

**Atf İçin:** Yücel H, Ekinci K, Karaman A, Kar B, Yazdıç F, 2022. Bal Arılarının Sindirim Kanalında Bulunan Probiyotik Kökenli *Bifidobacterium* sp.'nin Glikozit Hidrolaz Enzimatik ve Bibliyometrik Analizi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2): 622-632.

**To Cite:** Yücel H, Ekinci K, Karaman A, Kar B, Yazdıç F, 2022. Enzymatic and Bibliometric Analysis of *Bifidobacterium* sp. of Probiotic Origin in The Based Digestive Tract of Honey Bees. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(2): 622-632.

### Bal Arılarının Sindirim Kanalında Bulunan Probiyotik Kökenli *Bifidobacterium* sp.'nin Enzimatik ve Bibliyometrik Analizi

Halit YÜCEL<sup>1</sup>, Kübra EKİNCİ<sup>2</sup>, Altuğ KARAMAN<sup>3\*</sup>, Fadime YAZDIÇ<sup>4</sup>, BÜLENT KAR<sup>3</sup>

**ÖZET:** Bal arıları (*Apis mellifera*) bal, polen, arı sütü, propolis, bal mumu ve arı zehiri gibi ürünleri üreten ve birçok doğal ve endüstriyel bitkinin tozlaşmasında vektör işlevi gören eşsiz bir süper organizmadır. Son zamanlarda meydana gelen koloni kayıpları sebepleri arasında bağırsak mikroflorasının etkisi ve buna bağlı olarak bağışıklık sistemi ön plana çıkmaktadır. Arıların sindirim tüpünde bulunan bakterilerin çeşitliliği ve yoğunlukları sonucu bağışıklık sistemleri etkilenebilmektedir. Bu etkinin olumlu yönde olabilmesi için bağırsak mikroflorasının doğal ve dengeli olması gerekmektedir. Bağırsakta bulunan bakteri popülasyonları arasında önemli bir yere sahip olan probiyotik kökenli *Bifidobacterium* sp.'nin sahip olduğu enzim aktivitesi hem diğer simbiyont mikroorganizmalar üzerinde hem de konakçının beslenmesinde kritik bir etkiye sahiptir. Bundan dolayı bu çalışmamızda *Bifidobacterium* sp.'nin önemini vurgulamak için enzim aktivitesi ve bibliyometrik analizler yapılmıştır. Optimum glikozit hidrolaz enzim aktivitesinin hesaplanması için farklı pH, sıcaklık ve substratlar tercih edilmiştir. Enzim aktivitesinin analizi sonucu *Bifidobacterium* sp.'nin glikozit hidrolaz etkinliği (pH 5.0 ve 30°C) tespit edilmiştir. İnülin substratının daha fazla kullanılması probiyotik *Bifidobacterium* sp. için doğal prebiyotik kaynağı olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda yeni nesil prebiyotik kaynağı olarak bilinen ksilanın hidrolizi de gerçekleşmiştir. Bibliyometrik analiz için Web Of Science ile Scopus veri tabanındaki korelasyon bağlantıları VOS viewer yazılımı yardımıyla sonuçlandırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Apis mellifera*, *Bifidobacterium*, Probiyotik, Bibliyometrik Analiz, Enzim Aktivitesi

### Enzymatic and Bibliometric Analysis of *Bifidobacterium* sp. of Probiotic Origin in The Based Digestive Tract of Honey Bees

**ABSTRACT:** Honey bees (*Apis mellifera*) are a unique super organism that produces products such as honey, pollen, royal jelly, propolis, beeswax and bee venom and serves as a vector for pollination of many natural and industrial plants. The effect of intestinal microflora and, accordingly, the immune system come to the fore among the causes of colony losses that have occurred recently. The diversity and densities of bacteria in the digestive tube of bees are affected by their immune systems. In order for this effect to be positive, the intestinal microflora must be natural and balanced. The enzyme activity of the probiotic-derived *Bifidobacterium* sp., which has an important place among the bacterial populations in the intestine, has a critical effect on both other symbiont microorganisms and the nutrition of the host. Therefore, in this study, both glikozide hidrolase enzyme activity analysis and bibliometric analysis were performed to emphasize the importance of *Bifidobacterium* sp. Different pH, temperature and substrates were preferred to calculate the optimum enzyme activity. As a result of the analysis of the enzyme activity, the glycoside hydrolase activity (pH 5.0 and 30°C) of *Bifidobacterium* sp. was determined. Further use of inulin substrate has shown that it is a natural prebiotic source for this probiotic microorganism. At the same time, the hydrolysis of xylan, which is known as a new generation prebiotic source, has also taken place. For bibliometric analysis, correlation links in Web of Science and Scopus database were concluded with the help of VOS viewer software

**Keywords:** *Apis mellifera*, *Bifidobacterium*, probiotic, Bibliometric Analysis, Enzyme Activity

<sup>1</sup> Halit YÜCEL ([Orcid ID: 0000-0002-6196-5303](https://orcid.org/0000-0002-6196-5303)), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup> Kübra EKİNCİ ([Orcid ID: 0000-0002-0877-1358](https://orcid.org/0000-0002-0877-1358)), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Erzurum, Türkiye

<sup>3</sup> Altuğ KARAMAN ([Orcid ID: 0000-0003-4918-7796](https://orcid.org/0000-0003-4918-7796)), Bülent KAR ([Orcid ID: 0000-0002-8839-2605](https://orcid.org/0000-0002-8839-2605)), Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümü, Tunceli

<sup>4</sup> Fadime YAZDIÇ ([Orcid ID: 0000-0002-2515-9400](https://orcid.org/0000-0002-2515-9400)), Bingöl Üniversitesi Merkez Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Altuğ KARAMAN, e-mail: altugkaraman@hotmail.com

## GİRİŞ

Bal arıları (*Apis mellifera*), bitki üretimi ve küresel gıda güvenliği için vazgeçilmez süper organizma olarak nitelendirilen diğer tozlaştırıcı türler ile beraber polinasyonda önemli rolü olan dinamik, ekolojik ve kültürel etkiye sahip sosyal böceklerdir (Seeley, 1989; Gill ve ark. 2016; Daisley ve ark., 2020). Bal arılarının (*Apis mellifera* L.) gastrointestinal sisteminde, çeşitli patojenlere karşı savunmada, bazı metabolik faaliyetlerde, arı ürünlerinin üretiminde, beslenmesinde ve bağışıklık sisteminde görev alan mikroflora olarak adlandırılan mikroorganizma toplulukları mevcuttur (Engel ve ark., 2012; Suyabatmaz, 2020). Bağırsak mikroflorası arının performansını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Çünkü bağırsak mikroflorası kuvvetli olan bir arının bağışıklık sistemi de kuvvetli olmaktadır (Konanç ve Oztürk, 2020). Bundan dolayı bal arılarının sindirim kanalının önemi artmaktadır (Kwong ve ark., 2016; Yazdıç ve ark.,2020).

