



## The Effects of *Bacillus subtilis* Addition to the Diet on Growth Performance, Organ Weights and Some Serum Parameters in Growing Japanese Quails

Yusuf Cufadar<sup>1,a,\*</sup>, Barışcan Curabay<sup>1,b</sup>, Rukiye Doğan<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Selçuk University, 42130 Konya, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13/04/2022 Accepted : 26/04/2022</p> <p><b>Keywords:</b> <i>Bacillus subtilis</i> Growing quail Performance Serum parameters Carcass parameters</p>	<p>This study was carried out to determine the effects of <i>Bacillus subtilis</i> addition to growing Japanese quail diets on growth performance, some serum parameters and carcass parameters. In the study, a total of 200 mixed-sex Japanese quail (<i>Coturnix coturnix japonica</i>) chicks were fed for 35 days with diets formed with the addition of different levels of control and <i>Bacillus subtilis</i> (250, 500, 750 mg/kg). The study was carried out in 4 treatment groups with 5 replications. At the end of the experiment, <i>Bacillus subtilis</i> levels did not affect the feed intake and feed conversion ratio, which are performance parameters, but affected the body weight and body weight gain statistically significantly. The addition of <i>Bacillus subtilis</i> to the diets of growing Japanese quails showed that glucose and creatinine concentrations were significantly affected, and urea, triglyceride, cholesterol, total protein, phosphorus and calcium values were not affected by the treatment levels. Among the carcass parameters, carcass yield, liver weight, pancreas weight, heart weight, gizzard weight and intestinal length did not statistically differ between the treatment groups. According to the results of the present study, it can be said that the addition of <i>Bacillus subtilis</i> at the level of 500 mg/kg to growing quail diets may be beneficial in terms of improving performance.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(5): 951-957, 2022

## Büyüyen Japon Bildircinlarında Rasyona *Bacillus subtilis* İlavesinin Büyüme Performansı, Organ Ağırlıkları ve Bazı Serum Parametrelerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13/04/2022 Kabul : 26/04/2022</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> <i>Bacillus subtilis</i> Büyüyen bildircin Performans Serum parametreleri Kesim parametreleri</p>	<p>Bu çalışma, büyüyen Japon bildircini rasyonlarına <i>Bacillus subtilis</i> ilavesinin büyüme performansı, bazı serum parametreleri ve kesim parametrelerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, günlük yaşta karışık cinsiyette toplam 200 adet Japon bildircini (<i>Coturnix coturnix japonica</i>) civcivi 35 gün süreyle, kontrol ve <i>Bacillus subtilis</i>' in farklı seviyelerinin ilavesiyle (250, 500, 750 mg/kg) oluşturulan rasyonlarla beslenmişlerdir. Çalışma, 5 tekerrürlü olarak, 4 muamele grubunda yürütülmüştür. Deneme sonucunda <i>Bacillus subtilis</i> seviyeleri performans parametrelerinden yem tüketimi ile yem değerlendirme katsayısını etkilememiş, canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışını ise istatistik olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Büyüyen Japon bildircinleri rasyonlarına <i>Bacillus subtilis</i> ilavesi, glukoz ve kreatinin konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkilediğini göstermiş olup, üre, trigliserid, kolesterol, total protein, fosfor ve kalsiyum değerleri uygulanan muamele seviyelerinden etkilenmemiştir. Kesim parametrelerinden karkas randımanı, karaciğer ağırlığı, pankreas ağırlığı, kalp ağırlığı, taşlık ağırlığı ve bağırsak uzunluğu bakımından istatistiksel olarak muamele grupları arasında önemli bir fark oluşturmamıştır. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, büyüyen bildircin rasyonlarına 500 mg/kg seviyesinde <i>Bacillus subtilis</i> ilavesinin performansı iyileştirme bakımından faydalı olabileceği söylenebilir.</p>

<sup>a</sup> [ycufadar@selcuk.edu.tr](mailto:ycufadar@selcuk.edu.tr)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9606-791X>

<sup>c</sup> [bcurabay@hotmail.com](mailto:bcurabay@hotmail.com)

<sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2605-5838>

<sup>e</sup> [rukiedogan0923@gmail.com](mailto:rukiedogan0923@gmail.com)

<sup>f</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4162-8606>



## Giriş

Son yıllarda, birçok *Bacillus* bakterisi türü, kanatlı rasyonlarında probiyotik takviyesi olarak kullanılmaktadır. *Bacillus* türleri, katalaz üreten endosporlara sahip fakültatif anaerob gram pozitif bakterilerdir. Diğer probiyotik türlerine göre en önemli avantajları bu türlerin spor üretme özellikleri olup, bu sporlar onların yem işleme teknikleri esnasında yüksek sıcaklıkta stabil kalmalarını (Shivaramaiah ve ark., 2011; Abd El-Hack ve ark., 2020) ve midenin sert ve asidik ortamına dayanıklılık sağlayarak sindirim sisteminin sonuna kadar güvenle ulaşabilmelerini sağlamaktadır (Cutting, 2011). *Bacillus*' ların amilaz ve proteaz (Olajuyigbe ve Ajele, 2005), lipaz (Shah ve Bhatt, 2011), selüloz (Hendricks ve ark., 1995), ksilanaz (Uma ve ark., 2009) ve fitaz (Choi ve ark., 2001) gibi hücre dışı enzimlerin üretimini sağlayarak çok sayıda besinsel katkı sağladığı gösterilmiştir. Bu bağlamda *Bacillus* tarafından üretilen eksojen enzimler kanatlı rasyonlarında karmaşık antinutrisyonel faktörlerin bozulmasına ve besin emilimini artırmaya yardımcı olabilmektedir. Bununla birlikte, tüm *Bacillus* bakterilerinin aynı tip enzimleri sentezlemediğini ve bu nedenle rasyondaki hedef substratlara uygun izolatların seçilmesini gerektirdiği de bildirilmektedir (Latorre ve ark., 2015). Kanatlı endüstrisi, ticari koşullar altında sağlığı ve performansı korumak için bakteri veya maya türlerinin canlı kültürleri olan probiyotiklerin kanatlı rasyonlarında kullanımı büyüme destekleyicilerine alternatif olarak giderek daha fazla yaygınlaşmaktadır (Mountzouris ve ark., 2010; Zhang ve Kim, 2014; Gadde ve ark., 2017).

*Bacillus subtilis* 'in büyüyen Japon bıldırcınlarında büyüme performansı ve yemden yararlanma üzerine olumlu etkilerinin olduğu yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir (Abdel-Moneim ve ark., 2020; Ciurescu ve ark., 2020; Kakar ve ark., 2021; Özcan ve ark., 2022). Yapılan diğer bir çalışmada, *Bacillus subtilis*, antimikrobiyal bileşiklerin üretimi, bağışıklık sisteminin uyarılması ve patojenik bakterilerin azaltılması gibi çeşitli mekanizmalar yoluyla bağırsak sağlığının iyileştirilmesi üzerine olumlu bir etki göstermiştir (Grant ve ark., 2018). Ayrıca, rasyona *Bacillus subtilis* ilavesi bıldırcınlarda antioksidan kapasiteyi artırarak bağışıklık sistemini geliştirmiştir (Fathi ve ark., 2017; Abdel-Moneim ve ark., 2020). *Bacillus subtilis* ' in aerobik bir bakteri olduğu bilinmekte olup çoğalırken sindirim sisteminde büyük miktarda serbest oksijen tüketmektedir. Bu nedenle aerobik patojenlerin büyümesini engelleyebilmekte ve bifidobacterium, mayalar ve Lactobacillus gibi kanatlı sindirimi için yararlı anaerobik probiyotiklerin büyümesini teşvik edebilmektedir (Ebeid ve ark., 2019; Wang ve ark., 2006). Ayrıca, *Bacillus subtilis* gastrointestinal sistem ve bağırsakla ilgili lenfoid dokunun gelişiminde ve konağın doğuştan gelen bağışıklığını arttırmada hayati bir rol oynamaktadır (Huang ve ark., 2008; Fathi ve ark., 2017). *Bacillus subtilis* kanatlı sağlığında olumlu etkilerini şu mekanizmalardan biri veya birkaçı ile açıklamıştır; Patojenik bakteri sayısını düşürmede (Abd El-Moneim ve ark., 2020; Ebeid ve ark., 2019), oksijen tüketimi (La Ragione ve Woodward, 2003), eksojen sindirim enzimlerinin üretilmesi (Li ve ark., 2014; Abdel-Moneim ve Sobic, 2019), bağışıklık sistemini artırma (Yurong ve ark., 2005; Huang ve ark., 2008; Abdel-Moneim, 2017) ve

