



TARLA BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI KONULARI

Editör: Doç.Dr. Erol ORAL

yaz
yayınları

Tarla Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Konuları

Editör

Doç.Dr. Erol ORAL

yaz
yayınları

2025

Tarla Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Konuları

Editör: Doç.Dr. Erol ORAL

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5596-26-0

Mart 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Effects of Gibberellic Acid (GA3) And Application Times on Germination Characteristics of Mountain Basil (Ziziphora Clinoptilolites LAM.) Seeds.....1

Lütfi NOHUTÇU, Murat TUNÇTÜRK

Siyah Soya Fasulyesinin (Glycine max (L.) Merr.) Sağlık Üzerine Etkileri14

Ezelhan ŞELEM, Rüveyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

EFFECTS OF GIBBERELIC ACID (GA₃) AND APPLICATION TIMES ON GERMINATION CHARACTERISTICS OF MOUNTAIN BASIL (*Ziziphora Clinopodioides* LAM.) SEEDS¹

Lütfi NOHUTÇU²

Murat TUNÇTÜRK³

1. INTRODUCTION

The Lamiaceae family is the third largest family in Türkiye after the Asteraceae and Fabaceae families with 45 genera, 574 species and 742 taxa in total, with an endemism rate of 44.5% (Davis, 1982; Güner et al., 2000). The essential oils contained in plants belonging to the Lamiaceae (Labiatae) family are of great economic importance as they are used as raw materials in pharmacology, cosmetics, perfumery and food industries due to their therapeutic and flavoring properties. In addition, many species belonging to the family are also used as ornamental plants and cultivated.

Humanity's acquaintance with the therapeutic properties of plants dates back to ancient times. The oldest known source on medicinal and aromatic plants, a book written by the Chinese

¹ This study is a part of the doctoral thesis named “Determining The Morphological And Quality Characteristics Of The Blue Mint Bush (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) And Investigation Of Cultivation Opportunities”. The authors gratefully acknowledge the financial support provided by the Van Yüzüncü Yıl University Scientific Research Projects Directorate. (Project number: FDK-2021-9634).

² Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Van/ Türkiye, lutfinohutcu@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2250-2645

³ Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Van/ Türkiye, murattuncuturk@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7995-0599

ruler Shin-Nong in 3700 BC, mentions more than 200 plants. The Ebers papyrus, which is considered to be the most important papyrus on medicines and treatment, containing more than 800 recipes and 77 different herbal, animal and mineral drugs, is estimated to have been written in 1550 BC (Bayramoğlu and Toksoy, 2008). It is known that the number of plant species worldwide is 422,000 and 72,000 of these plants are used for medicinal and aromatic purposes. It is estimated that there are about 7,000 plant species cultivated worldwide and about 300 of them are medicinal and aromatic plants. In Chile, 71% of the population, 65% of the rural population in India, 40% of the population in China and Colombia utilize traditional medicine methods to meet their health care needs (Faydaoğlu and Sürücüoğlu, 2011).

Biodiversity has an important place in meeting the basic needs of human beings, especially the need for food. In addition to the pollution caused by the unconscious activities of humans, it is inevitable that biological diversity will be damaged day by day and species will disappear as a result of the continuous and unconscious use of natural resources. Along with the losses in biological diversity, various ecological services obtained from this diversity are affected and various losses occur. Although Türkiye is one of the richest countries in the world in terms of plant biodiversity, it is facing a decline in biodiversity due to various negative reasons (Karagöz et al., 2010). The existence and diversity of plants collected from nature for raw materials, food and other purposes are decreasing day by day, and even some species are under the danger of extinction to different degrees. For this reason, it is necessary to carry out culture studies of the plants collected from nature and to supply them to the market by cultivating them.

Mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) is an edible medicinal plant used as food, flavoring and in the treatment of

various diseases in Türkiye, Iran, Asia and Middle East countries. In addition to its sedative effect, it is used for its anti-stomach pain and gastritis, expectorant, protective against infectious diseases and carminative, anti-vascular stiffness and antihypertensive properties. It also has flavoring properties with its rich aroma in daily food products (Beikmohammadi, 2011; Senejoux et al., 2012). It is also used in the production of herbed cheese, which is unique to the Eastern Anatolia region and contains various plants (Tunçtürk and Tunçtürk, 2020). The species, which has a wide distribution in our country, has different names from region to region such as anuk, cahtir, cahtira beige, catri, zernix, anix, merze, merzekew, mountain tea, country mint, mint spirit, mountain basil, filiskin grass, oregano, zahter, zembur, karaçay, kakuti, mouse grass and mountain thyme (Deniz, 2007; Selvi, 2011; Uce and Tunçtürk, 2014).

This study was carried out to determine the germination characteristics of the seeds of mountain basil plant, which is widely found in the flora of Türkiye and is collected from nature and consumed.

2. MATERIAL AND METHOD

The seeds used in the germination study were collected from nature within the scope of the doctoral dissertation titled “Determining The Morphological And Quality Characteristics Of The Blue Mint Bush (*Ziziphora clinopodioides* Lam.) And Investigation Of Cultivation Opportunities” and obtained from the plants grown in the Medicinal and Aromatic plants garden of the Faculty of Agriculture Van Yüzüncü Yıl University in August 2021. The study was carried out according to the random plots experimental design with 3 replications and as a result of the study, germination power (%), germination index (%), average germination time (days) values of the seeds of *Z. clinopodioides*

Lam. species were obtained. Germination study was carried out with different gibberellic acid doses (0, 250, 500 and 1000 ppm GA₃) and application times (4, 8 and 12 hours) (Nohutçu et al., 2019). The thousand grain weight of the seeds used was measured as 0.45 g. The seeds were surface sterilized with 2.5% (v/v) sodium hypochlorite for 5 min, then rinsed in pure water and laid on blotting paper to remove excess moisture. The treatments were kept at their respective doses and the control seeds were kept in pure water for 4, 8 and 12 hours at room temperature. After the waiting period was completed, the seeds were placed in sterile petri dishes with a diameter of 9 cm with 20 seeds. After these treatments, the seeds in the petri dishes were placed in an incubator for germination and emergence test under 23±1 °C temperature conditions and 16:8 hours light: dark photoperiod (Tunçtürk et al., 2019).

Germination index (%): Germination index value was obtained using the following equation.

$$= \Sigma (Gi / Tt) \text{ (Gi: i.i. day seed germination rate; Tt: number of days)}$$
 (Wang et al., 2004).

Average Germination Time: The average germination time (AMT) was calculated using the following equation,

$$= \Sigma (fx) / \Sigma f \text{ (f: Number of germinated seeds; x: Germination day)}$$
 (Ellis and Roberts, 1978).

Analysis of variance and grouping of the values obtained from the study were determined with the help of COSTAT (version 6.3) package program.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

The data obtained from the germination study of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) in which the effects of different

gibberellic acid doses and application times on germination parameters were determined are shown in Table 1.

Table 1. Germination study results of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds

Applications		Germination Power (%)	Germination index (%)	Average Germination Time (day)
Application Time	GA ₃			
4	GA0 (control)	93.33	5.64	3.57
	GA250	93.33	6.06	3.18
	GA500	86.67	5.80	3.39
	GA1000	78.33	5.95	3.25
Means		87.91	5.86A	3.34B
8	GA0 (control)	80.00	5.06	3.37
	GA250	90.00	5.30	3.48
	GA500	88.33	5.88	3.45
	GA1000	91.67	6.51	2.96
Means		87.50	5.68B	3.31B
12	GA0 (control)	85.00	4.94	3.69
	GA250	93.33	5.25	3.60
	GA500	85.00	5.18	3.54
	GA1000	86.67	5.82	3.17
Means		87.50	5.29C	3.50A
GA ₃ Dose Means	GA0 (control)	86.11b	5.21c	3.54a
	GA250	92.22a	5.53b	3.41b
	GA500	86.66b	5.62b	3.45b
	GA1000	85.55b	6.09a	3.12c
CV (%)		2.742	2.806	2.432
LSD		2.349	0.154	0.080

The effects of GA₃ doses on germination power (%) of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds were found to be statistically significant, while the application times had no significant effect. In terms of GA₃ treatments, the highest germination rate was obtained from 250 ppm GA₃ dose with 92.22%, while the lowest germination rate was obtained from

1000 ppm GA₃ dose with 85.55%, but there was no statistical difference between the control group and 500 ppm GA₃ application and they were in the same group (Figure 1.).

