



Allium sativum L. (Sarımsak) Özütünün Farelerde Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkisinin Araştırılması

Suna KIZILYILDIRIM^{1*} Hikmet Yeter ÇOĞUN²

¹Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye

Geliş Tarihi: 12.08.2023

Kabul Tarihi: 13.10.2023

Basım Tarihi: 31.12.2023

Atıf yapmak için: Kızılyıldırım, S. & Coğun, H.Y. (2023). *Allium sativum* L. (Sarımsak) Özütünün Farelerde Bağırsak Mikrobiyotası Üzerine Etkisinin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(4), 635-641. <https://doi.org/10.35229/jaes.1342151>

How to cite: Kızılyıldırım, S. & Coğun, H.Y. (2023). Investigation of the Effect of *Allium sativum* L. (Garlic) Extract on Intestinal Microbiota in Mice. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(4), 635-641. <https://doi.org/10.35229/jaes.1342151>

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-1039-8556>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6559-4397>

***Sorumlu yazarın:**

Suna KIZILYILDIRIM
Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi,
Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı,
Adana, Türkiye
✉: skizilyildirim@cu.edu.tr

Öz: Bağırsak mikrobiyotası trilyonlarca bakteri içeren değişen canlı bir ekosistemdir ve insan sağlığında önemli bir rol oynar. *Allium sativum* L. prebiyotik özellikleri ile bağırsak mikrobiyotasını modüle etme, bağırsak iltihabından koruma ve mukus üretimini eski haline getirme potansiyeline sahiptir. Bu çalışma *Allium sativum* L. özütünün bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır.

Çalışmada, *Allium sativum* L. su bazlı ekstresi hazırlandı. Deney için 5 ve 10 gün boyunca *Allium sativum* L. ile beslenen iki deney grubu ve iki kontrol grubu için (her grupta 6 fare) olmak üzere toplamda 24 hayvan kullanıldı. Deney süresince farelere gavajla her gün 300 mg/kg dozda sarımsak özütü verildi. Kontrol grubundaki fareler deney süresi boyunca normal besinlerle beslendi. Deney süresi sonunda farelerin diseksiyonu yapıldı ve bağırsaklar steril ependorflara alındı. Bağırsak örneklerinden DNA ekstraksiyonu QIAamp DNA Mini Kiti ile gerçekleştirildi. DNA örneklerinin 16srRNA bölgesinin sadece V3-V4 bölgeleri amplifiye edildi. Dizileme, Illumina HiSeq-2500 cihazı ile 16S Metagenomik Dizileme Illumina protokolüne göre gerçekleştirildi. Elde edilen verilerin biyoinformatik analizi gerçekleştirildi.

Çalışma sonucunda; 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grubun, 5 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen gruba göre bağırsak mikrobiyotasına daha olumlu katkısı olmuştur. Faydalı bakteriler olan, hem *L. taiwanensis* artış göstermesi hem de *B. bifidum* türünün florada görülmesiyle daha etkili bir sonuca ulaştığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Allium sativum* L., metagenomik dizileme, mikrobiyota.

Investigation of the Effect of *Allium sativum* L. (Garlic) Extract on Intestinal Microbiota in Mice

Abstract: The intestinal microbiota is a changing living ecosystem containing trillions of bacteria and plays an important role in human health. *Allium sativum* L., with its prebiotic properties, has the potential to modulate the intestinal microbiota, protect against intestinal inflammation and restore mucus production. This study aimed to investigate the effects of *Allium sativum* L. extract on intestinal microbiota.

In this study, *Allium sativum* L. water-based extract was prepared. A total of 24 animals were used for the experiment, two for the experimental group and two for the control group (6 mice in each group), which were fed *Allium sativum* L. for 5 and 10 days. During the experiment, the rats were given 300 mg/kg garlic extract by gavage every day. Mice in the control group were fed normal food throughout the experimental period. At the end of the experiment period, the mice were dissected and the intestines were taken into sterile eppendorf tubes. DNA extraction from intestinal samples was performed with the QIAamp DNA Mini Kit. Only the V3-V4 regions of the 16s rRNA region of the DNA samples were amplified. Sequencing was performed with the Illumina HiSeq-2500 instrument according to the 16S Metagenomic Sequencing Illumina protocol. A bioinformatics analysis of the obtained data was performed.

As a result of the study; The group fed with 300 mg/kg/day *Allium sativum* L. extract for 10 days had a more positive contribution to the intestinal microbiota than the group fed with 300 mg/kg/day *Allium sativum* L. extract for 5 days. It has been observed that a more effective result has been achieved with the increase of both *L. taiwanensis* and *B. bifidum* species in the flora, which are beneficial bacteria.

Keywords: *Allium sativum* L., metagenomic sequencing, microbiota.

***Corresponding author:**

Suna KIZILYILDIRIM
Çukurova University, Faculty of Pharmacy,
Department of Pharmaceutical Microbiology,
Adana, Türkiye
✉: skizilyildirim@cu.edu.tr

GİRİŞ

Bağırsak mikrobiyotası, konağa çeşitli metabolik işlevler sağlayan, bağırsak sağlığı ile ilişkili yaklaşık 100 trilyon mikrobiyal topluluktan oluşan canlı bir ekosistemdir (Ley vd, 2006; Clemente vd, 2012). Bacteroidetes, Firmicutes, Actinobacteria, Proteobacteria, Fusobacteria ve Verrucomicrobia, normal bağırsak florasında bulunur; burada Bacteroidetes ve Firmicutes, toplam bakteri filum yapısının %90'ını temsil eder ve Actinobacteria, Proteobacteria ve Verrucomicrobia daha az oranda temsil edilir (Rajilic-Stojanovic vd, 2014; Graf vd, 2015; Klement vd, 2019). Firmicutes/Bacteroidetes oranı, bağırsak mikrobiyotasının bozukluğunu yansıtan önemli bir parametredir. Son yıllarda, biyoinformatik analiz teknolojisi ve yüksek verimli dizileme teknolojisindeki hızlı gelişme ile bağırsak mikrobiyotası araştırmaları hızlı bir ilerleme kaydetmiştir (Chen vd, 2021).

Bağırsak mikrobiyotasındaki faydalı bakteriler, ortam ve besinler için rekabet ederek patojenik bakterilerin çoğalmasını ve büyümesini engeller (Ouwehand vd, 1999). Bakteriyel enfeksiyonlar, diyet değişiklikleri, antibiyotikler gibi bazı faktörler bağırsak mikrobiyotasının bozulmasına yani dizbiyozuna sebep olurlar. Son araştırmalar, disbiyozun, irritabl bağırsak sendromu ve çölyak hastalığı gibi bağırsak bozukluklarının patogenezi ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Carding vd, 2015). Yaşlanma, obezite, beslenme alışkanlıkları ve hareketsiz yaşam tarzı gibi birçok faktörün bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Kim ve Jazwinski, 2018; Castellanos vd, 2020). Bağırsak mikrobiyotasındaki değişim ile oluşan bağırsak inflamasyonu, bağırsak bariyerinin bozulması, bakteriyel metabolitlerin dolaşımdaki seviyelerini artırır ve çeşitli hastalıkların gelişmesine zemin hazırlar (Tang vd, 2019; Ahmad vd, 2019).

Bağırsak mikrobiyotasını iyileştirmek, insan sağlığını geliştirmek için potansiyel bir hedeftir ve diyet bileşenlerinin (hem mikro hem de makro besinler) önemli bir rol oynadığı kabul edilmektedir (Yang vd, 2020). Modern tıpta, bitkisel ürünler veya takviyeler farmasötik açılarından zengin olduğu için hastalıklardan veya enfeksiyonlardan korunmak için büyük önem taşımaktadır (Sasi vd, 2021).

Sarımsak (*Allium sativum* L.), sağlığın korunması ve çeşitli hastalıkların tedavisi için kullanılan bitkilerin en eski belgelenmiş örneklerinden biridir. Sarımsağın tıbbi kullanımının Orta Asya'da ortaya çıktığı ve daha sonra Kuzey Afrika ve Meksika'ya gelmeden önce Çin ve Akdeniz bölgesine yayıldığı görülmektedir (Rivlin, 2001). Çin'de uzun yıllardır tüberküloz, öksürük, soğuk algınlığı, minör vasküler bozukluklar, diyabet, obezite, böbrek ve

karaciğer hasarını tedavi etmek için geleneksel bir ilaç olarak tüketilmektedir (Naji vd, 2017).

Sarımsak, organosülfür bileşikler, saponinler, fenolik bileşikler ve polisakaritler dahil olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşiklere sahiptir. Çiğ sarımsaktaki organosülfür bileşikler, pişmişe göre daha yüksek sindirilebilirliğe sahiptir (Shang vd, 2019). Sarımsak prebiyotik özellikleri ve hücre içi hidrojen sülfür kaynağı ile bağırsak mikrobiyotasını modüle etme, bağırsak iltihabından koruma ve mukus üretimini eski haline getirme potansiyeline sahiptir (Ried vd, 2018).

Bu çalışma, *Allium sativum* L. özütünün bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkilerini araştırmayı hedeflemiştir. Bununla birlikte mikrobiyotada yer alan faydalı ve zararlı mikroorganizma türlerindeki değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

***Allium sativum* L. özütünün hazırlanması:** Çalışmada, *Allium sativum* L. soğanlarına ait ekstre kullanıldı. *Allium sativum* L. soğanları Adana ilinde yetiştirilen ve yerel bir pazarından temin edildi. *Allium sativum* L. soğanları kuru olarak alındı ve serin bir yerde muhafaza edildi. *Allium sativum* L. pazardan alındığı için ve ticari kültürü olan bitkilerin herbaryumunun yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Allium sativum L. soğanları yıkandıktan sonra (90 gr) distile su (200 ml) ile karıştırıldı ve karıştırıcıda 15 dakika öğütülmüştür. Katı kısımları, steril gazlı bez ile süzülerek ayrıştırıldı, ardından 20°C'de 30 dakika 4500 rpm'de santrifüjlenmiştir. Süpernatant, Whatman No. 40 filtre kağıdı yarımıyla süzüldü. Son olarak özüt numuneleri buzdolabında 4°C'de iki gün kaldıktan sonra 3 gün boyunca liyofilize edilmiştir (Ilić vd, 2017). Liyofilize edilen toz halindeki stok özütler koyu şişelerde -20°C de derin dondurucuda stok halinde tutulmuştur. Deney sırasında stok özütler her gün farelere, her fare için kilogram başına 300 mg (300 mg/kg) olacak şekilde destile su ile sulandırılarak gavaj yöntemi ile verilmek üzere hazırlanmıştır.

Deney Hayvanları: Çalışma için Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'na başvuruldu ve (16.12.2022, sayı: 8/karar no: 7) onayı alınmıştır. Balb/c albino erkek fareler (8 haftalık, 40-50 gr), Çukurova Üniversitesi Deney Hayvanları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edildi ve hayvan deneyleriyle ilgili tüm prosedürler bu merkezde gerçekleştirilmiştir. Farelerin vücut ağırlığı ölçüldü ve 14 günlük iklimlendirmeden sonra, rastgele seçilerek kontrol ve deney grubu olarak ayrıldı. Çalışma 5 ve 10 gün olmak üzere iki ayrı gruba ayrıldı ve her bir grup (toplamda 4

grup) için 6 fare olmak üzere toplamda 24 hayvan kullanıldı.

Deney grupları aşağıda şekilde gerçekleştirildi;

1) Kontrol grubu (6 fare): Fareler deney süresi boyunca normal besinlerle beslendi.

2) 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü grubu (6 fare): Deney süresince farelere gavajla beş gün boyunca, her gün 300 mg/kg dozda sarımsak özütü verildi.

3) Kontrol grubu (6 fare): Fareler deney süresi boyunca normal besinlerle beslendi.

4) 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü grubu (6 fare): Deney süresince farelere gavajla on gün boyunca, her gün 300 mg/kg dozda sarımsak özütü verildi.

Deney süresi sonunda fareler derin bir anesteziye (ketamin-ksilazin) alındı. Anestezi sonrası farelerin diseksiyonu yapıldı ve bağırsaklar alındı.

Bağırsak koleksiyonu: Kontrol ve deney gruplarında yer alan farelerden alınan bağırsak örnekleri 2 ml'lik bir steril ependorf tüplere aktarılarak ve DNA ekstraksiyonuna kadar dik konumda -80°C'de muhafaza edildi.

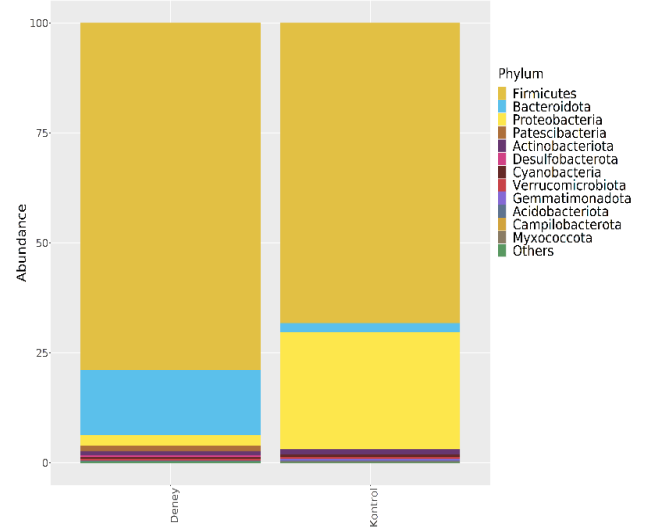
DNA Ekstraksiyonu: Bağırsak örneklerinden DNA ekstraksiyonu, ticari DNA ekstraksiyon ve saflaştırma kiti (QIAamp DNA Mini Kiti, Invitrogen™ Qubit™ dsDNA HS Assay Kiti) kullanılarak üretici firmanın talimatlarına göre gerçekleştirildi.

Mikrobiyota analizi: Bağırsak mikrobiyota analizi, literatürde bildirilen yöntemle göre gerçekleştirildi (Ata vd, 2019). Bağırsak örneklerinden ekstrakte edilen DNA örnekleri, 16srRNA bölgesinin sadece V3-V4 bölgeleri amplifiye edildi. Analiz, Illumina HiSeq-2500 cihazı ile 16S Metagenomik Dizileme Illumina protokolüne göre gerçekleştirildi. Daha önceki çalışmalarda kullanılan ve bu bölgeyi hedef alan primerler, 16S Amplicon PCR F: 5'-TCGTCGGCAGCGTCAGATGTGTATAAGAGACAGCCTACGGGNGGCWGCAG-3'R:5'GTCTCGTGGGCTCGGAGATGTGTATAAGAGACAGGACTACHVCGCCG3'GACTACHVCGCCG-3' kullanıldı. Ardından veriler gruplandırılarak biyoinformatik analizi gerçekleştirildi (Ata vd, 2019).

BULGULAR

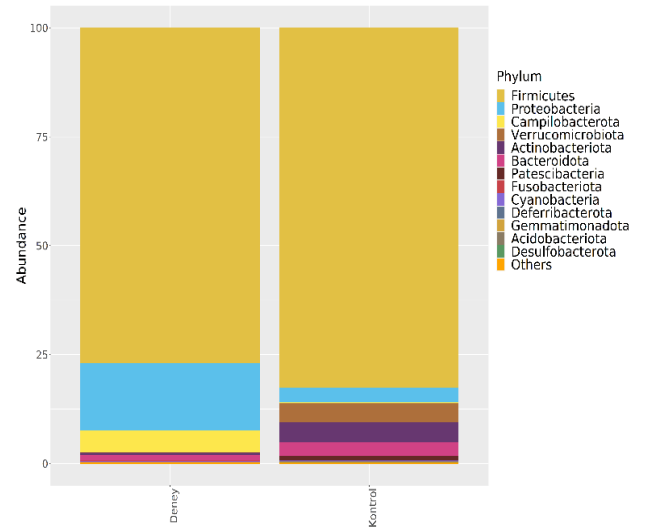
Çalışmada 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütünün 5 ve 10 günde bağırsak mikrobiyotası üzerine etkisi incelendi. Her iki deney grubu kontrol grupları ile kıyaslandı. Beş gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen farelerin bağırsak mikrobiyotasında kontrol grubuna kıyasla Firmicutes ve Bacteroidata filumlarının artış gösterdiği, kontrol grubunda ise deney grubuna göre Proteobacteria

filumunun anlamlı bir şekilde artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Beş gün boyunca *Allium sativum* L. özütü ile beslenen farelerin bağırsak mikrobiyotasında filum üzerine etkisi
Figure 1. Effect on the phylum in the intestinal microbiota of mice fed *Allium sativum* L. extract for five days.

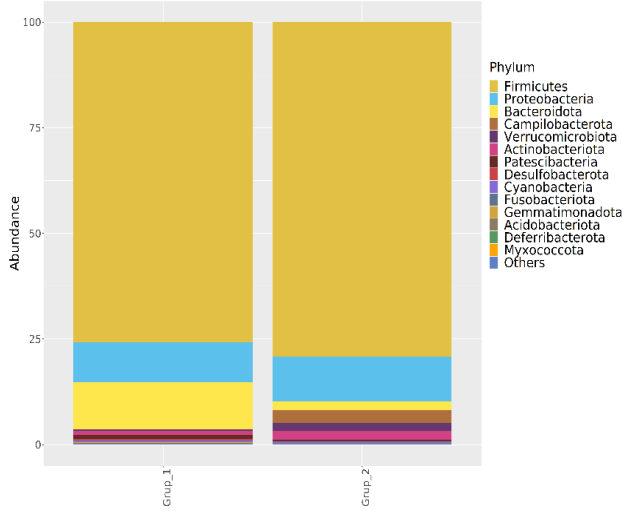
Diğer deney grubu 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen farelerin bağırsak mikrobiyotası kontrol grubu ile kıyaslandığında Firmicutes filumunun kontrol grubuna göre azaldığı fakat Proteobacteria ve Campilobacterota filumlarının artış gösterdiği bununla birlikte kontrol grubunda ise Verrucomicrobiota filumunun arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 10 gün boyunca *Allium sativum* L. özütü ile beslenen farelerin bağırsak mikrobiyotasında filum üzerine etkisi.
Figure 2. Effect on the phylum in the intestinal microbiota of mice fed *Allium sativum* L. extract for ten days.

Her iki deney grubunun bağırsak mikrobiyotası filum düzeyinde incelendiğinde, 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grubun

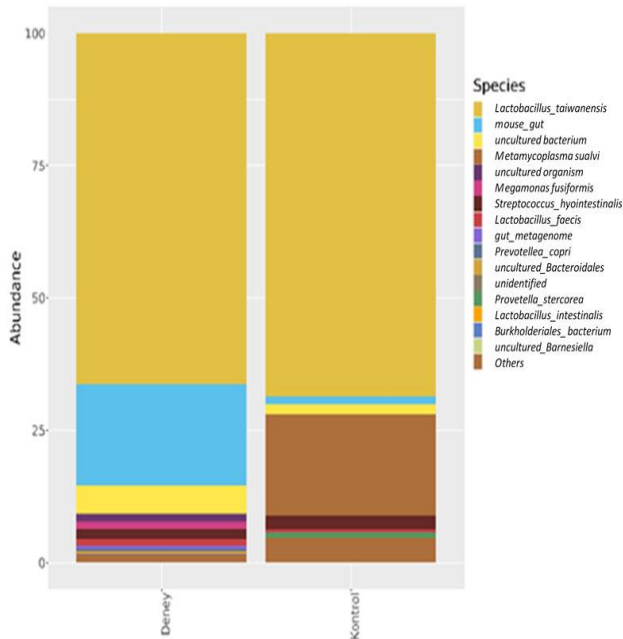
(Deney grubu 2), 5 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen gruba (Deney grubu 1) göre Firmicutes ve Proteobacteria filumlarının artış gösterdiği buna karşılık Bacteroidata filumunun ise azaldığı görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Deney grubu 1 ve 2 bağırsak mikrobiyotası filumlarının kıyaslanması.

Figure 3. Comparison of experimental group 1 and 2 intestinal microbiota phylum.

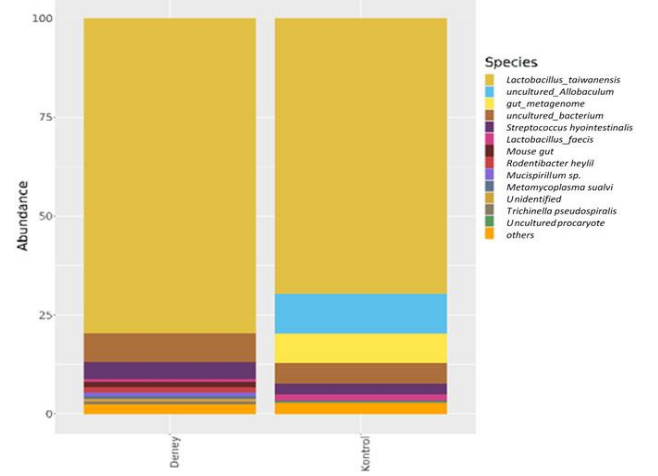
Bağırsak mikrobiyotası tür düzeyinde, 5 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen farelerin kontrol grubu ile kıyaslandığında; kontrol grubunda *Lactobacillus taiwanensis* türünün %85.6, deney grubunda ise %65.9 oranında olduğu ve kontrol grubunda bulunan *Metamycoplasma sualvi* türünün deney grubunda yer almadığı görüldü (Şekil 4).



Şekil 4. Deney grubu 1: Bağırsak mikrobiyotasında bakteri türleri.

Figure 4. Experimental group 1: Bacterial species in the intestinal microbiota.

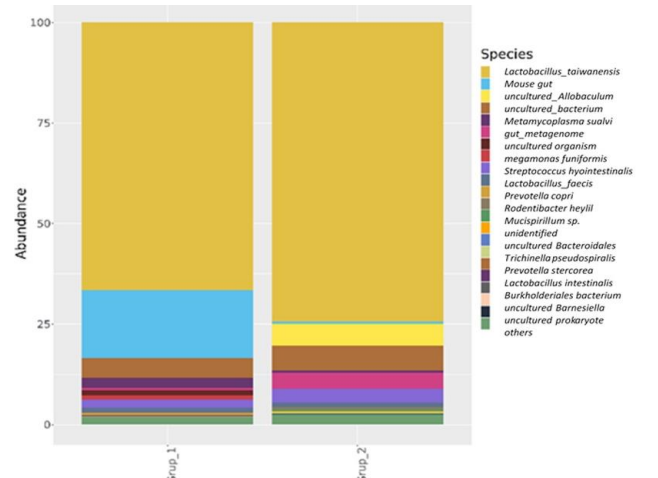
Diğer deney grubu olan 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grup, kontrol grubu ile tür düzeyinde dağılımları kıyaslandığında; kontrol grubunda *L. taiwanensis* türünün %74.4, deney grubunda ise %82.4 oranında olduğu görüldü. Buna karşılık deney grubunda *Streptococcus hyointestinalis* türünün (%5.1) oranı, kontrol grubuna göre (%2,6) arttığı tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Deney grubu 2: Bağırsak mikrobiyotasında bakteri türleri.

Figure 5. Experimental group 2: Bacterial species in the intestinal microbiota.