bağırsak fonksiyonunun ve gelişiminin desteklenmesi (Yurong ve ark., 2005; Abdel Moneim ve ark., 2019) şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca etlik piliçlerin kan kolesterol ve trigliserit düzeylerini azaltarak lipid profilini de iyileştirdiği bildirilmiştir (Jouybari ve ark., 2010). Bununla birlikte, *Bacillus subtilis*' in optimal konsantrasyonu kanatlı türlerine bağlı olmuş ve uygulama seviyelerini artırmak her zaman daha iyi sonuç vermemiştir (Huang ve ark., 2004; Saleh, 2014).

*Bacillus subtilis*' in kanatlı hayvanlarda performans ve bağırsak sağlığı açısından etkileri ile yapılan çalışmalarda olumlu etkisinin olduğu bildirilmiş fakat hemen her çalışmanın sonucunda daha fazla çalışmanın yapılmasına ihtiyaç olduğu fikri hâkim durumdadır. Bunun yanında bu çalışmalarda serum parametreleri ve iç organ ağırlıkları ile ilgili bilgiler kısıtlı sayıdadır. Bu nedenle konuyla ilgili etki mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi için çalışma sayısının artırılmasına ihtiyaç olduğu düşünüldüğünden; bu çalışmada büyüyen Japon bıldırcınlarında rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin büyüme performansı, serum biyokimyasal özellikleri ve karkas ve iç organ ağırlıklarına etkileri incelenecektir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Tesisinde bıldırcın deneme kümesinde yürütülmüştür. Araştırmada hayvan materyali olarak günlük yaşta karışık cinsiyette toplam 200 adet Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix japonica*) civcivi kullanılmıştır. Civcivler her birinde 10 adet bıldırcın bulunan 5 tekerrürlü 4 muamele grubuna rastgele dağıtılmıştır. Çalışma boyunca bıldırcınlara yem ve su ad-libitum olarak verilmiş ve 23 saat aydınlatma programı uygulanmıştır. Deneme rasyonlarından birini kontrol (0) grubu oluşturmuş, diğer üç rasyona 250, 500 ve 750 mg/kg seviyelerinde *Bacillus subtilis* ( $1 \times 10^{11}$  cfu/g) ilave edilmiştir. Bıldırcınlar 4 farklı muamele rasyonu ile 35 gün süreyle yemlenmiştir. Deneme rasyonlarının hammadde ve hesaplanmış besin madde kompozisyonları NRC (1994)' de büyüyen Japon bıldırcınları için önerilen besin madde düzeyleri dikkate alınarak Çizelge 1'de gösterilmiştir.

### Yöntem

#### Performans Ölçütleri

Denemede canlı ağırlık grup tartımı olarak yapılmış ve bu rakamlardan canlı ağırlık artışı hesaplanmıştır. Gruplara yemler tartılarak verilmiş ve yemlikte kalan yemler toplam verilen yemden çıkarılarak yem tüketimi tespit edilmiştir. Yem tüketimi hesaplamasında ölen hayvanların yem tüketimi göz önüne alınarak düzeltme yapılmıştır. Yem değerlendirme katsayısı (YDK) YT/CAA formülüyle hesaplanmıştır.