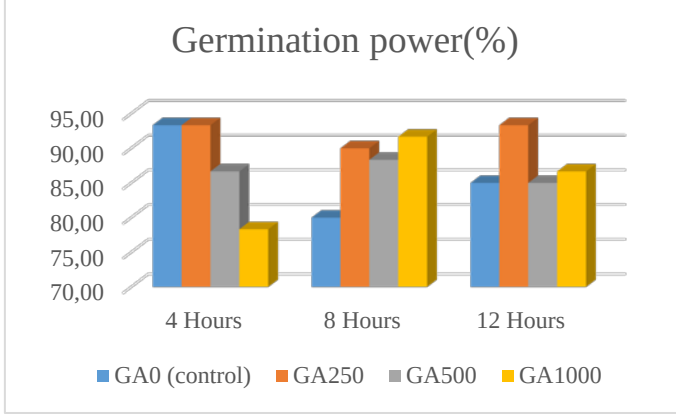


Figure 1. Values of germination power of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds

When the literature is examined, it is seen that no study has been conducted on the germination characteristics of Mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds. When the studies conducted by different researchers on different plants are examined; In a study conducted on fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) plant seeds with GA₃ and retention times, the effect of retention times was found to be insignificant, while it was reported that the germination power decreased with increasing GA₃ doses (Nohutçu et al., 2019). In another study conducted to determine the effect of salt and GA₃ doses on germination parameters of triticale seeds, it was reported that germination power decreased with increasing salt doses, while germination power increased with increasing GA₃ doses (Altuner et al., 2019). In a study conducted on anise (*Pimpinella anisum* L.) seeds with different GA₃ doses (0, 50, 100, 200, 400, 800 ppm), it was reported that the highest germination power value was reached in 200 ppm GA₃ dose application and there was no significant difference between other treatments and control (Hajyzadeh et al.,

2017). The germination power values we obtained as a result of our study are similar to the findings obtained from previous studies.

As can be seen from Table 1, the effect of GA₃ doses and application times on germination index (%) was statistically significant. In terms of application time, the highest germination index value was obtained from 4 hours application with 5.86%, while the lowest value was obtained from 12 hours application with 5.29%. In terms of GA₃ doses, the highest germination index value was obtained from 1000 ppm application with 6.09%, while the lowest germination index value was obtained from 0 ppm (control) application with 5.21% (Figure 2.).

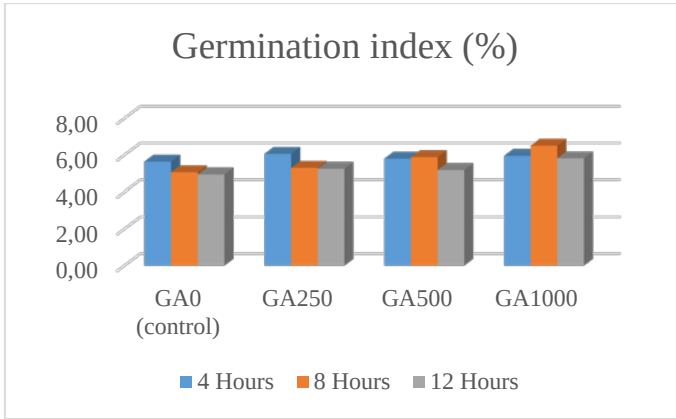


Figure 2. Values of germination indexes of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds

In a study investigating the effect of different GA₃ and salt applications on the germination properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds, it was reported that the increase in salt doses negatively affected the germination index values, while the increase in GA₃ doses positively affected the germination index values and increased the germination index (Altuner et al., 2020). In the study conducted in Gentian (*Gentiana boissieri*) plant, it was reported that the germination

index increased with the increase in GA₃ doses (Erken, 2016). In studies conducted in fenugreek and wheat, it was reported that the increase in GA₃ doses negatively affected the germination index (Nohutcu et al., 2019; Salih and Tuncturk, 2020), while in other studies conducted in triticale and quinoa seeds, it was reported that increasing GA₃ doses positively affected the germination index values (Altuner et al., 2019; 2020). While the germination index results obtained from our study and the results obtained from some previous studies are largely similar, it is seen that the results of some studies do not agree with the results of our study. This situation can be explained by the fact that the responses to GA₃ applications in germination studies differ from plant to plant.

The effect of GA₃ doses and application time on the average germination time parameter was found statistically significant. In terms of GA₃ doses, the lowest average germination time was obtained from 1000 ppm GA₃ application with 3.12 days, while the highest average germination time value was obtained from control (0 ppm) application with 3.54 days. When the application times were analyzed, it was observed that the lowest average germination time was obtained from the 8-hour application with 3.31 days, while it was in the same group with the 4-hour application (3.34 days). The highest average germination time value in terms of application times was obtained from the 12-hour application with 3.50 days (Figure 3).

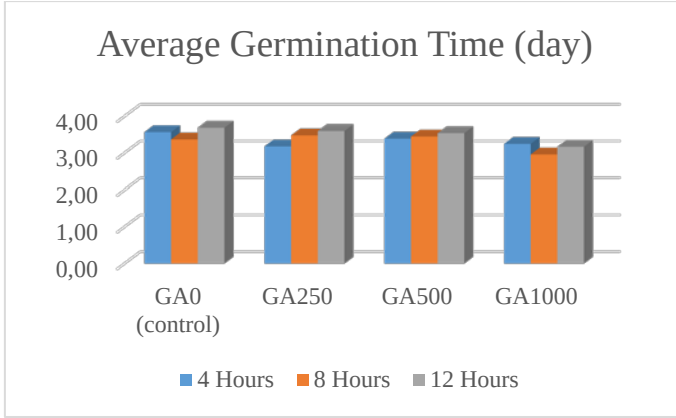


Figure 3. Mean values of germination times of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.) seeds

In previous studies, it was reported that GA₃ doses and retention time were not significant on the average germination time in fenugreek plants (Nohutçu et al., 2019), while the average germination time decreased with the increase in GA₃ doses in triticale and quinoa plants, and the average germination time increased in wheat plants (Altuner et al., 2019; 2020; Salih and Tuncturk, 2020). In a study conducted in some Gentian (*G. boissieri*) species, it was reported that the average germination time decreased significantly with the increase in GA₃ doses (Erken, 2016).

4. CONCLUSION

As a result of the germination study of the seeds of mountain basil (*Z. clinopodioides* Lam.), no germination problem or dormancy was observed in the seeds. It was observed that the germination index increased with the increase in GA₃ doses, while the average germination time and germination strength decreased. While holding time had no effect on the germination strength parameter, it was found that it caused a decrease in the germination index parameter and an increase in the average

germination time values. It was determined that seed propagation and cultivation of this species is possible in regions or sectors where it is collected from nature and consumed, and GA₃ applications can be utilized when it is desired to be propagated with seeds.

REFERENCES

- Akıncı, I.E., Çalışkan, Ü., 2010. Effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetables. *Ekoloji*, 19(74): 164-172.
- Altuner, F., Oral, E., Tunçtürk, R., Baran, İ., 2019. Effect of salt (NaCl) stress on germination in triticale (x triticosecale wittmack) subjected to gibberellic acid pretreatment. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 22: 235-242.
- Altuner, F., Oral, E., Tunçtürk, R., Baran, İ., 2020. The effect of salt (NaCl) stress on germination characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds pretreated with gibberellic acid (GA3). *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 23(2): 350-357.
- Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., 2008. A research on herbalists and medicinal plant trade (The case of Eastern Black Sea Region). *Journal of Forest Engineering*, 45: 34-39.
- Beikmohammadi, M., 2011. The evaluation of medicinal properties of *Ziziphora clinopodioides*. *World Applied Sciences Journal*, 12(9): 1635-1638.
- Davis, P.H., 1982. *Flora of Turkey and the east aegean islands*, Vol. 7, 947: Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- Deniz, G., 2007. Molecular systematics of *Ziziphora* L. (Lamiaceae) taxa growing in Türkiye, Master's thesis. Balıkesir University Institute of Science and Technology, Balıkesir/Türkiye.
- Ellis, R.H., Roberts, E.H., 1978. Towards a rational basis for testing seed quality. *Proceedings-Easter School in Agricultural Science*, University of Nottingham. London, UK.

- Erken, S., 2016. Investigation of Cultivation Opportunities in Some Gentiana L. Species, Doctoral dissertation. Ege University Institute of Science and Technology, İzmir/Türkiye.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M.S., 2011. The use and economic importance of medicinal and aromatic plants from past to present. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 11(1): 52-67.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 11, Supp. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- Hajyzadeh, M., Yildirim, M.U., Karagoz, I., Sarikhan, E.O., Khawar, K.M., 2017. Effect of gibberellic acid (GA3) on germination of anise (*Pimpinella anisum* L.) seeds of different ages. KSU Journal of Natural Sciences, 20: 332-336.
- Karagöz, H., 2018. Agronomic and molecular characterization of *Origanum acutidens* (Hand.-Mazz.) Ietswaart populations in North Eastern Anatolia Region, PhD thesis. Atatürk University Institute of Science and Technology, Erzurum/Türkiye.
- Nohutçu, L., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., Baran, İ., 2019. Determination of the effects of different gibberellic acid doses and application times on germination parameters of farmer variety fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds. ISPEC 3rd International Agriculture, Livestock and Rural Development Congress, Van/Türkiye.
- Salih, S., Tuncturk, R., 2020. Low doses of gibberellic acid can enhance germination of wheat seed under drought stress. Advances in Crop Science and Technology, 8(1): 432.

