan çalışmalarda genel olarak, çimlenmeyle birlikte besinlerdeki antioksidan özellik gösteren bileşiklerin ve antioksidan etkinin arttığı gösterilmiştir (Huang ve ark., 2014).

Antikanser Etki

Kanser, dünya çapında en önemli ölüm nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Flavonoidler ve gallik asit, klorojenik asit, ferulik asit, benzoik ve salisilik asitler, kuarsetin, kaempferol gibi fenolik bileşikler, C vitamini, glukosinolatlar, antikanser aktivite gösteren çeşitli biyokatif bileşiklerdir. Antikanser özellik gösteren diyetteki koruyucu unsurlar; selenyum, folik asit, B_{12} vitamini, D vitamini, klorofil ve antioksidanlardır (Wu ve ark., 2013).

Çimlendirilmiş esmer pirincin, kanser hücrelerinde proliferasyon ve apoptoz üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Oh ve Oh, 2004), çimlendirilmiş esmer pirinç ekstresinin, GABA seviyelerini artırarak, lösemi hücre proliferasyonunu inhibe ettiği ve kanser hücrelerinin apoptozunu stimüle ettiği bulunmuştur.

Amici ve ark. (2008) buğday filizi ekstresinin kanserde antioksidan aktivitesini araştırmışlardır. Buğday filizi ekstresiyle tedavi edilen hücrelerden, stimüle edilemeyen hücrelerde proteazom baskılanmasının meydana geldiği ve TPA (12-o-tetradekanoilforbol-13-asetat)'nın aracılık ettiği etkilerin hafiflediği bildirilmiştir (Amici ve ark., 2008).

Alumkal ve ark. (2015) sülforafanın insanlarda karsiyogenezi engelleme yeteneğinin mekanizmasını aydınlatmak için, erkek prostat kanseri vakalarında sülforafanla brokoli filizi ekstresinin etkisini inceleyen bir klinik çalışma yürütmüşlerdir. İlginç olarak, sülforafan bakımından zengin brokoli filizi ekstreleri, prostat kanseri hücrelerinde androjen reseptör sinyalini inhibe ettiği bulunmuştur (Alumkal ve ark., 2015). Gawlik-Dziki ve ark. (2014) brokoli filizinin, mide kanseri hücrelerine karşı antikanser aktivitesini değerlendirmişlerdir. Bulgular, brokoli filizi takviyesinin mide kanseri hücreleri için kimyasal önleyici etkisinin olduğunu göstermiştir (Gawlik-Dziki ve ark., 2014).

Haghparast ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, mercimek filizi ekstresinin, lenfosit hücresi üzerinde bir miktar radyo koruyucu etki gösterdiğini bulmuşlardır. Ayrıca toplam mercimek filizi ekstresinin, kök kısmına göre daha fazla antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Haghparast ve ark., 2017). Ling ve Chang (2017) soya fasulyesi filizinden elde edilen kumestrolün, prostat kanserini baskılayabileceği ve

bazı hücre sinyal yolakları aracılığıyla, prostat kanserinin tedavisinde yeni bir bileşik olabileceği belirtilmiştir.

Çimlendirilmiş besinlerin, çimlendirilmemiş olanlara göre biyoaktif bileşik içeriği daha yüksektir. Bu nedenle çimlendirilmiş besinlerin kanserin önlenmesinde etkili olabilecek bir diyet için iyi bir seçim olabileceği düşünülmektedir (Ling ve Chang, 2017).

Antihipertansif Etki

Kalp-damar hastalıklarının bir belirtisi olan yüksek kan basıncı veya hipertansiyon, önemli bir morbidite ve ölüm nedenidir. Yüksek kan basıncının diyet yoluyla kontrolü, önemli bir halk sağlığı stratejisidir (Wu ve ark., 2013).

Wu ve ark. (2013) tarafından, çimlendirilmiş esmer pirinç diyetinin hipertansif ratlarda ve hastalarda kan basıncı artışının önlenmesi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar derlenmiş ve çimlendirilmiş esmer pirincin, hipertansiyonun terapötik diyetinin bir parçası olarak kullanılabileceği önerilmiştir. Ebizuka ve ark. (2009), diyetlerinin %40'ı çimlendirilmiş esmer pirinçten oluşan spontan hipertansif ratlarda, çimlendirilmiş esmer pirincin hipertansiyon ve kan biyokimyası üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda çimlendirilmiş esmer pirincin, spontan hipertansif ratlarda, önemli ve güçlü bir antihipertansif etkisinin olduğu bildirilmiştir (Ebizuka ve ark., 2009). Esmer pirinçte çimlendirmeyle miktarı önemli ölçüde artan ferulik asitin, streptozotosin kaynaklı diyabetik ve hipertansif ratlarda kan basıncını düşürmede etkili olduğu belirtilmiştir (Ohsaki ve ark., 2008).

Meschini ve ark. (2015), hipertansif hayvan modellerinde, tartar karabuğday filizinin anti-genotoksik etkilerini araştırmışlardır. Kontrol grubuyla kıyaslandığında; tartar karabuğday filiziyle beslenen ratlarda, DNA hasarında ciddi bir azalma ve daha etkin bir DNA onarımı gösterilmiştir (Meschini ve ark., 2015).

Nakamura ve ark. (2016) karabuğday ve maş fasulyesi filizlerinin, fruktoz kaynaklı spontan hipertansif ratlarda antidiyabetik etkisini incelemişlerdir. Bulgular, karabuğday filizi tozunun, kalp atışında ve serum trigliseritlerinde önemli düşüşlere neden olduğunu göstermiştir. Maş fasulyesi filizi tozunun, kalp atımı ve serum trigliseritlerinde belirgin bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Dahası, maş fasulyesi filizi tozunun, serum total kolesterolünü önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Nakamura ve ark., 2016).

Çimlendirilmiş besinlerin antihipertansif etkisinin, GABA, diyet posası, ϒ orizanol ve ferulik asit gibi çeşitli biyoaktif bileşenlerin karmaşık aktivitelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Wu ve ark., 2013).

Antidiyabetik Etki

Diyabet insidansı, dünya çapında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artış göstermektedir. Yüksek postprandiyal kan glukoz ve insülin seviyeleri, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar için risk faktörüdür (Wu ve ark., 2013).

Pirinç tüketen toplumlarda diyabet hastalığının etkin yönetimi için çimlendirilmiş esmer pirincin, tip 2 diyabetin seyrinde önemli bir değişken olduğu bildirilmiştir. *İn vitro* veriler ve hayvan deneyleri, çimlendirilmiş esmer pirincin, bu hastalığı yönetmek için fonksiyonel bir diyet potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. GABA, ϒ-orizanol, diyet lifi, fenolikler, vitaminler gibi biyoaktif bileşikleri içermesi nedeniyle esmer pirincin; düşük insülin indeksi, kan glukozunu düşürücü, antioksidatif, antitromboz, antihipertansif, hipokolesterolomik ve nöroprotektif etkilere sahip olduğu bildirilmektedir. Beyaz pirincin, esmer pirinçle yer değiştirmesi durumunda, pirinç tüketen popülasyonlarda diyabet hastaları için çok büyük fayda sağlanabileceği düşünülmektedir (Imam ve ark., 2012a). Hem diyabetik olmayan, hem de kontrolsüz diyabetli hiperglisemili bireylerden, esmer pirinçle takviye edilen diyet alanlarda, beyaz pirinç tüketenlere göre postprandiyal kan glukozunun daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ito ve ark., 2005).