Mikroorganizmalar bal arısının intestinal (bağırsak) sisteminde bulunan midgut (orta bağırsak), ileum (ince bağırsak) ve rektum (kalın bağırsak) adı verilen kısımlarda bulunup, arı toplulukları arasında tür düzeyinde farklılıklar göstermektedir. Bal arılarının larva döneminde veya yeni ortaya çıkan işçi arıların mikroflorasında ya çok az bakteri topluluğuna ya da herhangi bir bakteriyel popülasyona rastlanmaz (Martinson ve ark.,2012). Bal arılarındaki bağırsak mikroflorasına; kullanılan kimyasallar, iklim, bitki varlığı, besin kaynakları, kovanda bulunan arıların yaşı ve diğer bir çok faktör etkili olmaktadır (Aldemir ve ark., 2019).

Arılarda bulunan ve konakçının sağlığına, fizyolojisine, aynı zamanda hayatta kalmasına önemli ölçüde katkı sağlayan bu mikroorganizmalar (Garcia-Mazcorro ve ark., 2019) memelilerde gözlemlenen bulaşma moduna benzer şekilde bireyden bireye aktarılabilir. Diğer bir ifade ile arılar arasında sosyal temas, nektar, kovan materyalleri ya da trofallaksis (besinlerin aktarılması fekal-oral veya oral-oral) yoluyla bulaşmaktadır (Kwong ve ark., 2016).

Bal arısı bağırsak florasında sınırlı sayıda bakteri türleri mevcuttur. En fazla yoğunluk arka bağırsakta bulunmakta ve bağırsak mikrobiyotası basit ancak tutarlı bir yapıya sahip olmaktadır (Fries ve ark., 1997; Engel ve ark., 2012; Kwong, 2017; Zheng ve ark., 2018). Bal arılarının sindirim sisteminde günümüze kadar izole edilmiş ve tanımlanmış dokuz bakteri türü bulunmaktadır. Bu mikroflorada yer alan beş tür her ergin işçi arının intestinal sisteminde dominant olarak bulunmaktadır. Bu bakterilerden *Snodgrassellaalvi* ileum duvarında, *Gilliamellaapicola* ileum lumeninde, *Lactobacillus* sp.türlerinden *L. apis*, *L. helsingborgensis*, *L. kimbladii*, *L. kullabergensis*, *L. melliventris* ileum ve rektum'da bulunmaktadır. *L. mellifer* ile *L. mellis* rektum ve *Bifidobacterium* sp.'ye ait olan *B. asteroides*, *B. coryneforme*, *B. indicum* rektum bölgesinde yayılış göstermektedir. Diğer dört tür ise *Bartonellaapis*, *Apibacteradventoris*, *Frischellaperrara* ve *Acetobacter* sp. birçok işçi arıda tanımlanmış ancak hepsinde bulunmamaktadır (Kwong ve ark., 2016).

Bu bakteri florası arasında *Lactobacillus* sp. ve *Bifidobacterium* sp. türleri probiyotik özellikleri bulunan bakteri cinsleri olmakla birlikte (Baffoni ve ark.,2016;Alberoni ve ark.,2018; Borges ve ark., 2021) özellikle *Bifidobacterium* cinsi bakteriler arıların sindirim sisteminde arka bağırsak kısmında daha fazla bulunan (Alatawy ve ark.,2020) ve arılardaki karbonhidrat metabolizması üzerindeki etkinliği, immün sistemindeki regülasyonu ve patojen mikroorganizmaların gelişimini inhibe edici özelliği ile ön plana çıkan önemli bir bakteri topluluğudur (Panjad ve ark., 2021).

Bal arıların gastrointestinal sisteminde bulunan bu bakteri topluluklarının sindirim kanalından defaunası sonucu arıların bağışıklık sistemi çöker ve arılarda ölümler meydana gelir (Traynor ve ark., 2016; Daisley ve ark., 2020). Arı ölümleri sonucu koloni kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bal arısı koloni

kayıpları, hem ekonomik hem de ekolojik düzeyde olumsuz etkilere sahip olmasından dolayı son yıllarda önemi artan bir araştırma konusu olmuştur. (Ilijević ve ark.,2021).

Bu çalışmamızda arıların sindirim kanalında bulunan ve arıların bağışıklık sistemi üzerinde dolaylı yoldan etkiye sahip probiyotik kökenli *Bifidobacterium* sp.'nin *in vitro* koşullarda optimum enzim aktivitesi belirlenmiş ek olarak bu bakteri topluluğunu arılar üzerinde oldukça önemli bir karaktere sahip olduğunu göstermek için bibliyometrik analizi de yapılmıştır.

## MATERYAL

Bu çalışmada probiyotik kökenli *Bifidobacterium* sp. için iki farklı analiz yöntemi tercih edilmiştir. İlk olarak sahip olduğu glikozit hidrolaz enzim aktivitesinin değerlendirilmesinde inülin, selüloz, avisel ve ksilan substratları tercih edilmiştir. İkinci analizde bu mikroorganizmanın bal arısı sindirim kanalındaki önemini vurgulanması için Web of Science, Scopus veri tabanı ve Vosviewer yazılımı kullanılmıştır.

### Enzim Aktivitesi

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Laboratuvarında stok kültür olarak bulunan *Bifidobacterium* sp. (GMLB-HY) anaerobik koşullar altında MRS besi ortamına sistein ilavesi yapılarak canlandırılmış ve yaklaşık olarak 48 saat 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır (Delgado ve ark., 2019). Enzim aktivitesi Miller (1959) yöntemine göre yapılmış ve optik yoğunluk (OD600) ölçümü yapılarak yaklaşık olarak 6 log CFU/ml (0,800) değerine ulaşıncaya kadar bakteri gelişimi devam ettiği belirlenmiştir. Substrat seçimi yapılırken ilk olarak prebiyotik kökenli olan inülin ile potansiyel prebiyotik kaynağı olan oligofruktoz yapılı ksilan (Kolida ve ark., 2000;Salas ve ark., 2021) ve bazı simbiyotik mikroorganizmaların sahip olduğu hidrolaz enzimleri ile hidrolize olabilen selüloz (Blaut, 2002) ile selülozla benzerlik gösteren ancak farklı kristal yapılı avisel (Cheng ve ark., 2011) substratları tercih edilmiştir.

### Bibliyometrik analiz ve haritalama

Analizi yapılacak olan konu başlıkları bal arılarındaki güncel sorunlar ön plana alınarak belirlenmiş ve araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucu veri tabanında aranacak olan anahtar kelimeler sırası ile 'honey bee' ve '*Bifidobacterium*' olarak tespit edilmiş, elde edilen sonuçlar ise grafik ve tablolar haline getirilerek incelenmiştir. Anahtar kelimeler girildikten sonra Vosviewer (version 1.6.14 Center for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands) yazılımı yardımı ile aralarındaki korelasyon haritalaması yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

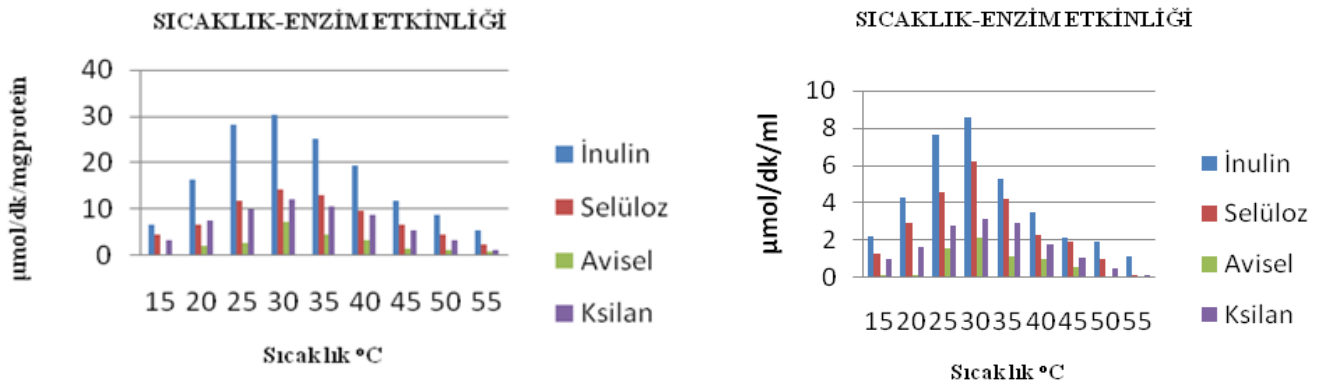
### Enzim Aktivitesi Sonuçları

*Bifidobacterium* sp. hem memeliler hem de diğer hayvanlar için en iyi probiyotik mikroorganizma olup sindirim kanalı ve konakçının sağlığını olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Scourboutakos, 2010). Bal arıların sindirim kanalında önemli görevi bulunan ve hücre dışı sindirim faaliyeti sonucu oluşan organik monomerlerin hem kendisi hem de bulunduğu konakçı için önemli olmasından dolayı çalışmamızda hücre dışı olarak ifade edilen süpernatant enzim aktivitesine bakılmıştır. Probiyotik mikroorganizmaların kullandığı en iyi bitkisel substrat olan inülin, selüloz, avisel ve ksilan substratlar tercih edilmiş, bu substratlar için farklı pH ve sıcaklık altında gelişimini tamamlayan bakterilerin enzim aktiviteleri hesaplanmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2).

Sıcaklık protein yapılı organik bir bileşik olan enzimlerin çalışması üzerine etki eden önemlifaktörler arasındadır. Canlıların sahip olduğu enzimler optimum bir sıcaklık derecesine sahiptir.

*Bifidobacterium* sp için yapılan sıcaklık-enzim aktivitesi çalışması sonucu 30°C altında substratların katabolizmasının optimum düzeyde olduğu görülmüştür.

Bazı *Bifidobacterium* cinslerinin ksilan, avisel ve selüloz gibi substratları kullanamadığı ama redüksiyon için gerekli olduğu bilinmektedir. Zeybek ve ark.(2021) yaptığı çalışmada ksilan substratını bazı türler hariç direkt olarak kullanmadığını ancak bağırsakta gelişimi için gerekli olduğunu göstermişlerdir. Qiu ve ark. (2020) ise ksilanın bazı *Bifidobacterium* cinsleri üzerinde potansiyel prebiyotik bir kaynak olabileceğini ifade etmişlerdir. Sánchez-Portilla ve ark. (2021) yaptığı çalışmada selülozu substrat olarak kullanarak sayısal artışın çok net olduğunu göstermişlerdir. Avisel kullanımı fazla olmadığı bilinen *Bifidobacterium* cinsleri için çalışma sonucunda da avisel substratını fazla kullanmadığı gösterilmiştir. Çalışma sonucu olarak inülin substratını en iyi şekilde hidrolize ettiği görülmüştür (Şekil 1).

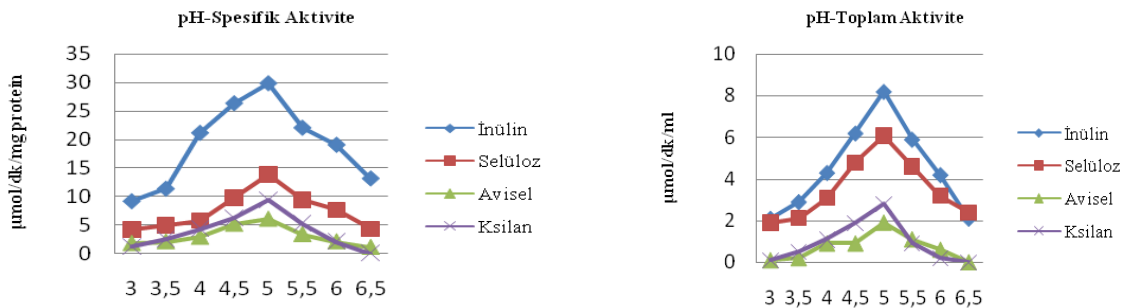


A) Süpernatant spesifik aktivite

B) Süpernatant toplam aktivite

Şekil 1. *Bifidobacterium* sp'ye ait hücre dışı (süpernatant) sıcaklık - enzim aktivitesi

Enzimin aktivite gösterebilmesi ve hayvanların sindirim kanalında bulunan simbiyotik mikroorganizmaların gelişebilmesi için sıcaklık dışında uygun bir pH'a ihtiyaç vardır. Arıların özellikle rektum bölgesinde kolonize olan ve gelişimi için uygun pH aralığının 4-5.5 arasında olduğu bilinen *Bifidobacterium* sp. için yapılan çalışmada hem gelişim gösterdiği hem de enzimsubstratı optimum düzeyde kullandığı en iyi pH değeri 5.0 olmuştur (Şekil 2).



A) Süpernatant spesifik aktivite

B) Süpernatant toplam aktivite

Şekil 2. *Bifidobacterium* sp'ye ait hücre dışı (süpernatant) pH - enzim aktivitesi

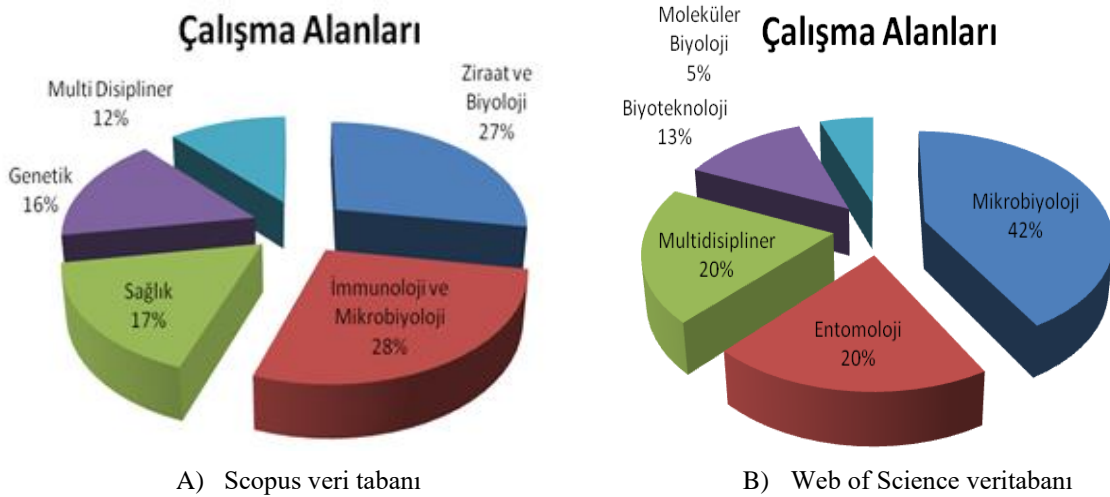
### Bibliyometrik analiz sonuçları

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verileri incelendiğinde yıllara göre kovan sayısının artmasına rağmen bal üretiminin aynı seviyede artış göstermemesi kovanlarda koloni kayıplarının gözlemlendiğinin ve bu kayıplarında bir açıklamasının olabileceği düşünülmektedir. Dünyada nektar oranının yüksek olduğu bitkilerin 3/4'ü ülkemizde yetişmektedir. Ülkemiz kovan varlığı bakımından dünyada Çin'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Ancak kovan başına düşen bal verimi ise yıllara göre değişiklik göstermekle birlikte ortalama ortalama olarak 2019 da 13-15 kg kadar iken 2019-2021 arasında

%1,3'lük artış olmuştur (Söğüt ve ark., 2019; Tüik, 2021). Yapılan çalışmalarda Türkiyenin bazı bölgelerinde koloni kayıplarının büyük kısmının koloni çökmesi, yavru çürüklüğü, nosema, varroa zararlısı gibi etmenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Kutlu ve Gül, 2021).

Özellikle koloni kayıpları arasında arıların bağırsak sisteminin de etkisi olduğu görülmüştür. Arıların bağırsak sitemine etki eden antibiyotik gibi abiyotik faktörler ve parazit ile patojenler gib biyotik etkenler bağırsak florası üzerinde olumsuz etkiye sahip olmakla birlikte arıların bağışıklık sistemini negatif düzeyde engellemektedir (Aldemir ve ark., 2019). Bundan dolayı bu çalışmada bibliyometrik analiz raporu bu doğrultuda hazırlanmıştır. Buna göre sindirim kanalının mikrobiyotasında bulunan probiyotik yapılı *Bifidobacterium* sp.'nin önemini vurgulamak için yapılan analizde bu mikroorganizma için farklı bilim dallarında da aktif olarak incelendiği görülmüştür (Şekil 1).

Analiz sonucu oluşan yüzdellik dağılıma göre en fazla çalışmanın Web of Science veri tabını kayıtlarında mikrobiyoloji alanında olduğu, Scopus veri tabanında ise Ziraat ve Biyoloji alanında daha fazla araştırma yapıldığı görülmüştür. Analiz sonucu mikrobiyoloji alanında yapılan çalışmalar ile ilgili taramalarda güncel olarak çok sayıda yayın olduğu görülmüş ve bunlar arasından de Melo ve ark.(2020) yaptığı çalışmada 'Kuzeydoğu Brezilya'nın yarı kurak bölgesinde iğnesiz arılar tarafından üretilen monofloral balların *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium lactis*'e doğru probiyotik aktivitesi' araştırılarak probiyotik mikroorganizmaların önemi tekrardan vurgulanmıştır. Aynı zamanda Geldert ve ark.(2021) arılarda bağırsak florası üzerine fitokimyasalların etkisini araştırması ve Borges ve ark.(2020) bal arılarında bulunan *Nosema* gibi parazitler üzerine probiyotiklerin ve probiyotiklerin etkisi üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Başka bir ifade ile mikrobiyoloji alanında yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak bağırsakta bulunan bakteriyel flora üzerinde gerçekleşmiş olmasıdır.

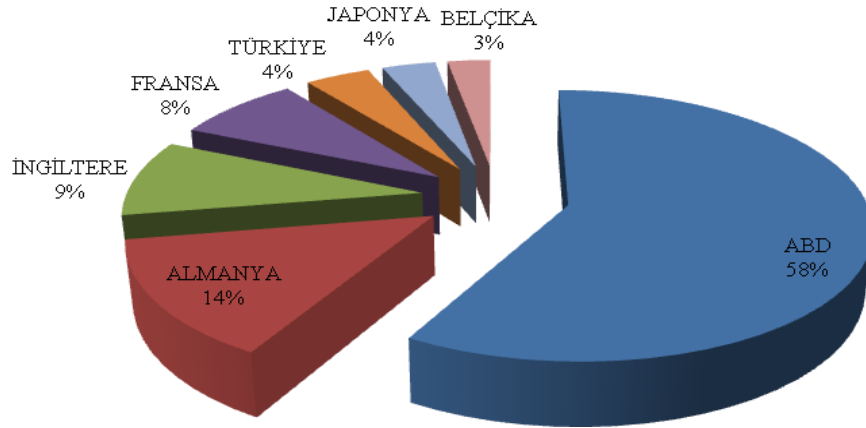


Şekil 3. Scopus ve Web of Science veri tabanına bağlı çalışma alanı analizi

Bal arılarında bağışıklığın çekirdek yapısını oluşturan gastrointestinal sistemdeki dinamik yapıya sahip *Bifidobacterium* sp. dışında bulunan bakteriler de önemini korumaktadır. Bu bakteriler ile ilgili en iyi örnek Ludvigsen ve ark.(2021) mikrobiyoloji alanındaki yaptıkları çalışmada Kuzeydoğu Pakistan'a özgü bal arısı türlerinin gastrointestinal sistemi ile ilişkili probiyotik kökenli bakterilerinin çeşitliliğini araştırmak için *Apis mellifera*, *A. dorsata*, *A. cerana* ve *A. florea*'ya ait sağlıklı işçi arıların 16S rRNA ampikon dizilimi ile bakteri suşları tespit etmişlerdir. Bu suşlar, böcekler dışında da insan patojenlerinin inhibisyonu, antibiyotik direnci, ozmotik tolerans, metabolik ve enzimatik fonksiyonlar ve karbonhidrat kullanımının yanı sıra antioksidan ve kolesterol giderme potansiyeli açısından kontrolünü sağlamışlardır. Sonuç olarak, potansiyel sağlık yararlarının *in vitro* ve *in vivo* olarak

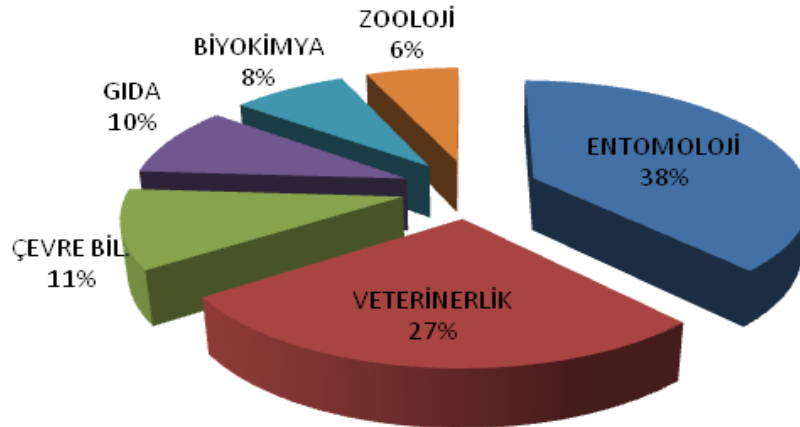
araştırılması ve yeni probiyotik yardımcı maddeler olarak uygulanması için aday bakteri tespiti yapmışlardır.

İntestinal sistemdeki mikroflora üzerinde yoğunlaşan çalışmalar farklı ülkelerin katkıları sayesinde gelişmeye devam etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda bal arısı mikrobiyotası üzerinde en çok çalışan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olduğu ancak Türkiye’de ise bu alanda çalışmaların her geçen gün arttığı görülmektedir (Şekil 4). Türkiye’de de çok sayıda araştırmacı arılar üzerindeki etkinliğini artırmaya başlamıştır. Bunlardan Boğ ve ark.(2020) patojen bakterilerin arıların sağlığı üzerindeki etkilerini, Bayrakal ve ark.(2020) ise patojen yapıların arının yaşamı ve ürünleri üzerine etkilerine yoğunlaşmışlardır.



Şekil 4. Scopus ve Web of Science veri tabanına kayıtlı çalışma yapan ülkeler analizi

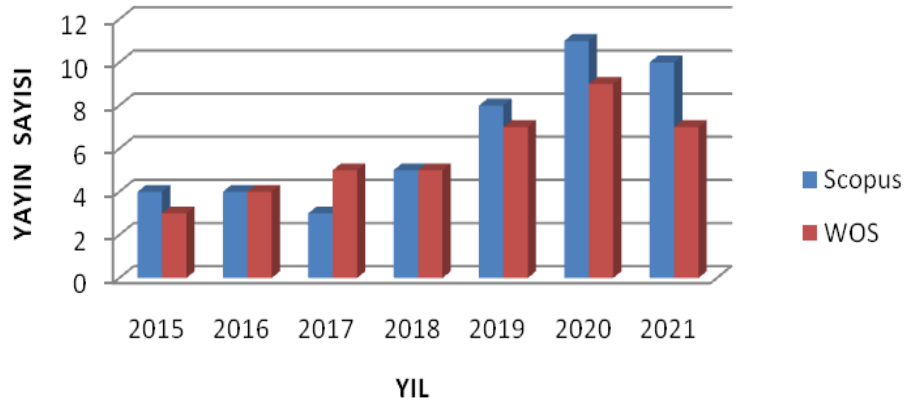
Web of Science ve Scopus veri tabanı kayıtlarına göre Türkiye 1997 – 2021 yılları arası yapılan çalışmalarda en fazla katkıyı 2019-2020 yılları arasında vermiş olup Şekil.5 de verilen analiz sonuçlarına göre entomoloji alanında yapılan araştırmalar ile en fazla katkı sağladığı alan olmuştur.



Şekil 5. Türkiye'nin bal arıları ve mikrobiyota konuları üzerine yapılan araştırma sonuçları

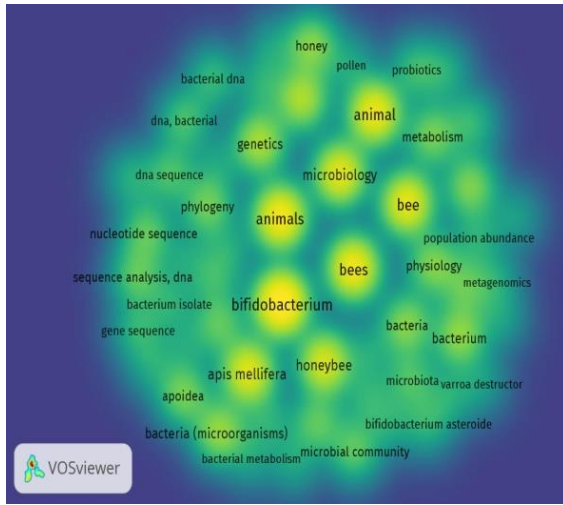
Arı bağırsak sistemi üzerine yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımına bakıldığında zaman (Şekil 6) 2015-2021 yılları arasında araştırma yayınlarının orantılı bir şekilde arttığı, bu artışın koloni kayıplarına sebep olabileceği düşünülen mikrobiyotanın bağışıklık sistemi ile bağlantılı olabileceği öngörülmektedir. Bununla ilgili olarak yapılan çalışmalardan Raymann'ın (2021) yaptığı araştırmada bal arılarının patojen mikroorganizmaların neden olduğu bir çok enfeksiyondan dolayı zarar gördüğü aynı zamanda koloni kayıplarına dahi sebep olabileceğini belirterek yaptığı araştırmada bal arısı bağırsak mikrobiyomunun önemini ve bu biyomun arı sağlığı üzerine etkili olduğunu vurgulamıştır.

## YILLARA GÖRE YAYIN DAĞILIMI

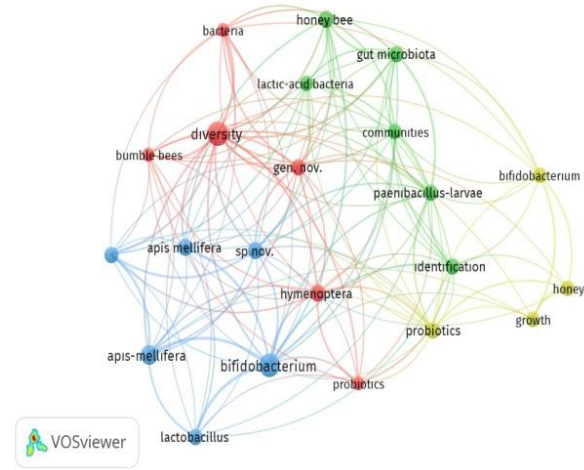


Şekil 6. Scopus ve Web of Science (WOS) veri tabanına bağlı yıllara göre akademik araştırma yayın sayıları

Bal arıları (*Apis mellifera*) ve *Bifidobacterium* sp. ile ilgili olarak hem Web of Science hem de Scopus veri tabanında yapılan analizler sonucunda anahtar kelimelerin korelasyon ağı Vosviewer yazılım programı yardımı ile şekil 7'de verilmiştir. Scopus veri tabanına ait veriler gökkuşağı yoğunluk haritalaması şeklinde tercih edilirken Web of Science'a kayıtlı analiz için kümeleme haritalaması ve ağı kullanılmıştır. Her iki yöntemde de analiz yapılırken makale başlıkları ve özetlerde en az 30 tekrar ile en çok tekrarlanan terimlerin eş zamanlı haritalamaları yapılmıştır.



A) Scopus veri tabanı



B) Web of Science veri tabanı

Şekil 7. Vosviewer yazılımı yardımı ile oluşturulan haritalama

## SONUÇ

Bal arılarında görülen koloni kayıpları bütün dünya üzerinde olumsuz bir iz bırakmaya başlamıştır. Bu etki gerek polinasyon olsun gerek arı ürünleri olsun direkt olarak insanoğlunun yaşamını etkilemektedir. Arıların sağlığının korunması ve koloni kayıplarının önüne geçilebilmesi için etki eden faktörlerden bağırsak mikroflorası ve probiyotik kökenli bakterilerin etkileri önemini artırmaya devam etmektedir.

Çalışmanın birinci basamağında ortaya çıkan sonuç bize arıların sindirim kanalında bulunan *Bifidobacterium* sp'nin prebiyotik olarak inulin ve ksilanı kullanabileceğini göstermiştir. Bundan dolayı arıların beslenmesinde kullanılan kek veya şurupların içerisinde inulin ve ksilan gibi substratlar

ile takviye edilebileceğini ve sonuç olarak probiyotik bakterilerin gelişimini pozitif yönde artıracakı söylenebilir.

*Bifidobacterium* sp.'ler nişasta, selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi kompleks yapıları karbonhidratları hidrolize edebilmekte ve oluşan monomerleri fermantasyon yolu ile heksozlara dönüştürebilmektedirler (Weese,2002; Koraklı ve ark.,2002). Çalışma sonucunda selülozun optimum hidroliz koşullarında rapor edilmiştir. Kimyasal yapı olarak selüloz substratının kristallerinden olduğu bilinen avisel substratıda bu mikroorganizma için fazla tercih edilmesede hidrolize edebileceği görülmüştür.

Günümüzde yapılan akademik araştırmaların bir parçası olan biyoinformatik analizler özellikle moleküler çalışmalar ve bilgisayar teknolojisinin birleşmesi sonucu araştırmacılara farklı bakış açısı kazanılmakla beraber ve çalışılacak konunun spesifiklik değerini artırmaktadır. Biyoinformatik alan ile ilgili gelişmeler her geçen gün farklılaşmaya başlamaktadır. Bu farklılaşmalar Biyoinformatik analizlerin çeşitliliğini artırmaktadır. Bibliyometrik analizler bu farklılaşmaya destek olabileceği düşünülmektedir. Bundan dolayı çalışmamızın ikinci basamağını oluşturan bibliyometrik analiz sayesinde *Bifidobacterium* sp. ile bal arıları arasındaki korelasyon etkisi gösterilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Halit Yücel: 100/2000 Doktora bursiyeri olarak YÖK'e teşekkürler.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Alatawy M, Al-Attas SG, Assagaf AI, Al-Shehri A, Alghamdi KM, Bahieldin A, 2020. Gut microbial communities of adult honey bee workers (*Apis mellifera*). *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 17(2), 353-362.
- Alberoni D, Baffoni L, Gaggia F, Ryan PM, Murphy K, Ross PR, Stanton C, Di Gioia D, 2018. Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of *Apis mellifera* L. *Beneficial microbes*, 9(2), 269-278.
- Aldemir S, Tunca Rİ, Topal E, Margaoan R, 2019. Bal arılarının bağırsak yapısına etki eden faktörler. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 11(1), 28-34.
- Anonim, 2022a. Bal analizi, sindirim kanalında bulunan simbiyotik *Bifidobacterium* analizi, Türkiye'nin bal arıları ve mikrobiyota konuları üzerine yapılan araştırmaların analizi raporları <https://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- Anonim, 2022b. Bal analizi, sindirim kanalında bulunan simbiyotik *Bifidobacterium* analizi, Türkiye'nin bal arıları ve mikrobiyota konuları üzerine yapılan araştırmaların analizi raporları <https://www.scopus.com/results> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- Aziz G, Tariq M, Zaidi AH, 2021. Mining indigenous honey bee gut microbiota for *Lactobacillus* with probiotic potential. *Microbiology*, 001032.
- Baffoni L, Gaggia F, Alberoni D, Cabbri R, Nanetti A, Biavati B, Di Gioia D, 2016. Effect of dietary supplementation of *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* strains in *Apis mellifera* L. against *Nosema ceranae*. *Beneficial microbes* 7 (1): 45–51.



- Blaut M, 2002. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. *European journal of nutrition*, 41(1), i11-i16.
- Boğ EŞ, Ertürk Ö, Yaman M, 2020. Pathogenicity of aerobic bacteria isolated from honeybees (*apis mellifera*) in ordu province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44(3), 714-719.
- Borges D, Guzman-Novoa E, Goodwin PH, 2020. Control of the microsporidian parasite *nosema ceranae* in honey bees *apis mellifera* using nutraceutical and immuno-stimulatory compounds. *Plos one*, 15(1), e0227484.
- Borges D, Guzman-Novoa E, Goodwin PH, 2021. Effects of prebiotics and probiotics on honey bees (*apis mellifera*) infected with the microsporidian parasite *nosema ceranae*. *Microorganisms*, 9(3), 481.
- Cheng G, Varanasi P, Li C, Liu H, Melnichenko YB, Simmons BA, Kent MS, Singh S, 2011. Transition of cellulose crystalline structure and surface morphology of biomass as a function of ionic liquid pretreatment and its relation to enzymatic hydrolysis. *Biomacromolecules*, 12(4), 933-941.
- Daisley BA, Chmiel JA, Pitek AP, Thompson GJ, Reid G, 2020. Missing microbes in bees: how systematic depletion of key symbionts erodes immunity. *Trends in Microbiology*.
- de Melo FHC, Menezes FNDD, de Sousa JMB, dos Santos Lima M, Borges GDSC, de Souza EL, Magnani M, 2020. Prebiotic activity of monofloral honeys produced by stingless bees in the semi-arid region of brazilian northeastern toward *lactobacillus acidophilus* LA-05 and *bifidobacterium lactis* bb-12. *Food Research International*, 128, 108809.
- Delgado S, Guadamuro L, Flórez AB, Vázquez L, Mayo B, 2019. Fermentation of commercial soy beverages with *lactobacilli* and *bifidobacteria* strains featuring high  $\beta$ -glucosidase activity. *Innovative Food Science&Emerging Technologies*, 51, 148–155.
- Engel P, Martinson VG, Moran NA, 2012. Functional diversity within the simple gut microbiota of the honey bee. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(27), 11002-11007.
- Fries I, Morse R, Flottum K, 1997. Honey bee pests, predators, and diseases. *Protozoa*. Medina, Ohio, USA: AI Root Company, 59.
- Garcia-Mazcorro JF, Kawas JR, Marroquin-Cardona AG, 2019. Descriptive bacterial and fungal characterization of propolis using ultra-high-throughput marker gene sequencing. *Insects*, 10(11), 402.
- Geldert C, Abdo Z, Stewart JE, Arathi HS, 2021. Dietary supplementation with phytochemicals improves diversity and abundance of honey bee gut microbiota. *Journal of Applied Microbiology*, 130(5), 1705-1720.
- Gill RJ, Baldock KC, Brown MJ, Cresswell JE, Dicks LV, Fountain MT, Garratt MPD, Gough LA, Heard MS, Holland JM, Ollerton J, Stone GN, Tang CQ, Vanbergen AJ, Vogler AP, Woodward G, Arce AN, Boatman ND, Brand-Hardy R, Breeze TD, Green M, Hartfield CM, O'Connor RS, Osborne JL, Phillips J, Sutton PB, 2016. Protecting an ecosystem service: approaches to understanding and mitigating threats to wild insect pollinators. *AdvEcoRes* 54:135–206. doi:10.1016/bs.aecr.2015.10.007
- Ilijević K, Vujanović D, Orčić S, Purać J, Kojić D, Zarić N, Grzetić I, Blagojević DP, Čelić, TV, 2021. Anthropogenic influence on seasonal and spatial variation in bioelements and non-essential elements in honeybees and their hemolymph. *Comparative biochemistry and physiology part c*:
- Kerr JT, Pindar A, Galpern P, Packer L, Potts SG, Roberts SM, Rasmont P, Schweiger O, Colla SR, Richardson LL, Wagner DL, Gall LF, Sikes DS, Pantoja, A, 2015. Climate change impacts on bumblebees converge across continents. *Science*, 349(6244), 177-180.