- Selvi, S., 2011. Morphological and Anatomical Studies on *Ziziphora* L. Species in Türkiye, Doctoral dissertation. Balıkesir University, Institute of Science and Technology, Balıkesir/Türkiye.
- Senejoux, F., Demougeot, C., Kerram, P., Aisa, H.A., Berthelot, A., Bévalot, F., Girard-Thernier, C., 2012. Bioassay-guided isolation of vasorelaxant compounds from *Ziziphora clinopodioides* Lam. (Lamiaceae). *Fitoterapia*, 83(2): 377-382.
- Tunçtürk, R., Kipcak, S., Ghiyasi, M., Tunçtürk, M., 2019. The determination of gibberellic acid effects on seed germination of *Echinacea purpurea* (L.) Moench under salt stress. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3(2): 101-105.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., 2020. A general evaluation of Van herbed cheese and the plants used in its production. *Journal of Faculty of Agriculture, Türkiye 13th National, I. International Field Crops Congress Special Issue*, 238-244.
- Uce, İ., Tunçtürk, M., 2014. Some wild plants growing naturally and widely used in Hakkari. *Journal of Biological Sciences Research*, 7(2): 21-25.
- Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z.B., Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop science*, 44(2): 535-541.

SİYAH SOYA FASULYESİNİN (*Glycine max* (L.) MERR.) SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Ezelhan ŞELEM^{*1}

Rüveyde TUNÇTÜRK²

Murat TUNÇTÜRK³

1. GİRİŞ

Soya fasulyesi, Asya kökenli olup besinsel ve ekonomik açıdan büyük bir öneme sahip bir üründür. Yüksek izoflavon ve folik asit içeriği nedeniyle soya fasulyesi, dünya genelinde sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, linoleik ve linolenik asitlerin önemli bir kaynağını teşkil etmektedir. Vegan bireyler için değerli bir alternatif olan soya fasulyesinin farklı kullanım yöntemleri dünya çapında yaygınlaşmıştır. Diyet soya ürünleri, insan sağlığı üzerindeki potansiyel olumlu etkileri nedeniyle artan bilimsel ilgiye sahiptir. Soya fasulyesinin biyolojik aktiviteleri sergileyen başlıca bileşenleri arasında proteinler veya peptitler, saponinler, izoflavonlar ve proteaz inhibitörleri yer almaktadır. Soya fasulyesi ve bileşenleri, antioksidan, antidiabetik, antiproliferatif, anti-obezite ve anti-inflamatuar özellikler sergilemektedir. Soya ürünlerinin tüketimi, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, bağışıklık sistemi bozuklukları, bazı kanser türleri ve obezite gibi birçok kronik hastalığın prevalansının azaltılmasıyla

¹ Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye MYO, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, ezelhansalem@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4227-5013.

² Prof.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ruveydetuncurk@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3759-8232.

³ Prof.Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, murattuncurk@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7995-0599.

ilişkilendirilmiştir. Çeşitli araştırmalar, protein açısından zengin soya ürünlerinin kolesterol düzeylerinin düşürülmesine yardımcı olduğunu ortaya koymuştur (Dukariya ve ark., 2020; Kamble ve ark., 2021).

2. SİYAH SOYA FASULYESİ

Soya fasulyeleri, siyah, sarı, yeşil ve kahverengi gibi farklı tohum kabuğu renklerine sahip olup, bu çeşitlilik antosiyaninler, klorofil ve diğer pigmentlerin varlığına bağlıdır. Siyah soya fasulyesi, Asya'da yüzyıllardır hem gıda hem de Doğu tıbbı uygulamaları için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Siyah pigmentasyon, tohum kabuğunun epidermis palisad tabakasında antosiyaninlerin birikmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Kim ve ark., 2008). Siyah soya fasulyesinde, siyanidin-3-glukozit, delfinidin-3-glukozit ve pelargonidin-3-glukozit gibi farklı antosiyaninler tanımlanmıştır (Choung ve ark., 2001). Siyah soya fasulyesi, hastalıkların önlenmesi ve sağlık teşvikine yönelik mükemmel bir diyet kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Son yirmi yılda, izoflavonlar ve proteinler, siyah soya fasulyesinin sağlık açısından en dikkat çeken bileşenleri olarak öne çıkmıştır (Omoni ve Aluko, 2005; Xiao, 2008; Zhang ve ark., 2011). Bununla birlikte, yalnızca siyah soya fasulyesine özgü sağlık yararlarını açıklayacak yeterli veri mevcut değildir. Bu fasulyede, izoflavonlar, steroller, fitik asit, saponinler ve fenolikler gibi aktif fitokimyasallar bulunmakta olup, bunlar insan sağlığı ve çeşitli kronik hastalıkların önlenmesi açısından potansiyel faydalara sahiptir (Zhang ve ark., 2011). Araştırmalar, siyah soya fasulyesinin, diğer renkli soya fasulyelerine kıyasla en yüksek antioksidan özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur (Takahashi ve ark., 2005; Xu ve Chang, 2008). Bu antioksidan potansiyel, esasen tohum kabuğunda bulunan fenolik bileşiklerin varlığına dayanmaktadır (Kim ve ark., 2006; Slavin ve ark.,

2009). Tohum kabuğunda, özellikle altı antosiyanin olmak üzere yaklaşık 20 fenolik bileşik, siyah soya fasulyesi çeşitlerinde büyük ölçüde (13-50 kat) dağılmaktadır (Zhang ve ark., 2011). Bu bileşikler, metabolik bozukluklar ve kanser gibi kronik hastalıkların riskini azaltmaya yardımcı olabilir (Kusunoki ve ark., 2015; Tan ve ark., 2016; Zou, 2016; Matsukawa ve ark., 2017). Siyah soya fasulyesi, fonksiyonel gıdalar ve gıda renklendiricilerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Antosiyaninler, tohum kabuğuna siyah rengini veren bileşiklerdir ve bu bileşiklerin sağlık geliştiren etkileri, güçlü antioksidan özellikleri ile ilişkilidir. Siyah soya fasulyesi, antosiyaninlere ek olarak, tanenler, izoflavonlar ve fenolik asitler gibi diğerk fenolik bileşenleri de içermektedir (Kim ve ark., 2006; Xu ve Chang, 2008).

Siyah soya fasulyesi, %32-43.6 arasında değışen yüksek bir protein içeriğine sahiptir. Buna ek olarak, %31.7-31.85 oranında karbonhidrat, %15.5-24.7 oranında lipit, %5.6-11.5 arasında su, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, sodyum, selenyum vb.) ve vitaminler (E vitamini, B kompleks vitaminleri vb.) içermektedir (Ensminger ve ark., 1990; Fetriyuna, 2015). Lipit bileşiminin %86'sı doymamış yağ asitlerinden oluşmakta olup, özellikle linoleik (%6.48-11.6), linolenik (%0.72-2.16) ve oleik asitlerden (%3.15-8.82) meydana gelmektedir; bu da siyah soya fasulyesini insan sağlığı için faydalı hale getiren bir özellik göstermektedir (NRC, 1998). Soya fasulyesi, sindirilebilir proteinler açısından zengin olup, lizin ve metionin gibi amino asitlerle karakterizedir. Ancak, kükürtlü amino asitler ve triptofan miktarları sınırlıdır (Ganesan ve Xu, 2017).

Yapılan derleme makalesinde, siyah soya fasulyesinin kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki potansiyel rolleri üzerinde durulmaktadır. Siyah soya fasulyesinin sağlık yararlarına sahip yeni biyoaktif bileşenler üzerine yapılan

araştırmalar, fonksiyonel gıdalar ve farmasötik gelişim alanlarında uygulamalara yol açabilir. Bu gelişmeler, çeşitli olumsuz etkilere sahip sentetik ilaçların yerine geçerek, daha güvenli ve doğal tedavi seçenekleri sunma potansiyeli taşımaktadır.

3. SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Literatür taramaları, çok sayıda temel çalışmanın hem in vivo hem de in vitro deneylerle siyah soya fasülyesindeki biyoaktif bileşenleri doğruladığını ve bunun sonucunda antioksidan ve nöroprotektif etkiler gibi çeşitli sağlık yararları sağladığını göstermektedir. Özellikle, yüksek antosiyanin içeriği nedeniyle siyah soya fasulyesi, sarı soya fasülyesi ile kıyaslandığında daha belirgin antioksidan etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir (Li ve ark., 2024). Siyah soya fasülyesinin biyoaktif bileşenlerinin potansiyel sağlık yararları ve elde edilen temel bulgular aktarılmıştır.