Ren ve ark. (2020) otoklavlama işleminin, çimlendirilmiş esmer pirincin (ÇEP) beslenme ve sağlık fonksiyonları üzerine etkilerini incelemişlerdir. 115°C'de 20 dakika otoklavlama işleminin, çimlendirilmiş esmer pirincin GABA ve ferulik asit seviyelerini artırdığı bulunmuştur. Buna ek olarak, 1 ay otoklavlanmış çimlendirilmiş esmer pirinç tüketiminin metabolik sendromlu hastalarda; açlık glukozu, 0.5, 1 ve 2 saatlik postprandiyal plazma glukozu, trigliserit, toplam kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolü önemli derecede azalttığı bildirilmiştir. Çalışmada, otoklavlamanın umut verici bir işleme stratejisi olduğunun altı çizilmiştir (Ren ve ark., 2020).

Imam ve ark. (2012b), ÇEP'in, streptozotosin enjeksiyonu ve yüksek yağlı diyetle indüklenen tip 2 diyabetli ratların antioksidan durumu üzerine etkisini incelemişlerdir. Ayrıca beyaz pirinç, esmer pirinç ve çimlendirilmiş esmer pirincin, katalaz ve süperoksit dismutaz genleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Diyet bileşenleri olarak, esmer pirinç ve ÇEP'in, glisemiyi ve böbrek hidroksil radikalini süpürme aktivitesini iyileştirdiği ve tip 2 diyabetli ratlarda antioksidan durumun kötüye gitmesini önlediği bulunmuştur. Benzer olarak ÇEP'in, serum kreatininin yanısıra, karaciğer enzimlerini de koruyucu özellik gösterdiği bildirilmiştir. Süperoksit dismutaz geninin upregülasyonunun, esmer pirinç ve ÇEP'in antioksidan etkilerinin altında yatan mekanizma olabileceği belirtilmiştir (Imam ve ark., 2012b).

Çimlendirilmiş besinlerin, açlık kan glukoz seviyeleri, postprandiyal kan glukoz seviyeleri ve insülin cevabına olumlu etkileri, birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Imam ve ark., 2012a, Ito ve ark., 2005).

Diğer Sağlık Etkileri

Yapılan çalışmalarda çimlendirilmiş esmer pirincin; anti-obezite (Golzarand ve ark., 2021), anti-depresyon (Mamiya ve ark., 2007), hipokolesterolomik (Roohinejad ve ark., 2010) etkilerinin de olduğu gösterilmiştir (Wu ve ark., 2013).

Lee ve ark. (2013) tarafından yürütülen, karabuğday filizinin anti-adipogenez aktivitesinin olduğunu iddia ettikleri çalışmanın sonucunda; kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, karabuğday filizinin adipozit farklılaşmasını ve adipoz hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin sekresyonunu önemli derecede baskıladığı bulunmuştur.

Golzarand ve ark. (2021), beyaz pirinçle karşılaştırıldığında esmer pirincin obeziteyi önleyici etkisinin olduğunu; ancak lipit profili ve glisemik göstergeler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Esmer pirincin aksine, önceden çimlendirilmiş esmer pirincin, beyaz pirince göre; vücut ağırlığında azalmaya neden olduğu, lipit profilini ve açlık kan glukozu seviyelerini azalttığı bulunmuştur (Golzerand ve ark., 2021).

Chang ve ark. (2015), *Helicobacter pylori* enfeksiyonunda brokoli filizi ekstraktının gastrik mukozal hasar üzerinde antioksidan aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Sonuçlar, brokoli filizi ekstraktı tedavisinin, mukozal malondialdehit konsantrasyonunu önemli ölçüde zayıflattığını gösterirken; gastrik mukozal glutatyon konsantrasyonunun tedavi altında değişmediği rapor edilmiştir. Brokoli filizi ekstraktının, gastrik mukozada lipit peroksidasyonunu önlediği ve *H. pylori* ile indüklenen gastritte sitoprotektif etkisinin olabileceği bildirilmiştir (Chang ve ark., 2015). Ek olarak, Müller ve ark. (2016), sülforafanla brokoli filizi tüketiminin, bir enfeksiyon modelinde viral yük göstergelerini azalttığı gözlemlemiştir. Bu model, zayıflatılmış canlı influenza virüsü ile inoküle edilmiştir (Müller ve ark., 2016).

Feruzza ve ark. (2016) yürüttükleri bir çalışmada, brokoli filizi sularının ince bağırsak hücrelerinin *in vitro* inflamasyon modellerindeki biyolojik aktivitesini araştırmışlardır. Bulgular brokoli filizi sularının, marjinal çinko eksikliği altında, tümör nekrozis faktör α'ya maruz kalmış insan intestinal epitel hücrelerinde, intestinal bariyer bütünlüğünü koruduğunu göstermiştir (Feruzza ve ark., 2016). Kujawska ve ark. (2016), soya fasulyesi filizinin, erkek ve dişi Wistar ratlarında, demir eksikliğini önleyici ve anti-inflamatuar aktivitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda soya fasulyesi filizlerinin; süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon S-transferaz özelliklerini artırdığı bulunmuştur. Soya fasulyesi tohumlarına ferroz sülfat eklenmesinin, inflamatuar bağırsak hastalıklarında ve demir eksikliği anemisi yaşayan bireylerde besin takviyesi olarak düşünülebileceği bildirilmiştir (Kujawska ve ark., 2016).

Hafidh ve ark. (2015) sitotoksisite ve virüs verim azaltma, virüsidal aktivite ve profilaktik aktivite testlerini kullanarak, maş fasulyesi metanol ekstraktlarının, solunum sinsityal virüsü (RSV) ve Herpes Simplex virüs-1 (HSV-1) üzerindeki antiviral atkilerini incelemişlerdir. Maş fasulyesi ekstraktının, RSV ve HSV-1 için antiviral aktivite sergilediği bulunmuştur (Hafidh ve ark., 2015).

Okada ve Okada (2016), karabuğday, brokoli, kırmızı lahana ve brüksel lahanası filizlerinin nöroprotektif özelliğini, β-amiloid seviyelerini ölçerek değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda bitki filizlerinin, β-amiloid seviyelerini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (Okada ve Okada., 2016).

Demeekul ve ark. (2021b) yaptıkları çalışmada, çimlendirilmiş esmer pirincin kardiyomyositleri mitokondriyal fonksiyon yoluyla iskemik/reperfüzyon hasarına karşı koruduğunu bulmuşlardır. Bu etkinin, çimlendirilmiş esmer pirincin biyofonksiyonel bileşik içeriğine bağlı olabileceği bildirilmiştir (Demeekul ve ark., 2021b). Başka bir çalışmada (Demeekul ve ark., 2021a), kardiyoplejik solüsyonla birlikte ÇEP tedavisinin, domuz kardiyomyositlerinde hücre canlılığını iyileştirdiği gösterilmiştir. Kardiyak cerrahiden elde edilen bulgulara göre, ÇEP grubu ile kombine kardiyoplejik solüsyonda ortalama arter basıncı ve kalp hızının sürekli stabil olduğu, ÇEP uygulanan hayvanlarda potasyum ve laktaz konsantrasyonunun eğiliminin azaldığı bildirilmiştir. Bu nedenle, ÇEP'in, antiinflamatuar yanıt oluşturması nedeniyle, iskemik reperfüzyon hasarına karşı kalp sağlığını koruyucu etkiler gösterebileceği vurgulanmıştır (Demeekul ve ark., 2021a).

Sonuç

Çimlenme, besinlerin biyokimyasal bileşiminde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Çimlenmeyle antibesinsel faktörlerin (fitat, tripsin inhibitörü, tanen) miktarında önemli ölçüde azalmaktadır. Fenolik bileşikler, fitosteroller, folat, GABA gibi biyoktif bileşiklerin miktarı artmaktadır. Ayrıca GABA, Ɣ-orizanol ve aminoasitler gibi yeni bileşiklerin sentezi de çimlenme sürecinde yükselmektedir. Besinlerin antioksidan özellikleri ve bazı vitamin içeriklerinde de artış meydana gelebilmektedir. Bu değişiklikler çimlendirilmiş besinlere "fonksiyonel besin" özelliği kazandırmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı çimlendirilmiş besinlerin, antioksidan, antidiyabetik, antiobezite, antikanser, nöroprotektif vb. özellikleri gösterilmiştir. Çimlendirilmiş besinlerin çeşitli biyolojik

aktiviteleri *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda halen kesin olarak kanıtlanmamıştır. Bu nedenle çimlendirilmiş besinlerin çeşitli biyoaktif bileşen içerikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili daha fazla sayıda çalışma yapılmalıdır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alumkal, J.J., Slottke, R., Schwartzman, J., Cherala, G., Munar, M., Graff, J.N., . . . Gibbs, A. (2015). A phase II study of sulforaphane-rich broccoli sprout extracts in men with recurrent prostate cancer. *Investigational new drugs, 33*(2), 480-489. https://doi.org/10.1007/s10637-014-0189-z

Amici, M., Bonfili, L., Spina, M., Cecarini, V., Calzuola, I., Marsili, V., . . . Gianfranceschi, G. (2008). Wheat sprout extract induces changes on 20S proteasomes functionality. *Biochimie,* 90(5), 790-801. https://doi.org/10.1016/j.biochi.2007.12.001

Añón, A., López, J.F., Hernando, D., Orriols, I., Revilla, E., Losada, M.M. (2014). Effect of five enological practices and of the general phenolic composition on fermentation-related aroma compounds in Mencia young red wines. *Food chemistry,* 148, 268-275. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.056

Ayernor, G., Ocloo, F. (2007). Physico-chemical changes and diastatic activity associated with germinating paddy rice (PSB. Rc 34). *African Journal of Food Science,* 1(3), 037-041.

Benincasa, P., Falcinelli, B., Lutts, S., Stagnari, F., Galieni, A. (2019). Sprouted grains: A comprehensive review. *Nutrients,* 11(2), 421.

Chang, Y.W., Jang, J.Y., Kim, Y.H., Kim, J.-W., Shim, J.-J. (2015). The effects of broccoli sprout extract containing sulforaphane on lipid peroxidation and Helicobacter pylori infection in the gastric mucosa. *Gut and Liver, 9*(4), 486. https://doi.org/10.5009/gnl14040

Cornejo, F., Caceres, P.J., Martínez-Villaluenga, C., Rosell, C.M., Frias, J. (2015). Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads. *Food Chemistry,* 173, 298-304. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.037

Cui, Y., Miao, K., Niyaphorn, S., Qu, X. (2020). Production of gamma-aminobutyric acid from lactic acid bacteria: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences,* 21(3), 995. https://doi.org/10.3390/ijms21030995

Demeekul, K., Sukumolanan, P., Bootcha, R., Panprom, C., Petchdee, S. (2021). A cardiac protection of germinated brown rice during cardiopulmonary bypass surgery and simulated myocardial ischemia. *Journal of Inflammation Research,* 14, 3307. https://doi.org/10.2147/JIR.S321241

Demeekul, K., Suthammarak, W., Petchdee, S. (2021). Bioactive compounds from germinated brown rice protect cardiomyocytes against simulated ischemic/reperfusion injury by ameliorating mitochondrial dysfunction. *Drug Design, Development and Therapy,* 15, 1055. https://doi.org/10.2147/DDDT.S294779

Dongyan, T., Yinmao, D., Li, L., Yueheng, L., Congfen, H., Jixiang, L. (2014). Antioxidant activity in mung bean sprouts and safety of extracts for cosmetic use. *Journal of Cosmetic Science,* 65(4), 207-216.

Ebizuka, H., Ihara, M., Arita, M. (2009). Antihypertensive effect of pre-germinated brown rice in spontaneously hypertensive rats. *Food Science and Technology Research,* 15(6), 625-630. https://doi.org/10.3136/fstr.15.625

Ferruzza, S., Natella, F., Ranaldi, G., Murgia, C., Rossi, C., Trošt, K., . . . Giusti, A. M. (2016). Nutraceutical improvement increases the protective activity of broccoli sprout juice in a human intestinal cell model of gut inflammation. *Pharmaceuticals,* 9(3), 48. https://doi.org/10.3390/ph9030048

Frias, J., Fornal, J., Ring, S.G., Vidal-Valverde, C. (1998). Effect of germination on physico-chemical properties of lentil starch and its components. *LWT-Food Science and Technology,* 31(3), 228-236. https://doi.org/10.1006/fstl.1997.0340

Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Dziki, D., Sęczyk, Ł., Złotek, U., Różyło, R., . . . Czyż, J. (2014). Anticancer and antioxidant activity of bread enriched with broccoli sprouts. *BioMed Research International, 2014*. https://doi.org/10.1155/2014/608053

Geng, J., Li, J., Zhu, F., Chen, X., Du, B., Tian, H., Li, J. (2021). Plant sprout foods: Biological activities, health benefits, and bioavailability. *Journal of Food Biochemistry*, e13777. https://doi.org/10.1111/jfbc.13777

Golzarand, M., Toolabi, K., Eskandari Delfan, S., Mirmiran, P. (2021). The effect of brown rice compared to white rice on adiposity indices, lipid profile, and glycemic markers: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-18. https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1914541

Guzmán-Ortiz, F.A., San Martín-Martínez, E., Valverde, M.E., Rodríguez-Aza, Y., Berríos, J.D.J., Mora-Escobedo, R. (2017). Profile analysis and correlation across phenolic compounds, isoflavones and antioxidant capacity during germination of soybeans (Glycine max L.). *CyTA-Journal of Food,* 15(4), 516-524. https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1302995

Hafidh, R.R., Abdulamir, A.S., Bakar, F. A., Sekawi, Z., Jahansheri, F., Jalilian, F. A. (2015). Novel antiviral activity of mung bean sprouts against respiratory syncytial virus and herpes simplex virus− 1: an in vitro study on virally infected Vero and MRC-5 cell lines. *BMC Complementary and Alternative Medicine,* 15(1), 1-16. https://doi.org/10.1186/s12906-015-0688-2

Haghparast, A., Mansouri, K., Moradi, S., Dadashi, F., Eliasi, S., Sobhani, M., Varmira, K. (2017). Radioprotective effects of lentil sprouts against X-ray radiation. *Research in Pharmaceutical Sciences, 12*(1), 38. https://doi.org/10.4103/1735-5362.199045

Huang, X., Cai, W., Xu, B. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time. *Food Chemistry, 143*, 268-276. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.080

Hübner, F., Arendt, E.K. (2013). Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 53(8), 853-861. https://doi.org/10.1080/10408398.2011.562060

Ijarotimi, O.S., ve Keshinro, O.O. (2012). Comparison between the amino acid, fatty acid, mineral and nutritional quality of raw, germinated and fermented African locust bean (Parkia biglobosa) flour. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria,* 11(2), 151-165.

Imam, M.U., Azmi, N.H., Bhanger, M.I., Ismail, N., ve Ismail, M. (2012). Antidiabetic properties of germinated brown rice: a systematic review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,* 2012. https://doi.org/10.1155/2012/816501

Imam, M. U., Musa, S. N. A., Azmi, N. H., ve Ismail, M. (2012). Effects of white rice, brown rice and germinated brown rice on antioxidant status of type 2 diabetic rats. *International Journal of Molecular Sciences,* 13(10), 12952-12969. https://doi.org/10.3390/ijms131012952

Ito, Y., Mizukuchi, A., Kise, M., Aoto, H., Yamamoto, S., Yoshihara, R., ve Yokoyama, J. (2005). Postprandial blood glucose and insulin responses to pre-germinated brown rice in healthy subjects. *The Journal of Medical Investigation,* 52(3, 4), 159-164. https://doi.org/10.2152/jmi.52.159

Jayathilake, C., Visvanathan, R., Deen, A., Bangamuwage, R., Jayawardana, B. C., Nammi, S., ve Liyanage, R. (2018). Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 98(13), 4793-4806. https://doi.org/10.1002/jsfa.9074

Kujawska, M., Ewertowska, M., Ignatowicz, E., Adamska, T., Szaefer, H., Zielińska-Dawidziak, M., . . . Jodynis-Liebert, J. (2016). Evaluation of safety of iron-fortified soybean sprouts, a potential component of functional food, in rat. *Plant Foods for Human Nutrition,* 71(1), 13-18. https://doi.org/10.1007/s11130-016-0535-8

Kumari, S., Chang, S. K. (2016). Effect of cooking on isoflavones, phenolic acids, and antioxidant activity in sprouts of prosoy soybean (glycine max). *Journal of Food Science,* 81(7), C1679-C1691. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13351

Lee, Y.-J., Kim, K.-J., Park, K.-J., Yoon, B.-R., Lim, J.-H., Lee, O.-H. (2013). Buckwheat (Fagopyrum esculentum M.) sprout treated with methyl jasmonate (MeJA) improved anti-adipogenic activity associated with the oxidative stress system in 3T3-L1 adipocytes. *International Journal of Molecular Sciences,* 14(1), 1428-1442. https://doi.org/10.3390/ijms14011428

Lee, Y.-R., Kim, J.-Y., Woo, K.-S., Hwang, I.-G., Kim, K.-H., Kim, K.-J., . . . Jeong, H.-S. (2007). Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Science and Biotechnology,* 16(6), 1006-1010.

Ling, C. X., Chang, Y. P. (2017). Valorizing guava (Psidium guajava L.) seeds through germination-induced carbohydrate changes. *Journal of Food Science and Technology,* 54(7), 2041-2049. https://doi.org/10.1007/s13197-017-2641-5

López-Amorós, M., Hernández, T., Estrella, I. (2006). Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis,* 19(4), 277-283. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.06.012

Mamiya, T., Kise, M., Morikawa, K., Aoto, H., Ukai, M., Noda, Y. (2007). Effects of pre-germinated brown rice on depression-like behavior in mice. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 86(1), 62-67. https://doi.org/10.1016/j.pbb.2006.12.008

Mäkinen, O.E., Arendt, E.K. (2015). Nonbrewing applications of malted cereals, pseudocereals, and legumes: A review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists,* 73(3), 223-227. https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2015-0515-01

Meschini, R., Filippi, S., Molinari, R., Costantini, L., Bonafaccia, G., ve Merendino, N. (2015). Pasta containing tartary buckwheat sprouts prevents DNA damage in spontaneously hypertensive rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition,* 66(5), 574-578. https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1052378

Mewis, I., Schreiner, M., Nguyen, C.N., Krumbein, A., Ulrichs, C., Lohse, M., Zrenner, R. (2012). UV-B irradiation changes specifically the secondary metabolite profile in broccoli sprouts: induced signaling overlaps with defense response to biotic stressors. *Plant and Cell Physiology,* 53(9), 1546-1560. https://doi.org/10.1093/pcp/pcs096

Müller, L., Meyer, M., Bauer, R. N., Zhou, H., Zhang, H., Jones, S., . . . Jaspers, I. (2016). Effect of broccoli sprouts and live attenuated influenza virus on peripheral blood natural killer cells: a randomized, double-blind study. *PloS one,* 11(1), e0147742. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147742

Nakamura, K., Koyama, M., Ishida, R., Kitahara, T., Nakajima, T., Aoyama, T. (2016). Characterization of bioactive agents in five types of marketed sprouts and comparison of their antihypertensive, antihyperlipidemic, and antidiabetic effects in fructose-loaded SHRs. *Journal of food science and technology,* 53(1), 581-590. https://doi.org/10.1007/s13197-015-2048-0

Oh, C.-H., ve Oh, S.-H. (2004). Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *Journal of Medicinal Food,* 7(1), 19-23. https://doi.org/10.1089/109662004322984653

Ohsaki, Y., Shirakawa, H., Koseki, T., Komai, M. (2008). Novel effects of a single administration of ferulic acid on the regulation of blood pressure and the hepatic lipid metabolic profile in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 56(8), 2825-2830. https://doi.org/10.1021/jf072896y

Okada, M., Okada, Y. (2016). Potential properties of plant sprout extracts on amyloid β. *Biochemistry Research International,* 2016. https://doi.org/10.1155/2016/9347468

Pal, P., Singh, N., Kaur, P., Kaur, A., Virdi, A.S., Parmar, N. (2016). Comparison of composition, protein, pasting, and phenolic compounds of brown rice and germinated brown rice from different cultivars. *Cereal Chemistry,* 93(6), 584-592. https://doi.org/10.1094/CCHEM-03-16-0066-R

Paucar-Menacho, L.M., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frias, J., Peñas, E. (2017). Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (Zea mays L.) by response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology,* 76, 236-244. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.064

Rebollo-Hernanz, M., Aguilera, Y., Herrera, T., Cayuelas, L.T., Dueñas, M., Rodríguez-Rodríguez, P., Martín-Cabrejas, M.A. (2020). Bioavailability of melatonin from lentil sprouts and its role in the plasmatic antioxidant status in rats. *Foods,* 9(3), 330. https://doi.org/10.3390/foods9030330

Ren, C., Hong, B., Zheng, X., Wang, L., Zhang, Y., Guan, L., . . . Lu, S. (2020). Improvement of germinated brown rice quality with autoclaving treatment. *Food Science ve Nutrition,* 8(3), 1709-1717. https://doi.org/10.1002/fsn3.1459

Roohinejad, S., Omidizadeh, A., Mirhosseini, H., Saari, N., Mustafa, S., Mohd Yusof, R., ..., Abd Manap, M.Y. (2010). Effect of pre-germination time of brown rice on serum cholesterol levels of hypercholesterolaemic rats. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(2), 245-251. https://doi.org/10.1002/jsfa.3803

Skoglund, M., Peterson, D.M., Andersson, R., Nilsson, J., Dimberg, L.H. (2008). Avenanthramide content and related enzyme activities in oats as affected by steeping and germination. *Journal of Cereal Science,* 48(2), 294-303. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.09.010

Stalker, D.M., Hiatt, W. R., Comai, L. (1985). A single amino acid substitution in the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase confers resistance to the herbicide glyphosate. *Journal of Biological Chemistry,* 260(8), 4724-4728. https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)89130-X

Świeca, M., Dziki, D. (2015). Improvement in sprouted wheat flour functionality: Effect of time, temperature and elicitation. *International Journal of Food Science ve Technology,* 50(9), 2135-2142. https://doi.org/10.1111/ijfs.12881

Tuncel, N.Y. (2016). Gama-orizanol. *Akademik Gıda,* 14(4), 458-464.

Wu, F., Yang, N., Touré, A., Jin, Z., Xu, X. (2013). Germinated brown rice and its role in human health. *Critical Reviews in food Science and Nutrition,* 53(5), 451-463. https://doi.org/10.1080/10408398.2010.542259

Xu, M., Jin, Z., Ohm, J.-B., Schwarz, P., Rao, J., Chen, B. (2018). Improvement of the antioxidative activity of soluble phenolic compounds in chickpea by germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 66(24), 6179-6187. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02208

Xu, M., Rao, J., Chen, B. (2020). Phenolic compounds in germinated cereal and pulse seeds: Classification, transformation, and metabolic process. *Critical reviews in food science and nutrition,* 60(5), 740-759. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1550051

Yeo, J., Shahidi, F. (2015). Critical evaluation of changes in the ratio of insoluble bound to soluble phenolics on antioxidant activity of lentils during germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 63(2), 379-381. https://doi.org/10.1021/jf505632p

Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F.S.O., Hayta, M. (2010). Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda, 35*(3), 205-210.