#### Karkas ve İç Organ Ölçüm Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme sonunda her alt gruptan 3'er (15 adet/muamele) adet erkek Japon bıldırcını servikal dislokasyon ile insani bir şekilde kesilmiş ve kesilen bıldırcınlarda sıcak karkas ağırlıkları belirlenmiş ve

karaciğer, pankreas, kalp ve taşlık ağırlıkları tespit edilmiş ve canlı ağırlığa oranları hesaplanmıştır. Bağırsak uzunlukları santimetre cinsinden ölçülerek belirlenmiştir.

#### Serum Parametreleri

Kesim esnasında bir adet bıldırcından 5 cc kan alınmış ve alınan kan örnekleri 5 dakika süre ile 3000 devir/dakika'da santrifüj edilerek serumları ayrılmış ve analiz edilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Serum glikoz, üre, kreatinin, trigliserit, kolesterol, total protein, fosfor ve kalsiyum içerikleri otoanalizör (DDS® Spectrophotometric Kits, Diasis Diagnostic Systems Co., İstanbul, Turkey) cihazında tespit edilmiştir.

#### İstatistiksel Analiz

Muamelelerin incelenen parametrelere etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla elde edilen verilere Minitab 17 istatistik paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, muamele grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

### Bulgular ve Tartışma

#### Performans Parametreleri

Büyüyen Japon bıldırcınları rasyonlarına 250, 500 ve 750 mg/kg *Bacillus subtilis* ilavesinin canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısına etkileri Çizelge 2'de gösterilmiştir. *Bacillus subtilis* seviyeleri incelenen performans parametrelerinden yem tüketimi ile yem değerlendirme katsayısını önemli seviyede etkilememiş ( $P>0,05$ ), canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir ( $P<0,05$ ). Buna göre, 500 mg/kg *Bacillus subtilis* seviyesi ile yemlenen grupta canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı, kontrol ve 250 mg/kg probiyotik içeren gruplardan önemli seviyede yüksek olmuştur ( $P<0,05$ ).

Abdel-Moneim ve ark. (2020) tarafından büyüyen bıldırcınlarda rasyona  $1 \times 10^7$  ve üzerindeki seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin kontrol grubundan daha yüksek canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışına ve daha düşük yem değerlendirme katsayısına sebep olduğunu, bunun yanında gruplar arasında yem tüketimi bakımından fark olmadığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlara büyüyen bıldırcınlarda yapılan diğer bir çalışmada da (Bahrapour ve ark., 2020) belirtilmiş fakat bu çalışmada farklı olarak yem tüketimi *Bacillus* içeren grupta kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Nour ve ark. (2021) tarafından bıldırcın rasyonlarına *Bacillus* ilavesinin canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışında kontrol grubuna göre avantaj sağlarken yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısı bakımından önemli seviyede bir farklılığa yol açmadığını bildirmişlerdir. Özcan ve ark. (2022) tarafından bıldırcınlarda yapılan diğer bir çalışmada ise hem rasyona hem de içme suyuna *Bacillus subtilis* ilavesinin performans parametrelerinde önemli seviyede değişikliğe yol açmadığı belirtilmiştir. Etlik piliç rasyonlarına *Bacillus subtilis*'in farklı seviyelerde ilavesinin canlı ağırlık artışı bakımından daha yüksek sonuçlar sunduğu ve yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısının değişmediği (Park ve ark., 2020; Ciurescu ve ark., 2020) ya da yem tüketimi ve yem değerlendirme katsayısının probiyotik içeren grupta kontrol grubundan daha düşük olduğunu (Kakar ve ark.,