3.1. Antioksidan Etki

Oksidatif stres, serbest radikallerin ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ile bunların antioksidan mekanizmalar aracılığıyla eliminasyonu arasındaki dengenin bozulması sonucu meydana gelmektedir (Jayachandran & Xu, 2019). Oksidatif stresin yönetiminde önemli bir düzenleyici, Kelch benzeri epiklorohidrin (ECH)-ilişkili protein 1 (Keap1)–eritroid 2 ile ilişkili nükleer faktör (Nrf2)–antioksidan yanıt elemanı (ARE) yoludur. Nrf2-ARE yolunun aktivasyonu, diyabet ve kanser gibi çeşitli insan hastalıklarına karşı koruma sağlamaktadır (Vriend & Reiter, 2015; Tu ve ark., 2019).

Siyah soya fasülyesinin antioksidan etkileri, büyük ölçüde in vitro çalışmalarla incelenmiştir. Çeşitli araştırmalar, siyah soya fasülyesinin izoflavonlar, antosiyaninler, saponinler, peptitler ve

polisakkaritler açısından zengin bir antioksidan kaynağı olduğunu ortaya koymuştur (Liu ve ark., 2015; Wu ve ark., 2017; Prahastuti ve ark., 2019; Ryu ve ark., 2021). Bu biyoaktif bileşenler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif stresi azaltmaktadır. Serbest radikalleri bağışıklık sistemi aracılığıyla etkisizleştirerek, bu bileşikler hidrojen atomları veya elektronlar bağışlamaktadır (Martinelli ve ark., 2021). Örneğin, Prahastuti ve ark. (2019), siyah soya fasulyesindeki izoflavonlardan biri olan daidzeinin, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) testinde 110.25 $\mu\text{g/mL}$, 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) testinde 86.78 $\mu\text{g/mL}$ ve H_2O_2 testinde 363.60 $\mu\text{g/mL}$ IC50 değerleriyle antioksidan etkilere sahip olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, yüksek yağlı diyetle beslenen C57BL/6 farelerinde siyah soya fasulyesinin antosiyaninlerinin, hepatik süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) aktivitelerini artırarak oksidatif stresi azalttığı gözlemlenmiştir (Wu ve ark., 2017). Siyah soya fasulyesinden elde edilen ham polisakkaritlerin de antioksidan etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin DPPH ve süperoksit anyon serbest radikallerinin yakalanma oranları sırasıyla %72.22 ve %77.88 olarak belirlenmiştir. Ancak bu değerler, askorbik asit kontrol grubuna kıyasla (%97.91 ve %97.56) biraz daha düşük bulunmuştur (Liu ark., 2015).

Çeşitli araştırmalar, siyah soya fasulyesi peptitlerinin Keap1/Nrf2 sinyal yolunu aktive ederek antioksidan etkiler gösterdiğini ileri sürmektedir (Cui ve ark., 2022; Li ve ark., 2022).

Sarı soya fasülyesi saponinlerinin bilinen antioksidan etkilerine rağmen (Liu ve ark., 2015; Liu ve ark., 2016), siyah soya fasulyesi saponinleri üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Bununla birlikte, siyah soya fasulyesinin antioksidan etkilerinin sarı soya fasulyesne kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Siyah soya fasulyesi ve sarı soya fasülyesi için sırasıyla DPPH,

plazma ferrik indirgeme kapasitesi (FRAP) ve ABTS değerleri 22.53 $\mu\text{mol TE/g}$, 11.05 mmol Fe^{2+} eşdeğer/100 g ve 52.41 $\mu\text{mol TE/g}$ iken, sarı soya fasulyesi için bu değerler sırasıyla 3.20 $\mu\text{mol TE/g}$, 1.41 mmol Fe^{2+} eşdeğer/100 g ve 24.57 $\mu\text{mol TE/g}$ olarak lmştr (Zhou ve ark., 2017).

Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, siyah soya fasulyesinin antioksidan etkilerindeki bu farklılığın, tohum kabuklarında bulunan yüksek polifenol içeriğinden kaynaklandığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle, siyah soya fasulyesinin oksidatif strese bağlı hastalıkları hafifletmek için doğal bir yem katkı maddesi olarak kullanılması potansiyel bir strateji olarak önerilmektedir. Bununla birlikte, farklı popülasyonlar için doz-etki ilişkisi ve etki mekanizması gibi önemli konuların netleştirilmesi amacıyla daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

3.2. Kan Basıncını Azaltma

Siyah soya fasulyesinin insan kardiyovasküler sistemi üzerindeki olumlu sağlık etkileri, bu bitkinin kapsamlı bir şekilde araştırılmasına neden olmuştur. Siyah soya fasulyesi, kan basıncının normal seviyelerde tutulmasına yardımcı olabilecek düşük sodyum içeriği ile dikkat çekmektedir. Yapılan son epidemiyolojik çalışmalar, antosiyanin açısından zengin siyah soya fasulyesinin kardiyovasküler hastalık riskini azalttığını ve etkilenen bireylerde kan basıncını dengeleyerek koruduğunu göstermektedir (Hooper ve ark., 2008; Zou, 2016). Ayrıca, siyah soya fasulyesi, kolajen kaynaklı trombosit agregasyonunu güçlü bir şekilde inhibe ederek kardiyovasküler riski azaltmakta ve böylece kan dolaşımını iyileştirmektedir (Kim ve ark., 2011). Siyah soya fasulyesi, yüksek miktarda lif, potasyum, folik asit, piridoksal fosfat, fitonutrientler (kuersetin ve saponinler) ve kolesterol içeriği ile kardiyovasküler komplikasyonların azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, siyah soya

fasulyesindeki lif, kalp hastalıęı riskini dűřürerek kan ve karacięerdeki toplam kolesterol (TC) ile LDL-kolesterolű (LDL-C) seviyelerini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Antioksidan aktivitesini artırarak ve lipid profillerini iyileřtirerek menopoz sonrası kadınlarda oksidatif stresi engellemektedir (Byun ve ark., 2010).

3.3. Anti-Obezite ve Hipolipidemik Etki

Obezite, tip 2 diyabet (T2DM), hipertansiyon ve inflamatuvar reaksiyonlar gibi saęlık sorunlarına yol açabilmektedir (Guo & Ling, 2015). Adipojenez, peroksizom proliferatűr-aktif reseptűrleri (PPAR'ler), sterol dűzenleyici element-baęlayıcı proteinler ve CCAAT artırıcı baęlayıcı proteinler gibi transkripsiyon faktűrlerinin oluřturduęu karmařık bir aę tarafından dűzenlenmektedir; bu faktűrler, adiposit farklılařması, lipid metabolizması ve insűlin duyarlılıęı gibi sűrelerde kritik roller űstlenir (Suryaningtyas & Je, 2023). Siyah soya fasulyesinin anti-obezite ve hipolipidemik etkileri, hem in vitro hem de in vivo çalıřmalarda arařtırılmıřtır.

Wang ve ark. (2017), soya fasulyesinin içerdięi izoflavonların, PPAR ve C/EBP ekspresyonunu dűzenleyerek anti-obezite etkilerine sahip olduęunu belirtmiřlerdir. İzoflavonlar, űstrojen reseptűrleri (űR) ile etkileřime girerek űstrojenik aktiviteyi modűle eder; bu etkileřim, izoflavonların űR ile yapısal benzerlik gűstermesinden kaynaklanmaktadır. Bir in vivo çalıřmada, izoflavonların farelerde kilo alımını ve serum lipid seviyelerini (trigliserit, HDL-kolesterol ve LDL-kolesterol) azalttıęı ve bunun leptin ve PPAR mRNA ekspresyonunun dűřmesiyle iliřkilendirildięi gűsterilmiřtir (E.-H. Lee ve ark., 2013).

Son yıllarda yapılan arařtırmalar, antosiyaninlerin adiposit fonksiyonunu dűzenleyerek obeziteyi hafifletmedeki potansiyel rolűnű vurgulamaktadır (T. Wu ve ark., 2017).

Örneğın, Chen ve ark. (2018), siyah soya fasulyesi tohum kabuğundan elde edilen antosiyaninlerin hipoglisemik ve hipolipidemik etkiler gösterdiğini raporlamışlardır. Bu etkiler, H₂O₂ ile indüklenen oksidatif stres kaynaklı hasara karşı koruyucu etki ile desteklenmiş olup, streptozotosin ile indüklenen diyabetik farelerde vücut ağırlığı kaybı, kan glukozu ve insülin seviyelerinde azalma gözlemlenmiştir.

Saponinlerin, pankreatik lipazı inhibe ederek ve lipid metabolizmasında rol oynayan PPAR γ ve adenosin monofosfat ile aktive edilen protein kinaz (AMPK) gibi belirli genleri modüle ederek obeziteyi azalttığı bildirilmiştir (Kim & Kim, 2014; Yang ve ark., 2015).

Jeong ve ark. (2023) tarafından yapılan önemli bir çalışmada, yüksek yağlı diyet grubuyla karşılaştırıldığında, hem sarı hem de siyah soya fasulyesinin sırasıyla vücut ağırlığını %30.1 ve %37.2, doku yağın ise %33.3 ve %55.8 oranında azalttığı belirlenmiştir. Bu bulgu, siyah soya fasulyesinin anti-obezite ve hipolipidemik etkilerinin sarı soya fasulyesine kıyasla daha üstün olduğunu ve bunun muhtemelen zengin antosiyanin ve saponin içeriğinden kaynaklandığını göstermektedir. Bu tür bulgular, siyah soya fasulyesinin biyoaktif bileşenlerinin anti-obezite ve hipolipidemik etkilerini anlamada önemli bir rol oynamakta olup, siyah soya fasulyesinin fonksiyonel gıda olarak öne çıkmasına olanak tanımakta ve obezitenin önlenmesi ve tedavisi için yeni fırsatlar sunmaktadır.

3.4. Anti-İnflamatuar Etki

İnflamasyon, enfeksiyonlara karşı bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde ve doku onarımında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, düzensiz inflammatuar yanıtlar, otoimmün hastalıklar, sepsis ve kanser gibi çeşitli patolojilerin gelişimine katkıda bulunabilmektedir (Tu ve ark., 2022). İnflamasyonun düzenlenmesinde, nükleer faktör-kappa B (NF- κ B) ve mitojenle

aktive olan protein kinaz (MAPK) yolları kritik sinyal iletim yollarıdır.

Siyah soya fasulyesinin hem in vitro hem de in vivo ortamda anti-inflamatuar etkiler gösterdiği kanıtlanmıştır. Bir in vitro çalışmada, siyah soya fasulyesi izoflavonları olan daidzein ve genistein'in inflammatuar mediyatörlerin inhibisyonu yoluyla anti-inflamatuar etkiler sergilediği gözlemlenmiştir. Özellikle, 40 µg/mL daidzein ve genistein ile yapılan uygulamalarda, PGE2 (prostaglandin E2) (%13 ve %11), TNF-α (tümör nekroz faktörü) (%50 ve %57) ve IL-1β (interlökin) (%60 ve %61) seviyelerinin azaldığı rapor edilmiştir (J.-N. Kim ve ark., 2021).

Bununla birlikte, sarı soya fasulyesi polisakkaritlerinin anti-inflamatuar etkileri rapor edilmiş olsa da (Le ve ark., 2020), siyah soya fasulyesi polisakkaritlerinin benzer etkileri hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, sarı ile karşılaştırıldığında, siyah soya fasulyesinin daha güçlü anti-inflamatuar etkiler gösterdiği ve COX-2 (siklooksijenaz) ve PGE2 seviyelerinde sırasıyla %26.2 ve %61.4 oranında azalma sağladığı belirlenmiştir. Sarı soyanın anti-inflamatuar ajanları açısından COX-2 ve PGE2 üzerinde anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu bulgular, siyah soya fasulyesi veya onun biyoaktif bileşen ekstraktlarının, inflammatuar hastalıkların yönetiminde fonksiyonel bileşenler olarak potansiyel bir alternatif sunabileceğini göstermektedir (Li ve ark., 2024).

3.5. Anti-Diyabetik Etki

Tip 2 diyabet (T2DM), hiperglisemi ve pankreas β-hücrelerinin yetersiz insülin salgılaması ile karakterize edilen kronik bir metabolik hastalıktır (Teng ve ark., 2018). Mevcut tedavi yöntemleri, bağırsak glukoz emiliminin inhibisyonu (örneğin, akarboz), karaciğer glukoneogenezinin baskılanması (örneğin, metformin), insülin reseptör duyarlılığının artırılması (örneğin, metformin ve roziglitazon) ve pankreatik insülin

sekresyonunun uyarılması (örneğin, sitagliptin ve glipizid) gibi farklı mekanizmalarla glukoz regölasyonunu sağlamaktadır (Hasanpour ve ark., 2020). Ancak, sentetik ilaçların potansiyel yan etkileri, siyah soya fasulyesi ni T2DM yönetimi için umut verici bir alternatif olarak öne çıkarmaktadır.

Yapılan in vivo çalışmalarda, siyah soya fasulyesi izoflavonları olan genistein, daidzin ve glisitin'in β -hücre kaybını azalttığı, glukoz ve insülin seviyelerini iyileştirdiği ve böylece anti-diyabetik etkiler sağladığı gösterilmiştir (El-Kordy & Alshahrani, 2015; Zang ve ark., 2015). Örneğin, J.-N. Kim ve ark. (2021), siyah soya fasulyesi tohum kabuklarından elde edilen antosiyaninlerin PPAR γ ekspresyonunu artırarak, hipertrofik 3T3-L1 adipositleri ile RAW264.7 makrofaj ko-kültürlerinde adipokin ekspresyonunu ve glukoz ile lipid metabolizmasında rol oynayan genlerin düzenlenmesi yoluyla insülin direncini iyileştirdiğini tespit etmiştir. Siyah soya fasulyesinden elde edilen peptitler ve saponinlerin anti-diyabetik etkileri, sarı soya peptitleri ve saponinlerine kıyasla daha az incelenmiştir (Das ve ark., 2022; González-Montoya ve ark., 2018; Iwamoto ve ark., 2018). Bununla birlikte, sarı ve siyah soya fasulyesinin anti-diyabetik etkilerini doğrudan karşılaştıran herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, önceki araştırmalar, siyah soya fasulyesinin mor tatlı patatese kıyasla daha güçlü anti-diyabetik etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu fark, siyah soya fasulyesinde izoflavonlar ve monosakkaritlerle glikosile edilmiş antosiyaninlerin bulunmasına, mor tatlı patatesten ise üç şekerle bağlanmış asil antosiyaninlerin yer almasına dayandırılmaktadır (Gofur ve ark., 2019; Ryu & Koh, 2022).

Sonuç olarak, siyah soya fasulyesinin diyabetin önlenmesi veya tedavisi için fonksiyonel bir gıda olarak kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, siyah soya fasulyesinin diğer diyet bileşenleriyle kombinasyonu, insülin duyarlılığını sinerjik bir

şekilde artırabilir ve potansiyel olarak T2DM tedavisi için basit ve maliyet etkin bir alternatif sunabilir.

3.6. Anti-Kanser Etki

Kanser, dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olup, 2025 yılı itibarıyla yaklaşık 19.3 milyon kişiye etkilemesi beklenmektedir (Bray ve ark., 2020). Kanser hücrelerinin kontrolsüz proliferasyonunun inhibe edilmesi, tümör tedavisinde temel bir strateji olarak kabul edilmektedir (Chalamaiah ve ark., 2018). Cerrahi müdahaleler ve hedefe yönelik tedaviler gibi mevcut tedavi yöntemleri başarılı olabilse de, bu yöntemlerin genel etkinliği sınırlıdır ve sıklıkla istenmeyen yan etkilere yol açmaktadır. Bu durum, ilaç direnci ve kanserin tekrarlama sıklığı gibi klinik zorluklardan kaynaklanmaktadır (Lei ve ark., 2017).

Bazı Asya lkelerinde, meme, prostat ve kolon kanseri oranlarının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu düşük oranların, bu bölgelerde düzenli olarak soya fasulyesi ve izoflavonlarının tüketimiyle ilişkili olabileceği dşnlmektedir (Zaheer & Akhtar, 2017). Siyah soya fasulyesinde baskın olarak bulunan izoflavonlardan biri olan genistein, östrojen benzeri yapısı sayesinde östrojen reseptörlerine bağlanabilir ve hormonla ilişkili kanserlerin gelişimini engelleme potansiyeline sahiptir. Ayrıca, genistein, hücre proliferasyonunda rol oynayan tirozin-spesifik protein kinazları inhibe ederek kanser hücrelerinin büyümesini baskılar (Khosravi & Razavi, 2021).

Örneğin, Hidayat ve Dwira (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, siyah soya fasulyesi izoflavon ekstraktlarının HCT-116 kolon karsinomu hücrelerinde doza bağlı olarak hücre proliferasyonunu inhibe ettiği ve IC50 değerinin 97.56 g/mL olduğu belirlenmiştir. Bir in vivo çalışmada ise, siyah soya fasulyesi antosiyaninlerinin oksidatif stresi baskılayarak ve ̢-katenin ile ilişkili sinyal yolları üzerinden

inflamasyonu azaltarak anti-kanser etkiler gösterdiği ortaya konulmuştur (Park ve ark., 2015).