- Kolida S, Tuohy K, Gibson GR, 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(S2), S193-S197.
- Konuç K, Ozturk E, 2020. Use of propolis as a digestive system regulator in poultry. *Proceeding Book*, 131.
- Korakli M, Gänzle MG, Vogel RF, 2002. Metabolism by bifidobacteria and lactic acid bacteria of polysaccharides from wheat and rye, and exopolysaccharides produced by *Lactobacillus sanfranciscensis*. *Journal of applied microbiology*, 92(5), 958-965.
- Kutlu MA, 2020. Bingöl ilinde yaşanan koloni kayıpları (arı ölümleri), nedenleri ve öneriler. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 867-873.
- Kutlu MA, Gul A, 2021. Siirt ili pervari ilçesi arıcılığı, hastalıklarının tanınırlıkları ve koloni kayıpları üzerine bir çalışma. *Adyutayam Dergisi*, 9(1), 13-21.
- Kwong WK, Medina LA, Koch H, Sing KW, Soh EJY, Ascher JS, Jaffé R, Ve Moran NA, 2017. Dynamic microbiome evolution in social bees. *Science Advances*, 3(3), e1600513.
- Kwong WK, Moran NA, 2016. Gut microbial communities of social bees. *Nature Reviews Microbiology*, 14(6), 374-384.
- Ludvigsen J, Andersen A, Hjeljord L, Rudi K, 2021. The honey bee gut mycobiota cluster by season versus the microbiota which cluster by gut segment. *Veterinary sciences*, 8(1), 4.
- Martinson VG, Moy J, Moran NA, 2012. Establishment of characteristic gut bacteria during development of the honeybee worker. *Applied and environmental microbiology*, 78(8), 2830-2840.
- Miller GL, 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry* 31(3) : 426-428.
- Moran NA, Hansen AK, Powell JE, Sabree ZL, 2012. Distinctive gut microbiota of honey bees assessed using deep sampling from individual worker bees. *PloSone*, 7(4), e36393.
- Panjad P, Yongsawas R, Sinpoo C, Pakwan C, Subta P, Krongdang S, In-on A, Chomdej S, Chantawannakul P, Disayathanoowat T, 2021. Impact of nosema disease and american foulbrood on gut bacterial communities of honey bees *Apis mellifera*. *Insects*, 12(6), 525.
- Qiu XJ, Zheng WX, Zhang L, Shi YL, Hu JH, Li Y, Liu ZY, Zhu MD, 2020. Prebiotic effects of xylanase modification of  $\beta$ -glucan from oat bran on *Bifidobacterium bifidum*. *Italian Journal of Food Science*, 32(1).
- Raymann K, 2021. Honey bee microbiota and the physiology of antimicrobial resistance. *Honey Bee Medicine for the Veterinary Practitioner*, 125-134.
- Raymann K, Bobay LM, Moran NA, 2018. Antibiotics reduce genetic diversity of core species in the honey bee gut microbiome. *Molecular ecology*, 27(8), 2057-2066.
- Salas-Veizaga DM, Bhattacharya A, Adlercreutz P, Stalbrand H, Karlsson EN, 2021. Glucuronosylated and linear xylooligosaccharides from quinoa stalks xylan as potential prebiotic source for growth of *Bifidobacterium adolescentis* and *Weissella cibaria*. *LWT*, 152, 112348.
- Sánchez-Portilla Z, Melgoza-Contreras LM, Reynoso-Camacho R, Pérez-Carreón JI, Gutiérrez-Nava A, 2020. Incorporation of *Bifidobacterium* sp. into powder products through a fluidized bed process for enteric targeted release. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11129-11137.
- Scourboutakos, M. 2010. 1+ 1= 3... Synbiotics: Combining the power of pre-and probiotics. *Journal of Food Science Education*, 9(1), 36-37.
- Seeley TD, 1989. Social foraging in honey bees: how nectar foragers assess their colony's nutritional status. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24(3), 181-199.
- Seeley TD, 1989. The honey bee colony as a superorganism. *American Scientist*, 77(6), 546-553.

- Söğüt B, Şeviş HE, Karakaya E, İnci H, Yılmaz HŞ, 2019. Bingöl ilinde arıcılık faaliyetinin mevcut yapısı üzerine bir araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(2): 168- 177.
- Suyabatmaz Ş, Bozdeveci A, Karaoğlu ŞA, 2020. Bal arılarında gastrointestinal bakteriyel flora.
- Traynor KS, Rennich K, Forsgren E, Rose R, Pettis J, Kunkel G, Lopez D, Madella S, Evans J, vanEngelsdorp D, 2016. Multi year survey targeting disease incidence in us honeybees. apidologie, 47(3), 325-347.
- TÜİK, 2021. Türkiye istatistik kurumu, tüik <http://www.tuik.gov.tr>
- Weese JS, 2002. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. Journal of equine veterinary science, 22(8), 357-360.
- Yazdıç F, Yazdıç FC, Kar B, 2020. Ziraat çalışmaları ve çiftlik hayvanlarında ileri biyoteknolojik uygulamalar, İksad Yayınevi s.49-74, Ankara-Turkey.
- Zeybek N, Rastall RA, Buyukkileci AO, 2020. Utilization of xylan-type polysaccharides in co-culture fermentations of bifidobacterium and bacteroides species. Carbohydrate polymers, 236, 116076.
- Zheng H, Steele MI, Leonard SP, Motta EV, Moran NA, 2018. Honey bees as models for gut microbiota research. Lab animal, 47(11), 317-325.