2021) belirtilen çalışmalar da bulunmaktadır. Konuyla ilgili yapılan çalışma sonuçlarından çıkan genel sonucun rasyona *Bacillus* ilavesinin canlı ağırlık artışını desteklediği ve performans parametrelerini olumlu yönde etkilediği yönünde olup mevcut çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Bu olumlu etkilerin görülmesinin muhtemel sebepleri önceki yıllarda yapılan çalışmalarda; probiyotiklerin kanatlı performans açısından besinlerin sindirimi, emilimi ve metabolizması, bağırsak sağlığı üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle bağırsak sağlığının önemli bir nokta olduğu (Yegani ve Korver, 2008; Hamasalim, 2016) ve probiyotiklerin etlik piliçlerin büyüme performansını iyileştirdiğini ve bağırsaklarında daha fazla yararlı mikrobiyota popülasyonu gelişimini desteklediği ifade edilmiştir (Mountzouris ve ark., 2007; Latorre ve ark., 2017; Rhyat ve ark., 2017). Hong ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada *Bacillus subtilis*'in etlik piliçlerde bağışıklık fonksiyonunu iyileştirdiğini ve bağırsaktaki endojen antimikrobiyal peptitlerin seviyesini arttırarak, daha yüksek canlı ağırlık artışına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca *Bacillus subtilis* ile beslenen büyüyen bıldırcınların canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışındaki iyileşmenin nedeninin sindirim sistemlerinde besin madde sindirilebilirliğini iyileştiren amilaz, proteaz ve lipaz gibi bazı enzimleri üretme yeteneğinin artmasından kaynaklanmış olabileceği (Dumitru ve ark., 2019), bağırsakta doğrudan büyümeyi teşvik eden bazı yararlı bakterileri artışı desteklemesi (Hung ve ark., 2012) ve ince bağırsak hareketliliğini artırması ile birlikte yem sindirilebilirliğini iyileştirmesi ve bağırsak sağlığını desteklediği belirtilmiştir (Cartman ve ark., 2008; Gu ve ark., 2015).

Tablo 1. Denemede kullanılan basal rasyonun içeriği ve hesaplanmış besin maddeleri kompozisyonu

Table 1. Content and calculated nutritional composition of the basal diet used in the experiment

Hammaddeler	%
Mısır	47,95
Soya Fasulyesi Küspesi (%45 HP)	44,50
Bitkisel yağ	4,40
Mermer Tozu	1,00
Tuz	0,30
Di-kalsiyum fosfat (DCP)	1,20
Vitamin-mineral premiksi*	0,25
L-lisin	0,20
DL-metiyonin	0,20
Toplam	100
Hesaplanmış besin madde kompozisyonu	
Ham protein, %	24,07
Metabolik enerji, kkal/kg	2909
Kalsiyum, %	0,85
Kullanılabilir fosfor, %	0,40
Lisin, %	1,34
Metiyonin, %	0,52
Sistin, %	0,31
Metiyonin+Sistin	0,83

\*Premiks karma yemin 1 kg'ında; 8,800 IU vitamin A, 2,200 IU vitamin D3, 11 mg vitamin E, 44 mg nikotik asit, 8,8 mg Kalsiyum D-Pantotenat, 4,4 mg riboflavin, 2,5 mg tiamin, 6,6 mg vitamin B12, 1 mg folik asit, 0,11 mg D-biyotin, 220 mg kolin, 80 mg manganez, 60 mg demir, 5 mg bakır, 60 mg çinko, 0,20 mg kobalt, 1 mg iyot, 0,15 mg selenyum sağlar.

Tablo 2. Büyüyen bıldırcınlarda rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin performans parametreleri üzerine etkisi  
Table 2. The effect of adding different levels of *Bacillus subtilis* to the diet on performance parameters of growing quails

Performans Parametreleri	Rasyon <i>Bacillus subtilis</i> Seviyesi (mg/kg)				SHO*	P
	Kontrol	250	500	750		
Canlı ağırlık (g)	176,09 <sup>b</sup>	177,07 <sup>b</sup>	186,23 <sup>a</sup>	180,86 <sup>ab</sup>	2,523	0,024
Canlı ağırlık artışı (g)	167,97 <sup>b</sup>	168,95 <sup>b</sup>	178,07 <sup>a</sup>	172,74 <sup>ab</sup>	2,521	0,024
Yem tüketimi (g)	506,91	508,00	525,76	517,67	5,626	0,056
Yem değerlendirme katsayısı (g, YT/g, CAA)	3,02	3,01	2,95	3,00	0,037	0,522

<sup>a, b</sup>: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0,05). \*SHO: Standart hata ortalaması

Tablo 3. