



*Araştırma makalesi*

***Galleria mellonella*'nın Enzimatik Savunma Sistemi Elemanları,  
Glutasyon Peroksidaz (Gpx) ve Glutasyon-S-Transferaz (GST) Enzimleri  
Üzerine Oktadekanoik Asit, Oleik Asit ve N-Hekzadekanoik Asitin  
Etkilerinin *in silico* Gösterilmesi<sup>a</sup>**

**Elif Özlem TORUN<sup>1</sup>, Mehmet Emin KOÇAK<sup>1</sup>, Buse KAYRA<sup>1</sup>, Fahriye SÜMER  
ERCAN<sup>1</sup>, Serap YALÇIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

<sup>2</sup> Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji, 40100, Bağbaşı, Kırşehir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): fahriye.ercan@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 20.11.2023 / Kabul (Accepted): 29.11.2023 /Yayınlanma (Published): 31.12.2023

**ÖZ**

*Galleria mellonella*, büyük bal mumu güvesi olarak da bilinir ve arı kovanlarında peteklerin üzerinde gal yaparak verimin düşmesine yol açar. Hem zararlı olması hem de model böcek olarak kullanılması laboratuvar çalışmalarında tercih edilmesini sağlamıştır. Günümüzde, üretimde verimin düşmesine yol açan zararlı böceklerle mücadelede kimyasal mücadelenin olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak alternatif yöntemlerin kullanılma gerekliliği bilinen bir gerçektir. Bu yöntemlerden biri de bitkisel kaynaklı ürünlerdir. Bitkiler çok çeşitli organik bileşikler üretmektedir ve bu bileşikler onların çeşitli hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı olmasında rol oynayabilmektedir. Bu çalışmada *Aronia melanocarpa* bitkisinin yaprak özütü içeriğinde en fazla miktarda bulunan üç maddenin (oktadekanoik asit, oleik asit, n-hekzadekanoik asit) *G. mellonella*'nın enzimatik savunma sistemi elemanlarından olan glutasyon peroksidaz (GPx) ve glutasyon-S-transferaz (GST) enzimleri üzerine etkileri moleküler kenetleme ile *in silico* olarak gösterilmiştir. Kenetlenme sonuçları, Autodock Vina, VMD ve Maestro programları kullanılarak elde edilmiştir. En yüksek bağlanma değeri, protein ve ligand arasındaki sıkı bağlanmayı temsil eder. Çalışmamızda en yüksek bağlanma değeri, GPx enzimi ile oktadekanoik asit molekülü arasında elde edilirken (-7.2 kcal/mol) en düşük bağlanma değeri GPx enzimi ile n-

<sup>a</sup> **Atf bilgisi / Citation info:** Torun EÖ,Koçak ME, Kayra B,Sümer Ercan F,Yalçın S (2023). *Galleria mellonella*'nın enzimatik savunma sistemi elemanları, glutasyon peroksidaz (GPx) ve glutasyon-S-transferaz (GST) enzimleri üzerine oktadekanoik asit, oleik asit ve n-hekzadekanoik asitin etkilerinin *in silico* gösterilmesi. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 3(2): 190-199

---

hegzadekanoik asit arasında gerçekleşmiştir (-3.8 kcal/mol). GST enzimi ile üç madde arasında oktadekanoik asit molekülü en yüksek bağlanmayı göstermiştir (-5.7 kcal/mol).

**Anahtar Kelimeler:** *Galleria mellonella*, GPx, GST, moleküler kenetlenme

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

### *Research article*

## **In silico demonstration of the effects of octadecanoic acid, oleic acid and n-hexadecanoic acid on the enzymatic defense system elements of *Galleria mellonella*, glutathione peroxidase (GPx) and glutathione-S-transferase (GST) enzymes**

### **ABSTRACT**

*Galleria mellonella*, also known as the greater wax moth, causes galls on honeycombs in beehives, causing a decrease in productivity. Being both harmful and used as a model insect has made it preferred in laboratory studies. Nowadays, it is a known fact that alternative methods must be used to eliminate the negative effects of chemical control of harmful insects that cause a decrease in production efficiency. One of these methods is using plant-derived products. Plants produce a wide variety of organic compounds, and these compounds may play a role in their resistance to various diseases and pests. In this study, the effects of the three most abundant substances in the leaf extract of *Aronia melanocarpa* (octadecanoic acid, oleic acid, n-hexadecanoic acid) on glutathione peroxidase (GPx) and glutathione-S-transferase (GST), which are members of the enzymatic defense system of *G. mellonella*, were demonstrated in silico by molecular docking. Docking results were obtained using Autodock Vina, VMD and Maestro programs. The highest binding value represents tight binding between the protein and the ligand. In our study, the highest binding value was obtained between the GPx enzyme and octadecanoic acid molecule (-7.2 kcal/mol), while the lowest binding value was obtained between the GPx enzyme and n-hexadecanoic acid (-3.8 kcal/mol). Among the three substances, the molecule most bound by the GST enzyme was octadecanoic acid (-5.7 kcal/mol).

**Keywords:** *Galleria mellonella*, GPx, GST, molecular docking

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

### **Giriş**

*Galleria mellonella* (Büyük balmumu güvesi), arı kovanlarında petekler üzerine yerleşerek verimin düşmesine neden olan zararlı bir türdür. Zararlı olmasının yanı sıra laboratuvarında kolay kültüre alınması ve model böcek olarak kullanım olanağının ortaya konmuş olması entomolojik çalışmalarda kullanımını cazip hale getirmiştir. Tarımda kullanılan kimyasal böcek ilaçlarının insan sağlığı, çevre ve hedef dışı organizmalar üzerine olumsuz etkileri uzun yıllardır bilinen bir gerçektir. Bu nedenle son yıllarda çeşitli alanlarda doğal ve biyolojik kökenli insektisitler üzerine yapılan çalışmalar artmıştır. Birçok bitkinin farklı kısımları biyolojik özelliklerinden dolayı böcek ilacı ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (Ercan ve ark., 2013). Bitkisel kökenli

---

uçucu yağlar ve ekstraktların hedef dışı organizmalara karşı nispeten daha az zararlı olmaları, doğada hızlı parçalanabilmeleri ve yine hedef dışı omurgalılar tarafından ölümcül olmayan dozlarının kolaylıkla metabolize edilebilmesi gibi üstünlükleri vardır (Weinzierl, 2000). Bitkisel kökenli ürünlerin bileşimi ve etkinliği kullanılan bitki kısımlarına, ekstraksiyon yöntemine, bitki yaşı, bitki genotipi gibi bitki ile ilgili özelliklere oldukça bağlıdır (Angioni ve ark., 2006). Dolayısıyla bitkinin yaprağından elde edilen bileşim meyvesinden elde edilenden farklı olacaktır ve herhangi bir zararlı üzerine etkileri de değişecektir. Bitkisel kökenli ürünlerin zararlı böceklere karşı kullanımına yönelik pek çok çalışma mevcuttur (Ayvaz ve ark., 2009; Bachrouch ve ark., 2010; Ercan ve ark., 2018).

*Aronia melanocarpa*, Rosaceae familyasına ait çalimsı bir bitkidir ve son yıllarda ülkemiz de dahil dünyanın pek çok yerinde meyve üretimi için kültürü yapılmaktadır. Ülkemizde, 2019 yılı verilerine göre toplamda 78 ha alanda Aronya yetiştirildiği bilinmektedir. Kırklareli (240 da), Bursa (141 da), Manisa (90 da), Kırşehir (48 da) ve Yalova (48 da) illerinde üretimi yapılmaktadır (Yılmaz ve ark. 2021). Antioksidan aktivitesinin yüksek olması birçok hastalığın önlem ve tedavisinde kullanılmasını sağlamış ve Dünya genelinde üretimi ve kullanımını yaygınlaştırmıştır (Oszmiański ve Lachowicz, 2016). Antikanser, antimutajenik, antibakteriyel aktiviteleri ile ilgili yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır (Jurikova ve ark., 2017). Başta kanser olmak üzere pek çok hastalığa karşı kullanılabileceği öngörülen bu bitki tıbbi önemi sebebiyle “süper/mucize bitki” olarak anılmaktadır. Bu önemli bitkinin böcekler üzerine etkileri ile ilgili bilgi sınırlıdır. Aronya kaynaklı ürünlerin böcek öldürücü potansiyelinden ziyade bu bitki üzerinde zarar yapan böceklerin mücadelesine yönelik çalışmalar daha yoğun yürütülmüştür.

Moleküler kenetlenme yöntemi, bir ligandın makromoleküllere en iyi eşleşen bağlanma modunu tahmin etmek için kullanılan bir yöntemdir. Teknoloji sayesinde artık çeşitli bileşiklerin 3D yapıları elektronik ortamda tasarlanıp fizikokimyasal yapıları belirlenerek biyolojik aktiviteleri hakkında yorum yapılabilmektedir. Tıp, farmakoloji, kimya gibi alanlarda özellikle ilaç tasarımı konusunda protein-ligand kenetlenme (docking) yöntemi oldukça önemlidir (Aysan ve Dede, 2020). Zirai ilaçların olumsuz etkileri göz önüne alındığında alternatif mücadele yöntemleri arasında yer alan bitkisel kökenli biyopestisitlerin içeriklerindeki etken maddelerin de bir ligand olarak değerlendirilerek hedef zararlı böceğin enzimatik savunma sistemi elemanlarına bağlanma özelliklerinin aydınlatılması aynı bakış açısı ile söz konusu maddelerin ilaç olarak kullanım potansiyelini ortaya koyacaktır.

Bu çalışmada, söz konusu bitkinin yaprak özütünün içeriği GC-MS ile analiz edilmiş ve içerikte bulunan primer üç madde ligand olarak kullanılarak böcek antioksidan enzimlerinden; glutatyon peroksidaz (GPx) ve glutatyon-S-transferaz (GST)) ile bağlanma özellikleri *in silico* olarak ortaya konmuştur. Böylece, bitkisel kökenli bir özütün, *in silico* elde edilen verilerle desteklenerek, kimyasal mücadeleye alternatif, etkili bir biyopestisit olma potansiyeli araştırılmıştır.

---

## Materyal ve Yöntem

### *Bitki Materyali*

Çalışmada kullanılan *A. melanocarpa*, Kırklareli bölgesinde üretimini yapan Aronia Sante firmasından teşhisi yapılmış halde satın alınmıştır. Satın alınan bitki materyallerinin yaprakları kurutulmuş ve öğütme işleminin ardından 4 °C’de saklanmıştır. Yaprak özütünün hazırlanması için, Katı-sıvı ekstraksiyonu yöntemi kullanılmıştır. Ekstraksiyon için çözücü olarak su kullanılmıştır (Tosun, 2009).

### *İçerik Analizi*

Yaprak özütünün içerik analizi GC-MS ile hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi molekül yapısı sıcaklığa dayanabilen ve uçucu hale geçebilen maddelerin bulunduğu karışımların ayrıştırılması, tanımlanması ve miktarının belirlenmesi amacı ile kullanılan oldukça etkili bir cihazdır. Karışımı oluşturan moleküllerin kolonla olan etkileşimlerindeki farklılıklardan dolayı kolonu terketme süreleri değişiklik gösterir. Kolondan ayrılan moleküller değişen sürelerde kütle spektrometresine ulaşır. GC/MS; enjeksiyon ünitesi, kolon, dedektör ve fırın kısımlarından oluşur. GC-MS, hava, toprak ve su analizlerinde (fenol, aldehit tayinleri), tarım ve gıda güvenliği ile ilgili düzenlemelerde (herbisit, pestisit, hidrokarbon tayinleri), ilaç geliştirme ve üretim süreçlerinde, polimer ve petrokimyasal analizlerde (doymuş ve doymamış hidrokarbon tayinleri) hatta gezegenlerin atmosfer bileşenlerinin tanımlanması amacı ile astrokimya alanlarında kullanılmaktadır (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı, Thermo Scientific Trace 1300 GC/ ISQ MS).

### *Moleküler Kenetlenme ve Simülasyon Çalışmaları*

Çalışma kapsamında Aronya yaprak özütünün içindeki etken maddelerin böcek savunmasında rol oynayan antioksidan enzimlere nasıl ve ne kadar süreli bağlandığı *in silico* olarak belirlenmiştir. Bunun için öncelikle ligand hazırlığı yapılmıştır. Ligand hazırlığı için; bitki yaprak özütünün GC-MS sonucunda elde edilen içerik analizi ile belirlenen başlıca maddelerin BIODRAW ve GAUSSIAN programlarında 3D çizimleri tamamlanmıştır. Hedef protein olarak, *G. mellonella*'ya ait antioksidan enzimler seçilmiştir. Enzimlerin dizileri UniProt'tan alınmıştır (<https://www.uniprot.org/>) (Glutathione peroxidase: LOC113509396; Glutathione S-transferase: LOC113515752). Protein yapı modelleri Phyre2 ve Itasser çevrimiçi veri tabanları kullanılarak yapılmıştır (Zheng ve ark. 2021; Kelly ve ark. 2015; Yang ve ark. 2015a; Yang ve ark. 2015b). Homoloji modelinin stereokimyasal analizleri, <https://zlab.umassmed.edu/32> adresinden elde edilen Ramachandran grafiği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Son olarak, enzimlerin aktif bölgelerini analiz etmek için enzimlerin 3 boyutlu yapısının detaylı analizi, CASTp 3.0 sunucusu ([http://sts.bioe.uic.edu/castp/index.html?j\\_61c5a569932c0](http://sts.bioe.uic.edu/castp/index.html?j_61c5a569932c0)) kullanılarak yapılmıştır. Kenetleme işlemleri için Autodock Vina programı kullanılmıştır (Trott ve Olson, 2010). Protein-Ligand etkileşimlerinin saptanması için, Autodock Vina programının çıktısı olan protein-ligand dosyası (.pdbqt) VMD ve Maestro (Academic free) programı ile ligand ve protein ayrı ayrı seçilerek ardından aminoasit düzeyinde 2 ve 3 boyutlu protein-ligand

etkileşimleri gözlemlenmiştir (Humphrey ve ark., 1996). Simülasyon çalışmaları ise NAMD programı kullanılarak yapılmıştır (Phillips ve ark., 2005).

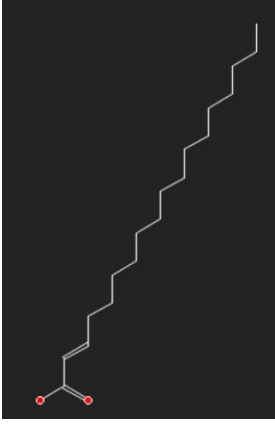
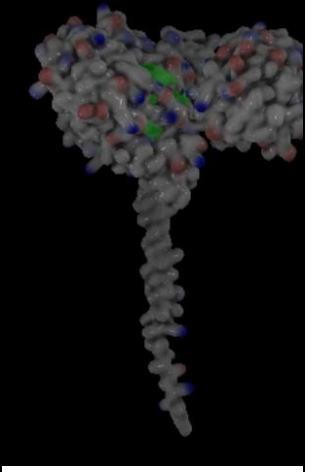
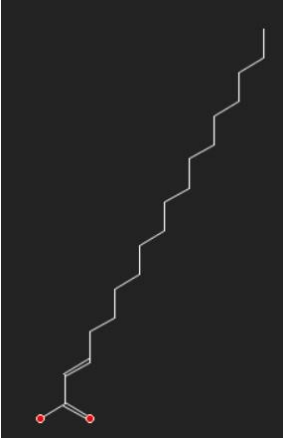
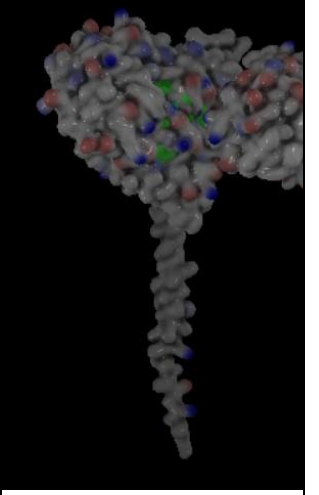
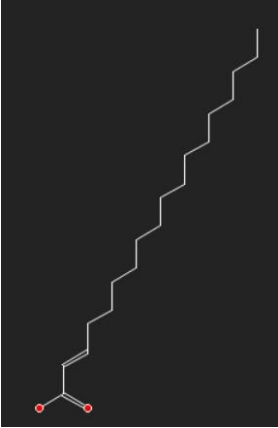
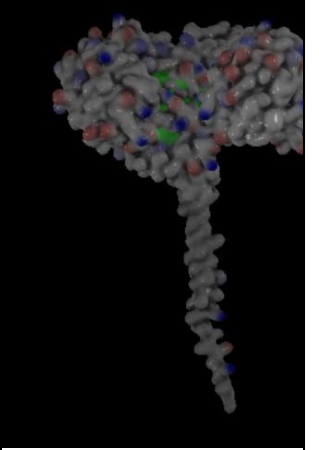
## Bulgular ve Tartışma

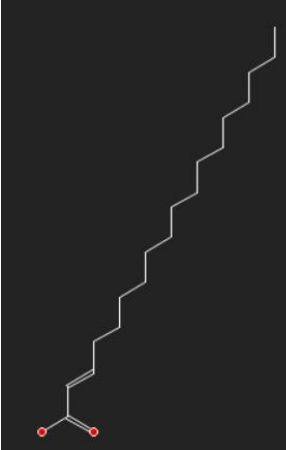
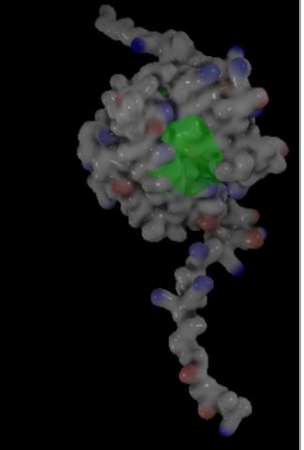
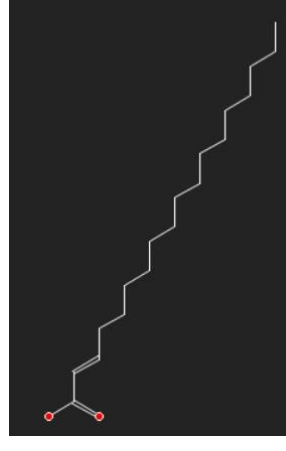
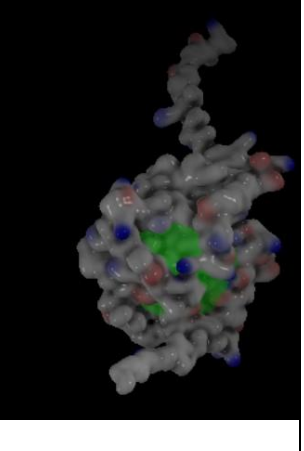
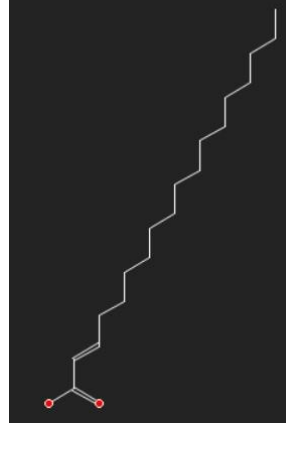
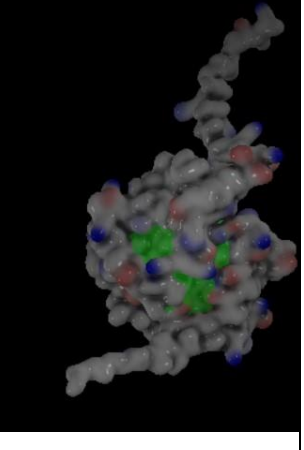
Yaprak özütünün GC-MS analizi sonucu Tablo 1’de gösterilmiştir. Buna göre, Oleik Asit, Oktadekanoik asit, n-Hexadekanoik asit maddelerinin yüksek oranda içerikte yer aldığı tespit edilmiştir. Böceklerde de omurgalılarda olduğu gibi enzimatik ve enzimatik olmayan savunma sistemleri bulunmaktadır. Enzimatik sistemin başlıca elemanları arasında, glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon-S-transferaz (GST) enzimleridir.

**Tablo 1.** *A. melanocarpa* yaprak özütünün GC-MS sonucu

Kimyasal içerik adı	% miktar
1,2,3-Propanetriol (CAS)	1.33
Ethyl aminomethylformimidate	0.45
Acetic acid, hydroxy-, methyl ester (CAS)	0.41
1,2,3-Propanetriol (CAS)	4.95
Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS)	1.12
<b>n-Hexadecanoic acid</b>	<b>10.22</b>
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-	0.37
9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	3.10
Methyl stearate	1.00
6-Octadecenoic acid	0.46
<b>Oleic Acid</b>	<b>38.73</b>
<b>Octadecanoic acid</b>	<b>25.17</b>
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-(CAS)	3.45
9-Octadecenoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester, (E, E, E)-	3.38
Cyclohexanecarboxylic acid, 2-methylpentyl ester	0.43
Octadecanoic acid, (2-phenyl-1,3-dioxolan-4-yl) methyl ester (CAS)	0.33
9,12-Octadecadienoic acid (Z, Z)-	0.16
Eicosanoic acid	0.48
Oleoyl chloride	1.33
Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester	0.44
9-Octadecenal, (Z)-	0.51
Ethanol, 2-(9-octadecenyl)-, (Z)-	1.14
Oleoyl chloride	1.04

**Tablo 2.** Böcek antioksidan enzimleri ile seçilen ligandlar arasındaki moleküler kenetlenme sonuçları

PROTEİN	LİGAND	ENERJİ DEĞERLERİ	HİDROJEN BAĞI	HİDROJEN BAĞ GÖRÜNTÜ	PROTEİN+LİGAND GÖRÜNTÜ
GPx	n-Hexadecanoic acid	-3.8 kcal/mol	2		
GPx	Octadecanoic acid	-7.2 kcal/mol	-		
GPx	Oleic Acid	-6.0 kcal/mol	-		

Tablo 2 devamı				
GST	n-Hexadecanoic acid	-5.0 kcal/mol	2	 
GST	Octadecanoic acid	-5.7 kcal/mol	-	 
GST	Oleic Acid	-4.8 kcal/mol	-	 

Yaprak özütü içeriğinde tespit edilen 3 madde ligand olarak kullanılmak suretiyle böcek antioksidan enzimleri GPx ve GST ile bağlanma özellikleri *in silico* olarak ortaya konmuştur (Tablo 2).

Kenetlenme sonuçları, Autodock Vina, VMD ve Maestro kullanılarak elde edilmiştir. Serbest bağlanma enerjisi, elektrostatik, hidrojen bağı ve van der Waals etkileşimlerini içerebilir. En

---

yüksek bağlanma değeri, protein ve ligand arasındaki sıkı bağlanmayı temsil eder. Çalışmamızda en yüksek bağlanma değerleri, GPx proteini ile Octadecanoic acid molekülü arasında elde edilmiştir (-7.2 kcal/mol) (Tablo 2). Söz konusu ligandlar GST proteinine nispeten daha düşük enerjilerle bağlanmıştır.

## Sonuç

Bitkiler çok zengin biyoaktif kimyasal kaynaklar oluşturdukları için mevcut kullanılan kimyasal temelli böcek mücadele ajanlarına karşı potansiyel alternatifler olarak karşımıza çıkar. Bu şekilde daha güvenli böcek kontrolü geliştirilmesine kaynak oluşturulabilirler. Biyolojik aktivitesi açısından araştırılan çok sayıda bitkisel ürün vardır. *A. melanocarpa* da bu ürünlerden birisidir. Son yıllarda popüler olmasına rağmen bu bitkinin zararlılar üzerine etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, *A. melanocarpa* yaprak özütünün içerik analizi yapılmış ve içerikte en fazla bulunan 3 maddenin *in silico* analizi sayesinde böceğin antioksidan enzimleri ile kenetlenme özellikleri ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar, Aronya kaynaklı ürünlerin biyopestisit geliştirme çalışmalarına katkıda bulunacağını göstermektedir.

## Çıkar Çatışması

Makalenin hiç bir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

## Teşekkür

Bu çalışma TUBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar

Angioni A, Barra A, Coronco V, Dessi S, Cabras P (2006). Chemical composition, seasonal variability and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 4364-4370.

Aysan Ö, Dede B (2020). Bazı Oksim Bileşiklerinin Bağlanma Özelliklerinin Moleküler Kenetlenme Yöntemiyle İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 24, Sayı 2, 333-339.

Ayvaz A, Karaborklu S, Sagdic O (2009). Fumigant toxicity of five essential oils against the eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Asian Journal of Chemistry* 21:596-604.

Bachrouch O, Jemaa J M B, Chaieb I, Talou T, Marzouk B (2010). Insecticidal activity of *Pistacia lentiscus* essential oil on *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) as alternative to chemical control in storage. *Tunisian Journal of Plant Protection* 5: 63–70.

Ercan F S, Baş H, Koç M, Pandır D, Öztemiz S (2013). Insecticidal activity of essential oil of *Prangos ferulacea* (Umbelliferae) against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and



---

*Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 37: 719-725.

Ercan F, Bas H, Ercan N, Vural C, Özcan S (2018). Fumigant Toxicity of Essential Oils from *Thymus argaeus* Boissier & Balansa and *Thymus sipyleus* Boissier(Lamiaceae) Against *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). International Journal of Scientific and Technological Research 4(3), 54-60.

Humphrey W, Dalke A, Schulten K (1996.) "VMD-Visual Molecular Dynamics" Journal of Molecular Graphics 14.1, 33-38.

Jurikova T, Mlcek J, Skrovankova S, Sumczynski D, Sochor J, Hlavacova I, Snopek L, Orsavova J (2017). Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. Molecules 22(6), 1–23.

Kelley L A, Mezulis S, Yates C M, Wass M N, Sternberg M J E (2015). The Phyre2 web portal for protein modeling, prediction and analysis. Nature Protocols 10(6): 845-58.

Oszmiański J, Lachowicz S (2016). Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds. Molecules 21, 1098.

Phillips, J C, Braun R, Wang W, Gumbart J, Tajkhorshid E, Villa E, Chipot C, Skeel R D, Kale L, Schulten K (2005). Scalable molecular dynamics with NAMD" Journal of Computational Chemistry, 26:1781-1802.

Tosun G (2009). Üzüm Çekirdeğinden Monomerik Flavan-3-ol Bileşiklerinin Ekstraksiyonunun Optimizasyonu ve Kütle Transfer Parametrelerinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 102p.

Trott O, Olson A J (2010). AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. Journal of Computational Chemistry 31: 455-461.

Yang J, Yan R, Roy A, Xu D, Poisson J, Zhang Y. (2015a). The I-TASSER Suite: Protein structure and function prediction. Nature Methods 12: 7-8.

Yang J, Zhang Y. (2015b). I-TASSER server: new development for protein structure and function predictions. Nucleic Acids Research 43: 174-181.

Yılmaz A, Güler E, Soydemir H E, Demirel S, Mollahaliloğlu S, Karadeniz T, Çiftçi V (2021., Mucize Bitki: Aronya (*Aronia melanocarpa*), MAS Journal of Applied Sciences 6(1): 83-94.

Zheng W, Zhang C, Li Y, Pearce R, Bell E W, Zhang Y (2021). Folding non-homology proteins by coupling deep-learning contact maps with I-TASSER assembly simulations. Cell Rep Meth 1: 100014.

---

Weinzierl R A (2000). Botanical insecticides, Soaps and Oils. In: Biological and Biotechnological Control of Insect Pests (JE Rechcigl, NA Rechcigl, eds), Lewis publishers, Boca Raton, New York, USA, 110-130.