Her iki deney grubu (Deney grubu 1: 5 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grup; Deney grubu 2: 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grup) kıyaslandığında; Deney grubu 1'de *L. taiwanensis* % 67.2 oranında bulunurken, 2. Deney grubunda ise %77,5 oranla artış gösterdiği bulunmuştur (Şekil 6). Bununla birlikte 1. Deney grubunda bağırsak mikrobiyotasında yer alan *Lactobacillus intestinalis* türünün ise çok az oranda (% 0,1), 2. deney grubuna göre artış gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 6. Deney grubu 1 ve 2 bağırsak mikrobiyotası bakteri türlerinin kıyaslanması.

Figure 6. Comparison of experimental group 1 and 2 intestinal microbiota bacterial species.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bağırsak mikrobiyotası, sağlıklı bir vücudun korunmasında önemli bir rol oynar (Chu vd, 2018). Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler veya dizbiyoza bazı hastalıkların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır.

Son yıllarda tıbbi bitkiler, yüksek erişimleri ve nispeten daha az yan etkileri nedeniyle sentetik ilaçlardan daha popüler hale gelmiştir. Sarımsak ve biyoaktif bileşiklerinin anti-obeze, anti-enflamatuvar, antimikrobiyal, anti-skar dahil olmak üzere sağlık üzerindeki etkilerini göstermiştir (Negi vd, 2021; Zhao vd, 2021). Sarımsak alımı için herhangi bir standart yoktur. Günlük yaklaşık 1-2 diş sarımsak veya 4 gr bozulmamış sarımsak alımının sağlık açısından faydaları olabileceğini öne sürülmüştür. Ancak bu öneri bilimsel bir referansla kanıtlanmamıştır. Birçok yeni klinik çalışmada, kurutulmuş sarımsak tozunun günlük dozunun yaklaşık 900 mg olduğundan bahsetmiştir. 1 ila 7.2 g/gün arasında değişen yaşlı sarımsak ekstresi alımları başarıyla kullanılmıştır. İnsanlarda bağışıklık gelişimini gösteren çalışmalar, 1.8-10 g/gün kadar etkili olduğunu göstermiştir. İlginç bir şekilde, bu klinik çalışmalarda, yüksek dozlarda bile hiçbir ciddi toksik yan etki bildirilmemiştir (Rahman, 2007).

Bu çalışmada, 300 mg/kg doz sarımsak özütünün 5 ve 10. günlerde bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütü ile beslenen grubun, diğer gruba göre hem filum hem de faydalı bakteriler olan bakteri *L. taiwanensis* artış göstermesi veya diğer laktobasil türlerinin görülmesi ve bu türlerin artış göstermesi etkili bir sonuca ulaştığı görülmüştür.

Ried ve arkadaşları çalışmamızdan farklı olarak 3 aylık sarımsak takviyesinin bağırsak mikrobiyotasındaki etkilerine bakmışlardır ve *Lactobacillus* ve *Clostridia* türlerinde belirgin bir artış ile daha yüksek mikrobiyal zenginlik ve çeşitlilik ile açıkça görülen bağırsak mikrobiyotasını iyileştirdiğini bildirmişlerdir (Ried vd, 2018). Farklı bir çalışmada, sarımsak takviyesinin, *Bifidobacterium* bolluğundaki artış ve *Bacteroides* bolluğundaki azalma ile ilişkilendirilmiştir ve bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmasa da klinik olarak önemli olduğunu belirtmişlerdir (Ettehad-Marvasti vd, 2022). Chen ve ark., sarımsak takviyesinin bağırsak mikrobiyom çeşitliliğini artırırken *Prevotella*'nın nispi bolluğunu azalttığını gösterdi. Genel olarak, fare modelinde sarımsak takviyesinin bağırsak mikrobiyom bozukluğunu iyileştirebileceğini tespit etmişlerdir. Sarımsağın alkolik karaciğer fibrozunun neden olduğu bağırsak mikroflorası disbiyozunu tedavi etmek için kullanılabilir güçlü bir ajan olduğunu bildirmişlerdir (Chen vd, 2019). Bununla birlikte sarımsak özleri,

insanlarda ve hayvanlarda ishalin ana nedeni olan enterotoksijenik *E. coli* suşlarının ve diğer patojenik bağırsak bakterilerinin büyümesini engelledi. Sarımsağın antibakteriyel aktivitesinin yanı sıra, bakteriyel enfeksiyon tarafından üretilen toksinleri önlediği bildirilmiştir (Shokrzadeh vd, 2006).

Ayrıca çalışmalarda sarımsağın mide patolojilerini azaltmak için mükemmel bir önleyici ve koruyucu madde olduğu ve inflamatuvar bağırsak hastalığında IL-10 dereglasyonu yoluyla anti-inflamatuvar etkisi bulunduğu da bildirilmiştir (Ettehad-Marvasti vd, 2022; Arreola vd, 2015; Hodge vd, 2002). Bağırsak mikrobiyotası karmaşık ve dinamik bir mikrobiyal topluluk olarak genler, çevre ve bağışıklık sistemi arasında bir bağlantı olarak önemli bir rol oynar. Bazı çalışmalar sarımsak ve bileşenlerinin bağırsak mikrobiyota kompozisyonu üzerindeki faydalı etkisini kanıtlamıştır (Guillamón vd 2021; Merra vd, 2021; Gabriel vd, 2021).

Yapılan çalışmalarda olduğu gibi, sarımsağın bağırsak florasındaki bulunan faydalı mikroorganizma grupları üzerindeki etkilerini inceleyen bu çalışmada da sarımsağın, bağırsak mikrobiyotasının sağlığına katkıda bulunan faydalı mikroorganizmaların artışı sağladığı açıkça görülmüştür.

Sonuç olarak bu çalışmada *Allium sativum* L. özütünün bağırsak mikrobiyotasındaki faydalı mikroorganizma topluluğunun varlığı veya artışı ile bağırsak florasına katkı gösterdiği anlaşıldı. Çalışmada 10 gün boyunca 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütünün bağırsak sağlığı açısından yeterli görülmüştür. Ancak 300 mg/kg/gün *Allium sativum* L. özütünün uzun vadedeki bağırsak mikrobiyotasındaki çeşitliliği üzerine etkisinin incelenmesi, bununla birlikte kısa ve uzun vadedeki etkilerinin de kıyaslanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Süleyman Demirel Üniversitesi BAP birimine bu çalışmayı (TAB-2022-8688 kodlu araştırma başlangıç projesi) destekledikleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahmad, A.F., Dwivedi, G., O'Gara, F., Caparros-Martin, J. & Ward, N.C. (2019). The gut microbiome and cardiovascular disease: Current knowledge and clinical potential. *American journal of physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 317(5), 923-938.
- Arreola, R., Quintero-Fabián, S., López-Roa, R.I., Flores-Gutiérrez, E.O., Reyes-Grajeda, J.P., Carrera-Quintanar, L. & Ortuño-Sahagún D. (2015). Immunomodulation and anti-

- inflammatory effects of garlic compounds. *Journal of Immunology Research*, **13**, 401630.
- Ata, B., Yildiz, S., Turkgeldi, E., Brocal, V.P., Dinleyici, E.C., Moya, A. & Urman, B. (2019).** The endobiota study: comparison of vaginal, cervical and gut microbiota between women with stage 3/4 endometriosis and healthy controls. *Scientific Reports*, **9**, 2204.
- Clemente, J.C., Ursell, L.K., Parfrey, L.W. & Knight, R. (2012).** The impact of the gut microbiota on human health: An integrative view. *Cell*, **148**, 1258-1270.
- Carding, S., Verbeke, K., Vipond, D.T, Corfe, B.M. & Owen, L.J. (2015).** Dysbiosis of the gut microbiota in disease. *Microb. Ecol. Health Dis.*, **26**, 26191.
- Castellanos, N., Diez, G.G., Antúnez-Almagro, C., Bressa, C., Bailén, M., González-Soltero, R., Pérez, M. & Larrosa, M. (2020).** Key bacteria in the gut microbiota network for the transition between sedentary and active lifestyle. *Microorganisms*, **24**, 8(5), 785.
- Chen, Y., Zhou, J. & Wang, L. (2021).** Role and mechanism of gut microbiota in human disease. *Front Cell Infect Microbiol.*, **11**, 625913.
- Chen, K., Xie, K., Liu, Z., Nakasone, Y., Sakao, K., Hossain, M, et al. (2019).** Preventive effects and mechanisms of garlic on dyslipidemia and gut microbiome dysbiosis. *Nutrients*, **11**, 1225.
- Chu, F., Shi, M., Lang, Y., Shen, D., Jin, T., Zhu, J. & Cui, L. (2018).** Gut microbiota in multiple sclerosis and experimental autoimmune encephalomyelitis: Current applications and future perspectives. *Mediat. Inflamm*, 8168717.
- Ettehad-Marvasti, F., Ejtahed, H.S., Siadat, S.D., Soroush, A.R., Hoseini-Tavassol, Z., Hasani-Ranjbar, S. & Larijani, B. (2022).** Effect of garlic extract on weight loss and gut microbiota composition in obese women: A double-blind randomized controlled trial. *Front. Nutr.*, **9**, 1007506.
- Gabriel, N.N., Wilhelm, M.R., Habte-Tsion, H-M., Chimwamurombe, P. & Omoregie, E. (2021).** The effects of dietary garlic (*Allium sativum*) and aloe vera crude extract mixtures supplementation on growth performance, feed utilization, hematological parameters, whole body composition, and survival at low pH in African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Sci Afr.*, **11**, e00671.
- Graf, D., Di Cagno, R., Fak, F., Flint, H.J., Nyman, M., Saarela, M. & Watzl, B. (2015).** Contribution of diet to the composition of the human gut microbiota. *Microb. Ecol. Health Dis.*, **26**, 26164.
- Guillamón, E., Andreo-Martínez, P., Mut-Salud, N., Fonollá, J. & Baños, A. (2021).** Beneficial effects of organosulfur compounds from *Allium cepa* on gut health: A systematic review. *Foods*, **10**, 1680.
- Hodge, G., Hodge, S. & Han, P. (2002).** *Allium sativum* (garlic) suppresses leukocyte inflammatory cytokine production in vitro: potential therapeutic use in the treatment of inflammatory bowel disease. *Cytometry*, **48**(4), 209-215.
- Ilić, J.D., Nikolovski, B.G., Petrović, L.B., Kojić, P.S., Loncarević, I.S. & Petrović, J.S. (2017).** The garlic (*A. sativum* L.) extracts food grade W1/O/W2 emulsions prepared by homogenization and stirred cell membrane emulsification. *Journal of Food Engineering*, **205**, 1-11.
- Kim, S. & Jazwinski, S.M. (2018).** The gut microbiota and healthy aging: A mini-review. *Gerontology*, **64**(6), 513-520.
- Klement, R.J. & Paziienza, V. (2019).** Impact of different types of diet on gut microbiota profiles and cancer prevention and treatment. *Medicina*, **55**, 84.
- Ley, R.E., Peterson, D.A. & Gordon, J.I. (2006).** Ecological and evolutionary forces shaping microbial diversity in the human intestine. *Cell*, **124**, 837-848.
- Merra, G., Noce, A., Marrone, G., Cintoni, M., Tarsitano, M.G., Capacci, A., et al. (2021).** Influence of mediterranean diet on human gut microbiota. *Nutrients*, **13**, 7.
- Naji, K.M., Al-Shaibani, E.S., Alhadi, F.A., Al-Soudi, S.A. & D'Souza, M.R. (2017).** Hepatoprotective and antioxidant effects of single clove garlic against CCl₄-induced hepatic damage in rabbits. *BMC Complement Altern Med.*, **17**, 411-422.
- Negi, H., Gupta, M., Walia, R., Khataibeh, M. & Sarwat, M. (2021).** Medicinal plants and natural products: More effective and safer pharmacological treatment for the management of obesity. *Curr. Drug Metab*, **22**, 918-30.
- Ouwehand, A., Kirjavainen, P., Grönlund, M.M., Isolauri, E. & Salminen, S. (1999).** Adhesion of probiotic micro-organisms to intestinal mucus. *Int. Dairy J.*, **9**, 623-630.
- Rahman, M.S. (2007).** Allicin and other functional active components in garlic: Health benefits and bioavailability. *International Journal of Food Properties*, **10**, 245-268.
- Rajilic-Stojanovic, M. & de Vos, W.M. (2014).** The first 1000 cultured species of the human

- gastrointestinal microbiota. *FEMS Microbiol. Rev.*, **38**, 996-1047.
- Ried, K., Travica, N. & Sali, A. (2018).** The effect of kyolic aged garlic extract on gut microbiota, inflammation, and cardiovascular markers in hypertensives: The GarGIC trial. *Front Nutr.*, **5**, 122.
- Rivlin, R.S. (2001).** Historical perspective on the use of garlic. *J. Nutr.*, **131**, 951-954.
- Sasi, M., Kumar, S., Kumar M, Thapa, S., Prajapati, U., Tak, Y., et al. (2021).** Garlic (*Allium sativum* L.) bioactives and its role in alleviating oral pathologies. *Antioxidants (Basel)*, **10**(11), 1847.
- Shang, A., Cao, S.Y., Xu, X.Y., Gan, R.Y., Tang, G.Y., Corke, H., Mavumengwana, V. & Li, H.B. (2019).** Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*, **8**, 246.
- Shokrzadeh, M. & Ebadi, A.G. (2006).** Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum* L.) on *Staphylococcus aureus*. *Pak. J. Biol. Sci.*, **9**, 1577-1579.
- Tang, W.H.W, Li, D.Y. & Hazen, S.L. (2019).** Dietary metabolism, the gut microbiome, and heart failure. *Nat Rev Cardiol*, **16**(3), 137-154.
- Yang, Q., Liang, Q., Balakrishnan, B., Belobrajdic, D.P., Feng, Q.J. & Zhang, W. (2020).** Role of dietary nutrients in the modulation of gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, **12**(2), 381.
- Zhao, X.X., Lin, F.J., Li, H., Li H-B, Wu, D.T., Geng, F., et al. (2021).** Recent advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Front Nutr*, **8**, 669805.