Sonuç olarak, siyah soya fasulyesi ve onun biyoaktif bileşen ekstraktları, kanserin önlenmesi ve tedavisi için fonksiyonel bileşenler olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Gelecekteki araştırmalar, siyah soya fasulyesinin polisakkaritleri ve saponinlerinin anti-kanser etkilerini daha kapsamlı bir şekilde incelemeli ve sarı ile siyah soya fasulyesinin anti-kanser etkilerini karşılaştırmalıdır (Li ve ark., 2024).

3.7. Nöroprotektif Etki

Alzheimer hastalığı, bilişsel işlevlerin kademeli ve ilerleyici bir şekilde bozulduğu nörodejeneratif bir hastalıktır (Shabbir, Tyagi, Ham & Oh, 2022). Alzheimer hastalığının patogeneğinde, asetilkolin gibi nörotransmitterlerin eksikliği önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum, kolinerjik nöron fonksiyonlarının bozulmasına ve dolayısıyla hafıza kaybına yol açmaktadır. Asetilkolinesteraz (AChE) inhibitörleri, AChE aktivitesini inhibe ederek asetilkolin fonksiyonlarını korumayı amaçlayan terapötik stratejiler olarak araştırılmaktadır (Khosravi & Razavi, 2021).

Birçok alışma, siyah soya fasulyesinin nöroprotektif potansiyelini vurgulamış ve bu etkilerin büyük ölçüde içerdiği antosiyaninler aracılığıyla gerçekleştiği düşünölmektedir. Örneğin, siyah soya fasulyesi antosiyaninlerinin, apoptoz sinyal düzenleyici kinaz-p38-JNK yolunun aktivasyonunu inhibe ederek, reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyerek ve insan beyin nöroblastoma SK-N-SH hücrelerinde oksijenaz-1 ekspresyonunu teşvik ederek oksidatif strese karşı nöroprotektif etkiler gösterdiği belirlenmiştir (S. M. Kim ve ark., 2012).

Ayrıca, siyah soya fasulyesinin antosiyanin içermeyen biyoaktif bileşenleri olan şiringik asit, kateşin ve protokateşuik asidin de nöroprotektif etkiler gösterdiği rapor edilmiştir. J. H.

Jeong, Jo ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, siyah soya fasulyesinden elde edilen antosiyanin içermeyen bileşiklerin, sıçan PC12 hücrelerinde asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesini doza bağlı olarak inhibe ettiği ve IC50 değerinin 233.68 µg/mL olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 15–250 µg/mL aralığındaki tedavi, H₂O₂ maruziyetine kıyasla hücresel ROS seviyelerinde %122–103 oranında azalma sağlamış ve bu durum, siyah soya fasulyesinin antosiyanin içermeyen bileşenlerinin PC12 hücrelerini oksidatif toksisiteye karşı koruyabileceğini göstermektedir.

Benzer şekilde, siyah soya fasulyesinden elde edilen (-)-epikateşin, prosiyanidin B1 ve prosiyanidin B2 gibi bileşenlerin, amiloid β peptit (Aβ) kaynaklı sitotoksosite nedeniyle oluşan nöronal hücre ölümünü inhibe ettiği ve Aβ kaynaklı öğrenme ve hafıza bozukluklarını iyileştirdiği gösterilmiştir (J. H. Jeong, Kim ve ark., 2014).

Sonuç olarak, siyah soya fasulyesi ve türevlerinin Alzheimer hastalığının önlenmesinde yardımcı olabileceği dşnlmektedir. Siyah soya fasulyesi nin biyoaktif bileşenlerinin nöroprotektif etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve sarı ile siyah soya fasulyesi nin nöroprotektif etkilerinin karşılaştırılması, gelecekteki araştırmalar için önemli bir alan teşkil etmektedir.

Genel olarak, siyah soya fasulyesi bileşenlerinin sağlık yararlarına yönelik geniş kapsamlı in vivo ve in vitro çalışmalar yapılmıştır. Bu alışmalar, antosiyanin açısından zengin siyah soya fasulyesinin çeşitli kronik hastalıkları tedavisinde ve önlenmesinde önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymuştur. Ancak, bu sağlık yararlarının altında yatan mekanizmaların daha iyi anlaşılabilmesi için makrojenomik, transkriptomik, proteomik ve klinik tıp alanlarında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. siyah soya fasulyesinin düzenli diyetlere dahil

edilmesi ve farklı gıda ürünlerine entegrasyonu, insan sağlığına önemli katkılar sağlayabilir (Li ve ark., 2023).

3.8. Diğer Etkiler

Yukarıda belirtilen ana sağlık yararlarının yanı sıra, soya ve soya ürünlerinin osteoporozun önlenmesi, kemik sağlığının korunması ve normal endotel fonksiyonunun sürdürülmesi gibi çeşitli diğer sağlık yararları da bulunmaktadır. Natokinaz (natto kökenli) fibrin yıkımını aktive eder ve komorbid astımdan korunmada terapötik bir alternatif olarak görev yapar (Takabayashi ve ark., 2017). Ayrıca, tiroidin iyi durumunun korunmasında ve gelişimsel etkiler ile doğurganlık üzerinde önemli bir rolü vardır. Soya ürünlerinin bağışıklık sistemi uyarımı üzerinde de etkili olduğu ortaya konulmuştur. Cheonggukjang, Kore’de *Bacillus subtilis* ile fermente edilen bir soya ezmesidir. Bu soya ezmesinden elde edilen polisakaritler, çeşitli metabolik faktörlerin mRNA ifadesini uyararak bağışıklık sistemini düzenleyen ilgili parametreleri düzenler ve bağışıklık sistemini uyarır (Lee ve ark., 2013). Hiperlipemi ve inflamasyon, genellikle çeşitli patolojik durumlarla ilişkilidir. Aterosklerozda hiperlipemik durum ve düşük dereceli inflamasyonun birlikte varlığı, bu bozukluğa dair kanıtlar sunmaktadır. Soya ürünlerinde bulunan yüksek n-3 yağ asidi içeriği ve izoflavonoidler ile bitkisel steroidler gibi biyoaktif bileşenlerin, çeşitli düşük dereceli inflamasyonla ilişkili hastalıklar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Zhang ve ark., 2008; Masilamani ve ark., 2011). Genisteinin, lipopolisakkarit (LPS) kaynaklı bilişsel disfonksiyonu önlemedeki etkisi üzerine yapılan araştırmalar da bulunmaktadır (Mirahmadi ve ark., 2018).

4. SONUÇ

Siyah soya fasulyesi, uzun yıllardır hem besin kaynağı hem de tıbbi bileşen olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

İçeriğinde bulunan antosiyaninler güçlü antioksidan özelliklere sahip olup, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi çeşitli kronik hastalıkların tedavisinde potansiyel bir role sahip olabilir. Ancak, antosiyaninlerin hastalıkların patofizyolojisindeki moleküler mekanizmaları üzerindeki etkileri tam olarak aydınlatılamamıştır. Mevcut çalışmalar, hücresel ve moleküler düzeyde bu bileşenlerin biyolojik işlevlerini desteklese de, klinik araştırmalar yetersizdir. Hayvan çalışmalarını insan fizyolojisini tam olarak yansıtmadığı için, soya fasulyesi antosiyaninlerinin insan hastalıklarının önlenmesi ve tedavisindeki etkinliğini doğrulamak amacıyla daha kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Gelecekte yapılacak araştırmalar, siyah soya fasulyesinde bulunan antosiyaninlerin terapötik etkinliğini garanti altına almak adına, bu bileşenlerin farmakokinetik ve farmakodinamik özelliklerini ayrıntılı bir şekilde incelemelidir. Ayrıca, siyah soya fasulyesinin biyolojik işlevler üzerindeki çok bileşenli ve sinerjik etkilerinin daha iyi anlaşılması, hastalıkların önlenmesi ve tedavisi açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, yeni biyobelirteçlerin belirlenmesi ve etki mekanizmalarının detaylı olarak araştırılması, soya fasulyesi kaynaklı biyoaktif bileşiklerin tıbbi ve besinsel uygulamalarda daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Sonuç olarak, soya tüketiminin potansiyel sağlık yararları göz önünde bulundurulduğunda, bu alanda daha fazla klinik ve deneysel çalışmaya ihtiyaç duyulmakta olup, bu çalışmaların yürütölmesi, soyanın sağlık üzerindeki etkilerinin bilimsel temellere dayalı olarak doğrulanmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2020). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 70(4).
- Byun, J.S.; Han, Y.S.; Lee, S.S. The effects of yellow soybean, black soybean, and sword bean on lipid levels and oxidative stress in ovariectomized rats. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 2010, 80, 97–106.
- Chalamaiah, M., Yu, W., & Wu, J. (2018). Immunomodulatory and anticancer protein hydrolysates (peptides) from food proteins: A review. *Food Chemistry*, 245, 205–222.
- Chen, Z., Wang, C., Pan, Y., Gao, X., & Chen, H. (2018). Hypoglycemic and hypolipidemic effects of anthocyanins extract from black soybean seed coat in high fat diet and streptozotocin-induced diabetic mice. *Food & Function*, 9(1), 426–439.
- Chen, Z., Li, W., Guo, Q., Xu, L., Santhanam, R. K., Gao, X., Chen, Y., Wang, C., Panichayupakaranant, P., & Chen, H. (2019). Anthocyanins from dietary black soybean potentiate glucose uptake in L6 rat skeletal muscle cells via up-regulating phosphorylated Akt and GLUT4. *Journal of Functional Foods*, 52, 663–669.
- Choung, M.G.; Baek, I.Y.; Kang, S.T.; Han, W.Y.; Shin, D.C.; Moon, H.P.; Kang, K.H. Isolation and determination of anthocyanins in seed coats of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 5848–5851.
- Cui, C., Wang, N., Gao, E., Sun, X., Yu, Q., Hu, M., Xu, Q., Cui, N., Zheng, Y., Wang, C., & Wang, F. (2022). Effect and

mechanism of black soybean peptides alleviating oxidative damage in the celiac disease cell model.

Dukariya, G., Shah, S., Singh, G., & Kumar, A. (2020). Soybean and its products: Nutritional and health benefits. *Journal of Nutritional Science and Healthy Diet*, 1(2), 22-29.

Das, D., Kabir, M. E., Sarkar, S., Wann, S. B., Kalita, J., & Manna, P. (2022). Antidiabetic potential of soy protein/peptide: A therapeutic insight. *International Journal of Biological Macromolecules*, 194, 276–288.

El-Kordy, E. A., & Alshahrani, A. M. (2015). Effect of genistein, a natural soy isoflavone, on pancreatic β -cells of streptozotocin-induced diabetic rats: Histological and immunohistochemical study. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 3(3), 108–119.

Ensminger, M.E.; Oldfield, J.E.; Heinemann, W.W. *Feeds and Nutrition*; The Ensminger Publishing Company: Clovis, CA, USA, 1990.

Petriyuna, F. The potential of darmo black soybean varieties as an alternative of a promising food for future. *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.* 2015, 5, 44–46.

Ganesan, K., & Xu, B. (2017). A critical review on polyphenols and health benefits of black soybeans. *Nutrients*, 9(5), 455.

Gofur, A., Witjoro, A., Ningtiyas, E. W., Setyowati, E., Mukharromah, S. A., Athoillah, M. F., & Lestari, S. R. (2019). The evaluation of dietary black soybean and purple sweet potato on insulin sensitivity in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharmacognosy Journal*, 11(4), 639–646.

Gonzalez-Montoya, M., Hernandez-Ledesma, B., Mora-Escobedo, R., & Martinez-Villaluenga, C. (2018).

- Bioactive peptides from germinated soybean with anti-diabetic potential by inhibition of dipeptidyl peptidase-IV, α -amylase, and α -glucosidase enzymes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10), 2883.
- Guo, H., & Ling, W. (2015). The update of anthocyanins on obesity and type 2 diabetes: Experimental evidence and clinical perspectives. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 16(1), 1–13.
- Hasanpour, M., Iranshahy, M., & Iranshahi, M. (2020). The application of metabolomics in investigating anti-diabetic activity of medicinal plants. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 128, 110263.
- Hidayat, D. A., & Dwira, S. (2018). Phytochemical analysis and in vitro cytotoxicity test of black soybean (*Glycine soja* L.) ethanolic extract as a growth inhibitor of the HCT-116 colon carcinoma cell line. *Journal of Physics: Conference Series*, 1073(3), 032041.
- Hooper, L.; Kroon, P.A.; Rimm, E.B.; Cohn, J.S.; Harvey, I.; Le Cornu, K.A.; Ryder, J.J.; Hall, W.L.; Cassidy, A. Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 2008, 88, 38–50.
- Iwamoto, K., Kamo, S., Takada, Y., Ieda, A., Yamashita, T., Sato, T., Zaima, N., & Moriyama, T. (2018). Soyasapogenols reduce cellular triglyceride levels in 3T3-L1 mouse adipocyte cells by accelerating triglyceride lipolysis. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 16, 44–49.
- Jayachandran, M., & Xu, B. (2019). An insight into the health benefits of fermented soy products. *Food Chemistry*, 271, 362–371.

- Jeong, J.H., Jo, Y.N., Kim, H. J., Jin, D. E., Kim, D.-O., & Heo, H. J. (2014). Black soybean extract protects against TMT-induced cognitive defects in mice. *Journal of Medicinal Food*, 17, 83–91.
- Jeong, J. H., Kim, H. J., Park, S. K., Jin, D. E., Kwon, O.-J., Kim, H.-J., & Heo, H. J. (2014). An investigation into the ameliorating effect of black soybean extract on learning and memory impairment with assessment of neuroprotective effects. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 482.
- Jeong, E. W., Dhungana, S. K., Yang, Y. S., Baek, Y., Seo, J.-H., Kang, B.-K., Jung, C.-S., Han, S.-I., & Lee, H. G. (2023). Black and yellow soybean consumption prevents high-fat diet-induced obesity by regulating lipid metabolism in C57BL/6 mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2023, 6139667.
- Kamble, R. E., Pawar, V. S., & Veer, S. J. (2021). Health benefits of soybean and soybean based food products: A study. *The Pharma Innovation Journal*, 10(8), 1135-1138.
- Khosravi, A., & Razavi, S. H. (2021). Therapeutic effects of polyphenols in fermented soybean and black soybean products. *Journal of Functional Foods*, 81, 104467.
- Kim, J.A.; Jung, W.S.; Chun, S.C.; Yu, C.Y.; Ma, K.H.; Gwag, J.G.; Chung, I.M. A correlation between the level of phenolic compounds and the antioxidant capacity in cooked-with-rice and vegetable soybean (*Glycine max* L.) varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 2006, 224, 259–270.
- Kim, J.M.; Kim, J.S.; Yoo, H.; Choung, M.G.; Sung, M.K. Effects of black soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] seed coats and its anthocyanidins on colonic inflammation and

- cell proliferation in vitro and in vivo. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 8427–8433.
- Kim, K.; Lim, K.M.; Kim, C.W.; Shin, H.J.; Seo, D.B.; Lee, S.J.; Noh, J.Y.; Bae, O.N.; Shin, S.; Chung, J.H. Black soybean extract can attenuate thrombosis through inhibition of collagen-induced platelet activation. *J. Nutr. Biochem.* 2011, 22, 964–970.
- Kim, S. M., Chung, M. J., Ha, T. J., Choi, H. N., Jang, S. J., Kim, S. O., Chun, M. H., Do, S. I., Choo, Y. K., & Park, Y. I. (2012). Neuroprotective effects of black soybean anthocyanins via inactivation of ASK1–JNK/p38 pathways and mobilization of cellular sialic acids. *Life Sciences*, 90(21), 874–882.
- Kim, H.-E., & Kim, Y.-S. (2014). Biological activities of fermented soybean paste (Doenjang) prepared using germinated soybeans and germinated black soybeans during fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 23(5), 1533–1540.
- Kim, M. Y., Jang, G. Y., Lee, Y. J., Woo, K. S., Hwang, B. Y., Lee, J., & Jeong, H. S. (2018). Identification of anti-inflammatory active peptide from black soybean treated by high hydrostatic pressure after germination. *Phytochemistry Letters*, 27, 167–173.
- Kim, J.-N., Han, S. N., & Kim, H.-K. (2021). Anti-inflammatory and antidiabetic effect of black soybean anthocyanins: Data from a dual cooperative cellular system. *Molecules*, 26(11), 3363.
- Kusunoki, M.; Sato, D.; Tsutsumi, K.; Tsutsui, H.; Nakamura, T.; Oshida, Y. Black soybean extract improves lipid profiles in fenofibrate-treated type 2 diabetics with postprandial hyperlipidemia. *J. Med Food*. 2015, 18, 615–618.

- Le, B., Pham, T. N. A., & Yang, S. H. (2020). Prebiotic potential and antiinflammatory activity of soluble polysaccharides obtained from soybean residue. *Foods*, 9(12), 1808.
- Lee SJ, Rim HK, Jung JY, An HJ, Shin JS, Cho CW, et al. Immunostimulatory activity of polysaccharides from Cheonggukjang. *Food Chemical Toxicol.* 2013;59:476-484.
- Lee, E.-H., Son, W.-C., Lee, S.-E., & Kim, B.-H. (2013). Anti-obesity effects of poly- γ -glutamic acid with or without isoflavones on high-fat diet induced obese mice. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 77(8).
- Lei, Y., Zhang, D., Yu, J., Dong, H., Zhang, J., & Yang, S. (2017). Targeting autophagy in cancer stem cells as an anticancer therapy. *Cancer Letters*, 393, 33–39.
- Li,H., Zou, L., Li, X.-Y., Wu,D.-T., Liu, H.-Y., Li,H.-B.,&Gan, R.-Y. (2022).Adzuki bean (*Vigna angularis*): Chemical compositions, physicochemical properties, health benefits, and food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(3), 2335–2362.
- Li, S., Chen, J., Hao, X., Ji, X., Zhu, Y., Chen, X., & Yao, Y. (2024). A systematic review of black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.): Nutritional composition, bioactive compounds, health benefits, and processing to application. *Food Frontiers*, 5(3), 1188-1211.
- Liu, J.,Wen, X.-Y., Kan, J., & Jin, C.-H. (2015). Structural characterization of two water-soluble polysaccharides from black soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(1), 225–234.
- Liu, Z., Liu, Y., Xiong, Z., Feng, Y., & Tang, W. (2016). Total soy saponins improve the antioxidant capacity of the

- myocardium and exercise ability in exhausted rats. *Journal of Sport and Health Science*, 5(4), 424–429.
- Martinelli, E., Granato, D., Azevedo, L., Goncalves, J. E., Lorenzo, J. M., Munekata, P. E. S., Simal-Gandara, J., Barba, F. J., Carrillo, C., Rajoka, M. S. R., & Lucini, L. (2021). Current perspectives in cell-based approaches towards the definition of the antioxidant activity in food. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 232–243.
- Masilamani M, Wei J, Bhatt S, Paul M, Yakir S, Sampson HA. Soybean isoflavones regulate dendritic cell function and suppress allergic sensitization to peanut. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2011;128(6):1242–1250.
- Matsukawa, T.; Villareal, M.O.; Motojima, H.; Isoda, H. Increasing cAMP levels of preadipocytes by cyanidin-3-glucoside treatment induces the formation of beige phenotypes in 3T3-L1 adipocytes. *J. Nutr. Biochem.* 2017, 40, 77–85.
- Mirahmadi SMS, Shahmohammadi A, Rousta AM, Azadi MR, Fahanik-Babaei J, Baluchnejadmojarad T, et al. Soy isoflavone genistein attenuates lipopolysaccharide-induced cognitive impairments in the rat via exerting anti-oxidative and anti-inflammatory effects. *Cytokine.* 2018;104:151-159.
- NRC National Research Council (). *Nutrient Requirements of Swine*, 10th ed.; National Academy Press: Washington, DC, USA, 1998.
- Omoni, A.O.; Aluko, R.E. Soybean foods and their benefits: Potential mechanisms of action. *Nutr. Rev.* 2005, 63, 272–283.
- Park, M.-Y., Kim, J.-M., Kim, J.-S., Choung, M.-G., & Sung, M.-K. (2015). Chemopreventive action of anthocyanin-rich

- black soybean fraction in APCMin/+ intestinal polyposis model. *Journal of Cancer Prevention*, 20(3), 193–201.
- Prahastuti, S., Hidayat, M., Hasianna, S. T., Widowati, W., Amalia, A., Yusepany, D. T., Rizal, R., & Kusuma, H. S.W. (2019). Antioxidant potential ethanolic extract of *Glycine max* (L.) Merr. Var. Detam and daidzein. *Journal of Physics: Conference Series*, 1374(1), 012020.
- Ryu, D., Sung, Y., Hong, J., & Koh, E. (2021). Cellular uptake of anthocyanins extracted from black soybean, grape, and purple sweet potato using INT- 407 cells. *Food Science and Biotechnology*, 30(10), 1383–1391.
- Ryu, D., & Koh, E. (2022). Stability assessment of anthocyanins from black soybean, grape, and purple sweet potato under in vitro gastrointestinal digestion. *Food Science and Biotechnology*, 31.
- Shabbir, U., Tyagi, A., Ham, H. J., & Oh, D.-H. (2022). Comprehensive profiling of bioactive compounds in germinated black soybeans via UHPLC-ESI- QTOF-MS/MS and their anti-Alzheimer's activity. *Plos One*, 17(1).
- Slavin, M.; Kenworthy, W.; Yu, L.L. Antioxidant properties, phytochemical composition, and antiproliferative activity of Maryland grown soybeans with colored seed coats. *J. Agric. Food Chem.* 2009, 57, 11174–11185.
- Suryaningtyas, I. T., & Je, J.-Y. (2023). Bioactive peptides from food proteins as potential anti-obesity agents: Mechanisms of action and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 138, 141–152.
- Takahashi, R.; Ohmori, R.; Kiyose, C.; Momiyama, Y.; Ohsuzu, F.; Kondo, K. Antioxidant activities of black and yellow

- soybeans against low density lipoprotein oxidation. J. Agric. Food Chem. 2005, 53, 4578–4582.
- Takabayashi T, Imoto Y, Sakashita M, Kato Y, Tokunaga T, Yoshida K, et al. Nattokinase, profibrinolytic enzyme, effectively shrinks the nasal polyp tissue and decreases viscosity of mucus. Allergology Intl. 201766(4):594-602.
- Tan, Y.; Chang, S.K.; Zhang, Y. Innovative soaking and grinding methods and cooking affect the retention of isoflavones, antioxidant and antiproliferative properties in soymilk prepared from black soybean. J. Food Sci. 2016, 81.
- Teng, H., Yuan, B., Gothai, S., Arulselvan, P., Song, X., & Chen, L. (2018). Dietary triterpenes in the treatment of type 2 diabetes: To date. Trends in Food Science&Technology, 72, 34–44.
- Tu,W.,Wang, H., Li, S., Liu, Q., & Sha, H. (2019). The anti-inflammatory and anti-oxidant mechanisms of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway in chronic diseases. Aging and Disease, 10(3), 637–651.
- Tu, Z., Zhong, Y., Hu, H., Shao, D., Haag, R., Schirner, M., Lee, J., Sullenger, B., & Leong, K W. (2022). Design of therapeutic biomaterials to control inflammation. Nature Reviews Materials, 7(7), 557–574.
- Vriend, J., & Reiter, R. J. (2015). The Keap1-Nrf2-antioxidant response element pathway: A review of its regulation by melatonin and the proteasome. Molecular and Cellular Endocrinology, 401, 213–220.
- Wang, S., Wang, Y., Pan, M.-H., & Ho, C.-T. (2017). Anti-obesity molecular mechanism of soy isoflavones: Weaving the way to new therapeutic routes. Food & Function, 8(11), 3831–3846.

- Wu, T., Guo, X., Zhang, M., Yang, L., Liu, R., & Yin, J. (2017). Anthocyanins in black rice, soybean and purple corn increase fecal butyric acid and prevent liver inflammation in high fat diet-induced obese mice. *Food & Function*, 8(9), 3178–3186.
- Xiao, C.W. Health effects of soy protein and isoflavones in humans. *J. Nutr.* 2008, 138, 1244S–1249S.
- Xu, B.; Chang, S.K. Antioxidant capacity of seed coat, dehulled bean, and whole black soybeans in relation to their distributions of total phenolics, phenolic acids, anthocyanins, and isoflavones. *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 8365–8373.
- Yang, S. H., Ahn, E.-K., Lee, J. A., Shin, T.-S., Tsukamoto, C., Suh, J.-W., Mei, I., & Chung, G. (2015). Soyasaponins Aa and Ab exert an anti-obesity effect in 3T3-L1 adipocytes through downregulation of PPAR γ . *Phytotherapy Research*, 29(2), 281–287.
- Zaheer, K., & Humayoun Akhtar, M. (2017). An updated review of dietary isoflavones: Nutrition, processing, bioavailability and impacts on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6).
- Zang, Y., Igarashi, K., & Yu, C. (2015). Anti-obese and anti-diabetic effects of a mixture of daidzin and glycitin on C57BL/6J mice fed with a high-fat diet. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79(1).
- Zhang T, Pan W, Takebe M, Schofield B, Sampson H, Li XM. Therapeutic effects of a fermented soy product on peanut hypersensitivity is associated with modulation of T-helper type 1 and T-helper type 2 responses. *Clin. Experimental Allergy*. 2008;38(11):1808-1818.

- Zhang, R.F.; Zhang, F.X.; Zhang, M.W.; Wei, Z.C.; Yang, C.Y.; Zhang, Y.; Tang, X.J.; Deng, Y.Y.; Chi, J.W. Phenolic composition and antioxidant activity in seed coats of 60 Chinese black soybean (*Glycine max* L. Merr.) varieties. *J. Agric. Food Chem.* 2011, 59, 5935–5944.
- Zhou, R., Cai, W., & Xu, B. (2017). Phytochemical profiles of black and yellow soybeans as affected by roasting. *International Journal of Food Properties*, 20(12).
- Zou, P. Traditional Chinese medicine, food therapy, and hypertension control: A narrative review of Chinese literature. *Am. J. Chin. Med.* 2016, 44, 1579–1594.

TARLA BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE İSLAHİ KONULARI

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com