

# Fonksiyonel Yeni Bir Gıda: Siyah (Fermente) Sarımsak

## A New Functional Food: Black (Fermented) Garlic

İhsan Güngör ŞAT<sup>1</sup>  
\*Halil İbrahim BİNİCİ<sup>2</sup>

Atatürk Üniversitesi, Ziraat  
Fakültesi, Gıda Mühendisliği  
Bölümü, Erzurum, Türkiye



### ÖZ

Sebzeler insan beslenmesinde yer alan önemli bileşiklerdir. *Allium* cinsine ait olan sarımsağın (*Allium sativum* L.) kendine has karakteristik tat ve kokusu nedeniyle çiğ olarak tüketimi oldukça sınırlıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalar sarımsağın yenildikten sonra bırakmış olduğu kokunun uzaklaştırılması üzerine odaklanmıştır. Sarımsağın kokusunun giderilmesi amacıyla üretilen ürünlerden biri de siyah sarımsaktır. Siyah sarımsak; beyaz sarımsağın uygun sıcaklık ve nem koşullarında fermente edilmesiyle elde edilen fonksiyonel bir gıda ürünüdür. Böylece sarımsaktaki istenmeyen tat ve koku giderilmekte ve besin değerinde olumlu gelişmeler söz konusu olmaktadır. Yapılan çalışmalar siyah sarımsağın antialerjik ve antimikrobiyal etkisinin yanısıra kanser, diyabet, obezite, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok hastalığa karşı olumlu etki gösterdiğini belirtmektedir. Çoğu ülkede yeni olan bu ürün ülkemizde çok fazla bilinmemekle birlikte tüketimi de oldukça sınırlıdır. Bu derlemede siyah sarımsağın üretimi, bileşimi ve insan sağlığı üzerine etkileri hakkında genel bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sarımsak, siyah sarımsak, fonksiyonel gıda

### ABSTRACT

Vegetables are important compounds that are placed in the human nourishment. The consumption of raw garlic (*Allium sativum* L.) which belongs to the genus *Allium* is limited due to its unique characteristic taste and smell. Studies in recent years have focused on removing the aftertaste and smell of raw garlic. The odor left by garlic after eating on studies have focused on conducted eliminating the in last years. Black garlic is one of the products produced to eliminate the smell of garlic. Black garlic is a functional food product obtained by fermenting white garlic under suitable temperature and humidity conditions. Thus, the undesirable taste and odor of garlic is eliminated, and there are positive developments in nutritional value. Black garlic has shown a positive effect against many diseases such as cancer, diabetes, obesity, and cardiovascular diseases, and it also has antiallergic and antimicrobial effects. Although this product, which is new in most countries, is not known much in our country, its consumption is quite limited. In this review, general information about black garlic such as composition and effects on human health is given.

**Keywords:** Black garlic, functional food, garlic

### Giriş

Sarımsak (*Allium sativum* L.) Liliaceae familyası, *Allium* cinsine ait olup selenyum ve germanyum bakımından zengin topraklarda yetişen bir bitki türüdür. Yetiştirildiği toprağın oldukça serin ve organik madde bakımından zengin olması gerekmektedir. Sarımsak tarih boyunca tüm dünyada farklı amaçlarla (baharat, sebze veya tedavi amaçlı) kullanılmıştır (Özaydın ve ark., 2020). Ülkemizde yıllık olarak kişi başına düşen sarımsak tüketim miktarının 0,84 kg olduğu belirtilmektedir (Akan, 2014). Taze sarımsağın bileşimini karbonhidratlar (%26–30), proteinler (%1–1,5), lipitler (%0,1–,5), organosülfür bileşikleri (%1,1 –3,5) ve fenolik bileşikler (%0,1 –0,5) oluşturmaktadır. Sarımsağın ayrıca C vitamini, E vitamini, Tiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), niyasin, kalsiyum, sodyum ve mineral madde (demir, germanyum ve selenyum) bakımından oldukça zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir. Organosülfür bileşiklerini içeren birçok sebze bulunmaktadır. Sarımsak (*A. sativum*), soğan (*Allium cepa*) ve pırasa (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) bu bileşikleri içeren *Allium* sebzeleri olarak bilinmektedir. Sarımsak, esas olarak içerdiği organosülfür bileşikleri nedeniyle en çok tüketilen ve üzerinde çalışılan sebze çeşididir. Siyah sarımsak ise; taze sarımsağın uygun sıcaklık ve nem koşullarında yaklaşık olarak 30–40 gün ısı işleme tabi tutulduğu

\*Yazar Halil İbrahim BİNİCİ YÖK 100/2000  
doktora öğrencisidir.  
The author Halil İbrahim BİNİCİ is a YÖK  
100/2000 PhD student.

Geliş Tarihi/Received: 22.12.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 17.01.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 31.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding author:  
İhsan Güngör ŞAT  
E-mail: ibrahimbincici1325@gmail.com

Cite this article as: Şat İG, Bincici Hİ.  
(2023). A new functional food: Black  
(fermented) garlic. *Food Science and  
Engineering Research*, 2(1), 1-5.



Content of this journal is licensed under a  
Creative Commons Attribution-  
NonCommercial 4.0 International License

fermente bir üründür (Ergin, 2019). Ayrıca siyah sarımsak Coğrafi işaret belgeli bir ürün olup Taşköprü/Kastamonu'da üretilip pazarlanmaktadır. Bu derlemede siyah sarımsağın üretimi, bileşimi ve fonksiyonel özellikleri ile insan sağlığı üzerine etkileri konusu ele alınmıştır.

### Siyah Sarımsak Üretimi

Sarımsağın yapısında alliin, allisin ve SAC (S-allil-L-sistein) gibi kükürtlü bileşikler bulunmaktadır. Allisin sarımsağın karakteristik kokusundan sorumlu olan bileşiktir. Bu bileşiklerin antioksidatif (Jeong ve ark., 2016), anti-inflamatuar (Kim ve ark., 2011), antidiyabetik (Eidi ve ark., 2006), antihiperlipidemik, yaşlanmayı geciktirici, antialerjik, hepatoprotektif, antikanser, antimikrobiyal ve bağışıklık güçlendirici etkileri vardır. Bununla birlikte sarımsağın insan sağlığına olan yararına karşın keskin kokusu ve yoğun tadı nedeniyle tüketici tarafından kullanımı oldukça sınırlı hale gelmektedir. Sarımsağın istenmeyen kokusunu en aza indirmek için ısıtma işlemi, suda bekletme, fermentasyon vs. gibi çeşitli hazırlama işlemleri kullanılmaktadır (Qiu ve ark., 2020). Farklı işlemlere tabi tutulduğunda sarımsağın lezzet, renk ve besin içeriğinde önemli fizikokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu işlemler ile sarımsağın asitlik değerinin arttığı, keskin kokusunu kaybettiği ve tatlı yoğun bir tat oluştuğu, toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan kapasitesinin arttığı bildirilmiştir (Özaydın ve ark., 2020).

Japon ve Koreli bilim adamları tarafından 2003 yılında geliştirilen fermentör cihazı ile taze sarımsaktan fermente siyah sarımsak elde edilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda siyah sarımsak; taze sarımsağın 60–90°C sıcaklık ve %80–90 nemde yaklaşık 30–40 gün ısıtma işlemine tabi tutulmasıyla elde edilen fermente bir gıda ürünü olarak tanımlanmıştır (Ergin, 2019; Jing, 2020; Kimura ve ark., 2016; Martínez-Casas ve ark., 2017; Sato ve ark., 2006; ).

Siyah sarımsak üretilirken kabukları soyulmadan tüm halde koku ve bulaşma riskine karşı da sıkıca folyo ile kaplanarak fermentöre konulması gereklidir (Akan, 2014; Qiu ve ark., 2020). 60–90°C ve %85–90 nemde 10. günden itibaren kararına başlamakta ve 40. günden itibaren tamamlanmaktadır. Siyah sarımsakta sadece renk değişmemekte bunun yanında tat, doku ve lezzet farklılaşmaktadır. Bu doğrultuda sarımsağın bileşimi ve diğer fizikokimyasal özellikleri de değişikliğe uğramaktadır. Siyah sarımsak tatlı ve şurubumsu bir tada sahip olmasının yanısıra hint hurması veya tatlı sirke tadını da anımsatmaktadır (Akan, 2014). Siyah sarımsak üretim sürecinde Maillard reaksiyonu ve fenolik bileşiklerin oksidasyonu gibi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ısıtma işlemi ile hızlanmaktadır. Maillard reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinlerin antioksidan aktiviteyi arttırdığı bilinmektedir (Ergin, 2019).

Zhang ve ark. (2015) ve Kimura ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada 70–80°C, %80–90 nemde üretilen siyah sarımsakların; renk, tekstür ve tat yönünden uygun yapı kazandığını belirtmişlerdir. Düşük sıcaklıklarda istenilen siyah rengin oluşmadığı, yüksek sıcaklıklarda ise acımsı-ekşimsi bir tadın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Isıtma işlemi sonucu nem oranı azalmakta, sarımsağın yumuşak bir yapı kazanmasına neden olmakta ve tüketiminin daha kolay olmasını sağlamaktadır. Bae ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada taze sarımsağın %66,1 nem oranına sahip olduğunu ve 45 günlük fermentasyon sonunda %45,30–53,4 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda siyah sarımsak oluşum sürecinde pH değerlerinin azaldığı bilinmektedir. Zhang ve ark. (2015) yaptıkları bir çalışmada taze sarımsakta 6,25 olarak ölçülen pH

değerinin 70–80°C'de 10. gün ısıtma işlemi uygulaması ile 4,25'e düştüğünü, yine başka bir çalışmada ise Rasul Suleria ve ark. (2012) pH düzeyinin 7,46 dan 3,93'e düştüğünü tespit etmişlerdir. Bae ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada 40°C, 45 gün fermente edilen sarımsaklarda SAC miktarını tazedeki 19,61 µg/g, siyah sarımsakta ise 124 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada ise 40 gün fermentasyona bırakılan sarımsakların SAC içeriğini tazedeki 24 µg/g, siyah sarımsakta 194 µg/g olarak belirlemişlerdir (Sasaki ve ark., 2007). Taze sarımsak ve siyah sarımsağın kimyasal bileşimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Taze ve siyah sarımsağın güçlü bir antioksidan aktivite gösterdiği ve bu antioksidan aktivite amioasitler, kükürtlü bileşikler (alliin, allisin, S-allilsistein), mineraller (selenyum ve magnezyum) ve fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bilinmektedir (Ergin, 2019). Siyah sarımsağın antioksidan aktivite göstermesinin nedeni içerisinde bulundurduğu SAC miktarının, polifenollerin ve flavonoid miktarının artışı ile ilişkilidir (Ergin, 2019; Jang ve ark., 2008; Tolodano-Medina ve ark., 2016). Siyah sarımsağın işleme koşullarına bağlı olarak bileşiminde meydana gelen değişimler Tablo 2'de verilmiştir.

### Siyah Sarımsağın Fonsiyonel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Keskin tat ve kokusu ile tüketimi sınırlanan taze sarımsak, ısıtma işlemiyle siyah sarımsağa dönüştürülerek biyoyararlılığı yüksek bir ürüne dönüşmektedir. Yapılan çalışmalarda sarımsağın bu şekilde tüketiminin daha faydalı olduğu belirtilmektedir (Ergin, 2019). Fonsiyonel bir gıda olarak tanımlanan siyah sarımsağın

**Tablo 1.**

Taze ve siyah sarımsağın antioksidan aktivitesi ve karakteristik özellikleri (Qiu ve ark., 2020; Alihanoglu ve ark., 2017)

Bileşenler	Taze sarımsak	Siyah sarımsak
	Miktar	Miktar
Su aktivitesi	0,98 ± 0,00	0,93 ± 0,02
Nem (%)	64,21 ± 1,48	29,88 ± 0,49
Toplam asitlik	0,40 ± 0,01 mg/kg	2,60 ± 0,03 mg/kg
pH	6,33 ± 0,07	3,74 ± 0,062
L*	68,44 ± 1,66	4,33 ± 2,02
a*	-3,84 ± 0,46	2,73 ± 1,01
b*	26,59 ± 1,76	-3,86 ± 1,49
İndirgen şeker	5,9 ± 0,8 g/kg	472,4 ± 46,5 g/kg
Ham yağ	1,8 ± 0,1 g/kg	5,8 ± 1,1 g/kg
Protein	%8,4	%9,1
DPPH (%)	6,90±1,80	61,80±1,50
ABTS (%)	34,50±1,20	95,00±2,50
Amino asit	19,43 ± 0,01 mg/g	14,86 ± 0,01 mg/g
SAC	19,61 ± 0,35 µg/g	105,07 ± 27,73 µg/g
Organik asit	16,68 ± 0,61 g/kg	64,18 ± 7,55 g/kg
Allisin	11,28 ± 0,22 g/kg	2,31 ± 0,07 g/kg
TFM	38,87 ± 4,53 mg GAE/g	68,95 ± 1,63 mg GAE/g
5-HMF*	-	0,23 ± 0,04 g/kg
Toplam vitamin	6,92 ± 0,02 g/kg	9,26 ± 0,03 g/kg
Toplam mineral	11,74 ± 0,02 g/kg	13,14 ± 0,03 g/kg

\*5-HMF: 5-Hydroxymethylfurfural.

**Tablo 2.**

Siyah sarımsağın işleme koşullarına bağlı olarak bileşiminde meydana gelen değişimler (Ahmed &amp; Wang, 2021)

Sıcaklık	Nem	Gün	Sonuç
60°C	%80	69	Nem ↓ Allicin ↑ 5-HMF* Toplam fenolik madde Toplam asitlik
70°C		33	
80°C		24	
90°C		12	
70°C	%90	35	↑ Kırmızılık ↓ Parlaklık ve sarılık ↑ Ham yağ, ham protein, Toplam şeker Toplam prüvat, glikoz, aminoasitler
70°C	%90	21	↑ Kırmızılık ↓ Parlaklık ve sarılık ↑ Toplam polifenol, toplam flavonoid, toplam asitlik, indirgen şeker ↓ pH
65°C	%70	16	↑ Toplam fenolik madde miktarı (85°C, %70 bağlı nem) İndirgen şeker, Toplam şeker, toplam asitlik, 5-HMF* (75°C, %85 bağlı nem)
75°C	%75		
78°C	%80 %85		
65-80°C	%70-80	30-40	↑ SAC
40°C	%70	45	Nem ↓ pH ↑ Esmerleşme yoğunluğu SAC* Antioksidan aktivite
55°C			
70°C			
85°C			

son zamanlarda yapılan çalışmalarda kanser ve tümör oluşumunu önlediği bildirilmektedir (Wang *et al.*, 2010). Daha öncede belirtildiği gibi serbest radikallerin oluşturduğu oksidasyon reaksiyonlarının hücre yapısında bozulmaya ve kansere yol açtığı bildirilmektedir (Karabulut & Gülay, 2016). Fenolik bileşikler, selenyum ve germanyum gibi mineral maddeler siyah sarımsağın kanser önleyici etkisinden sorumlu bileşiklerdir. Siyah sarımsağın mide kanserini (Wang ve ark., 2014), kolon kanserini (HT29) (Dong ve ark., 2014) ve kan kanseri hücrelerinin gelişmesini engellediği belirtilmektedir (Ergin, 2019). Yapılan çalışmalarda sarımsak gibi allium grubu içerisinde yer alan sebzelerin yüksek oranda tüketildiği yerlerde yaşayan insanların, az veya hiç tüketmeyen yerlere oranla mide kanseri gelişme riskinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Ayaz & Alpsoy, 2007).

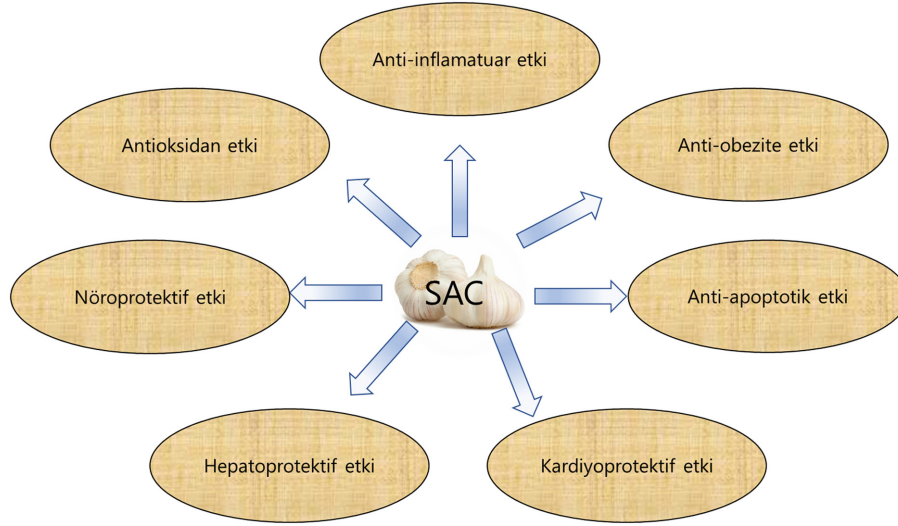
Kalp damar hastalıkları dünyada ölüm nedenlerinde birinci sırada yer almaktadır. Özellikle yapılan çalışmalarda düzenli bir şekilde siyah sarımsak tüketiminin insan sağlığına olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. Dünya sağlık örgütü verilerine göre dünyada kalp krizi, damar tıkanıklıkları, hipertansiyon ve felç gibi durumların görülme sıklığı giderek artmaktadır (WHO, 2017). Siyah sarımsak kan lipid seviyelerinin düşmesine fayda sağlarken (Seo ve ark., 2009; Jung ve ark., 2014; Ergin, 2019; Jung ve ark., 2011), diyabet ve obeziteye karşı da etkili olmaktadır. Yapılan bir çalışmada, siyah sarımsak tüketimi ile kolesterol seviyesinin 250 mg/dL'den 200 mg/dL'ye düştüğü belirlenmiştir (Ergin, 2019; SGH, 2011). Lee ve ark. (2009), fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, Tip 2 diyabetli üç haftalık farelere %5 sarımsak/siyah sarımsak içeren diyet uygulamış, antioksidan ve karaciğerde yağlanma etkilerine bakmışlardır. Çalışma

sonucunda siyah sarımsağın güçlü antioksidan etki gösterdiği, karaciğer yağlanması ve diyabete karşı önleyici etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Kim ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada 100 mg/kg siyah sarımsağın vücutta yağ miktarını ve lipid peroksidasyonunu azalttığını belirlemişlerdir.

Diğer taraftan siyah sarımsağın antialerjik etki gösterdiği belirtilmektedir. Yapılan bir çalışmada farelere siyah sarımsak ekstraktı (66,7 mg/kg) verildiğinde antialerjik etki gösterdiği belirlenmiştir. İmmunoglobulin E ile ilişkili anafaktik reaksiyonları azalttığı görülmüştür. Siyah sarımsağın bağışıklık sistemini güçlendirmesinin sebebinin içerisinde bulunan allisin ve S-allilsisteinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Allisin ve S-allilsistein antimikrobiyal etki gösterdiği ve vücudu enfeksiyonlara karşı koruduğu da ifade edilmektedir (Şekil 1) (Wang ve ark., 2010).

### Sonuç

Sarımsak tüketiminin yeterli düzeyde olmamasının sebebi içerdiği kükürtlü bileşikler ve uçucu yağlardan kaynaklanan arzu edilmeyen keskin kokusudur. Siyah sarımsak, taze sarımsağa farklı işlemler uygulanarak elde edilen bir üründür. Siyah sarımsağın kokusuz ve tatlı bir tadının olmasının yanı sıra zengin antioksidan aktivite, vitamin, mineral ve fenolik maddeye sahip olması ona alternatif fonksiyonel bir ürün niteliği kazandırmakta ve sarımsağı tüketmeyen kişiler için avantajlı hale getirmektedir. Ülkemizde siyah sarımsak fazla bilinmemektedir bu yüzden tüketimi de oldukça azdır. Siyah sarımsağın tüketicilere tanıtımı ve tüketiminin yaygınlaştırılması ile hem üreticilerin katma değerli bir ürün üreterek gelirlerinin artmasına katkı sağlanmış olunacak hem de sağlığa olan olumlu etkilerinden daha fazla sayıda insan



**Şekil 1.** SAC'in insan sağlığına etki mekanizması (Yudhistira ve ark., 2022).

faaydalanacaktır. Gıda alanında siyah sarımsağın yenilikçi bir konu olması sebebiyle kalitesinin artırılmasına yönelik ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – İ.G.Ş., H.İ.B.; Tasarım – İ.G.Ş., H.İ.B.; Denetleme – İ.G.Ş., H.İ.B.; Kaynaklar – İ.G.Ş., H.İ.B.; Malzemeler – İ.G.Ş., H.İ.B.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – İ.G.Ş., H.İ.B.; Analiz ve/veya Yorum – İ.G.Ş., H.İ.B.; Literatür Taraması – İ.G.Ş., H.İ.B.; Yazıyı Yazan – İ.G.Ş., H.İ.B.; Eleştirel İnceleme – İ.G.Ş., H.İ.B.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – İ.G.Ş., H.İ.B.; Design – İ.G.Ş., H.İ.B.; Supervision – İ.G.Ş., H.İ.B.; Resources – İ.G.Ş., H.İ.B.; Materials – İ.G.Ş., H.İ.B.; Data Collection and/or Processing – İ.G.Ş., H.İ.B.; Analysis and/or Interpretation – İ.G.Ş., H.İ.B.; Literature Search – İ.G.Ş., H.İ.B.; Writing Manuscript – İ.G.Ş., H.İ.B.; Critical Review – İ.G.Ş., H.İ.B.

**Declaration of Interests:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Ahmed, T., & Wang, C. K. (2021). Black garlic and its bioactive compounds on human health diseases: A review. *Molecules*, 26(16), 5028. [CrossRef]
- Akan, S. (2014). Siyah sarımsak. *Gıda*, 39(6).
- Alihanoglu, S., Karaaslan, M., & Vardin, H. (2017). Novel nutritive garlic product "Black Garlic": A critical review of its composition, production and bioactivity. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(3), 57–63.
- Ayaz, E., & Alpsoy, H. C. (2007). Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitolojii Dergisi*, 31(2), 145–149.
- Bae, S. E., Cho, S. Y., Won, Y. D., Lee, S. H., & Park, H. J. (2014). Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black

garlic during heat treatment. *LWT – Food Science and Technology*, 55(1), 397–402. [CrossRef]

Dong, M., Yang, G., Liu, H., Liu, X., Lin, S., Sun, D., & Wang, Y. (2014). Aged black garlic extract inhibits HT29 colon cancer cell growth via the PI3K/Akt signaling pathway. *Biomedical Reports*, 2(2), 250–254. [CrossRef]

Eidi, A., Eidi, M., & Esmaili, E. (2006). Antidiabetic effect of garlic (*Allium sativum* L.) in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytomedicine*, 13(9–10), 624–629. [CrossRef]

Ergin, S. (2019). Siyah sarımsağın İnsan sağlığına Yararları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(7), 940–945.

Jang, E. K., Seo, J. H., & Lee, S. P. (2008). Physiological activity and anti-oxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 40(4), 443–448.

Jeong, Y. Y., Ryu, J. H., Shin, J. H., Kang, M. J., Kang, J. R., Han, J., & Kang, D. (2016). Comparison of anti-oxidant and anti-inflammatory effects between fresh and aged black garlic extracts. *Molecules*, 21(4), 430. [CrossRef]

Jing, H. (2020). Black garlic: Processing, composition change, and bioactivity. *eFood*, 1(3), 242–246. [CrossRef]

Jung, E. S., Park, S. H., Choi, E. K., Ryu, B. H., Park, B. H., Kim, D. S., Kim, Y. G., & Chae, S. W. (2014). Reduction of blood lipid parameters by a 12-wk supplementation of aged black garlic: A randomized controlled trial. *Nutrition*, 30(9), 1034–1039. [CrossRef]

Jung, Y. M., Lee, S. H., Lee, D. S., You, M. J., Chung, I. K., Cheon, W. H., Kwon, Y. S., Lee, Y. J., & Ku, S. K. (2011). Fermented garlic protects diabetic, obese mice when fed a high-fat diet by antioxidant effects. *Nutrition Research*, 31(5), 387–396. [CrossRef]

Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1).

Kim, I., Kim, J. Y., Hwang, Y. J., Hwang, K. A., Om, A. S., Kim, J. H., & Cho, K. J. (2011). The beneficial effects of aged black garlic extract on obesity and hyperlipidemia in rats fed a high-fat diet. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(14), 3159–3168.

Kim, J. H., Nam, S. H., Rico, C. W., & Kang, M. Y. (2012). A comparative study on the antioxidative and anti-allergic activities of fresh and aged black garlic extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 1176–1182. [CrossRef]

Kimura, S., Tung, Y. C., Pan, M. H., Su, N. W., Lai, Y. J., & Cheng, K. C. (2017). Black garlic: A critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 62–70. [CrossRef]

Lee, Y. M., Gweon, O. C., Seo, Y. J., Im, J., Kang, M. J., Kim, M. J., & Kim, J. I. (2009). Antioxidant effect of garlic and aged black garlic in animal model of type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Research and Practice*, 3(2), 156–161. [CrossRef]

- Martínez-Casas, L., Lage-Yusty, M., & López-Hernández, J. (2017). Changes in the aromatic profile, sugars, and bioactive compounds when purple garlic is transformed into black garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(49), 10804–10811. [CrossRef]
- Özaydin, A. G., Arin, E., & Önem, E. (2020). Türk Mutfağında yeni bir fonksiyonel gıda olarak siyah sarımsak (*Allium sativum* L.): Fenolik madde içeriği ve Bakteriyel İletişim (quorum sensing) üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 18(1), 27–35. [CrossRef]
- Qiu, Z., Zheng, Z., Zhang, B., Sun-Waterhouse, D., & Qiao, X. (2020). Formation, nutritional value, and enhancement of characteristic components in black garlic: A review for maximizing the goodness to humans. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 801–834. [CrossRef]
- Rasul Suleria, H. A., Sadiq Butt, M., Muhammad Anjum, F., Saeed, F., Batool, R., & Nisar Ahmad, A. (2012). Aqueous garlic extract and its phytochemical profile; special reference to antioxidant status. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(4), 431–439. [CrossRef]
- Sasaki, J. I., Lu, C., Machiya, E., Tanahashi, M., & Hamada, K. (2007). Processed black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance anti-tumor potency against mouse tumors. *Energy (kcal/100 g)*, 227, 138.
- Sato, E., Kohno, M., & Niwano, Y. (2006). Increased level of tetrahydro- $\beta$ -carboline derivatives in short-term fermented garlic. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(4), 175–178. [CrossRef]
- Seo, Y. J., Gweon, O. C., Im, J. E., Lee, Y. M., Kang, M. J., & Kim, J. I. (2009). Effect of garlic and aged black garlic on hyperglycemia and dyslipidemia in an animal model of type 2 diabetes mellitus. *Preventive Nutrition and Food Science*, 14(1), 1–7. [CrossRef]
- Singapore General Hospital (2011). *Health magic in black garlic*. Erişim Adresi <https://www.sgh.com.sg/about-us/newsroom/News-ArticlesReports/Pages/Healthmagicinblackgarlic.aspx>. Erişim Tarihi: (22.06.2022).
- Toledano-Medina, M. A., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Rojas, R., & Merinas-Amo, T. (2016). Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, 199, 135–139. [CrossRef]
- Wang, D., Feng, Y., Liu, J., Yan, J., Wang, M., Sasaki, J. I., & Lu, C. (2010). Black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance the immune system. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 4(1), 37–40.
- Yudhistira, B., Punthi, F., Lin, J. A., Sulaimana, A. S., Chang, C. K., & Hsieh, C. W. (2022). S-allyl cysteine in garlic (*Allium sativum*): Formation, biofunction, and resistance to food processing for value-added product development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(3), 2665–2687. [CrossRef]
- Zhang, Z., Lei, M., Liu, R., Gao, Y., Xu, M., & Zhang, M. (2015). Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39(1), 39–47. [CrossRef]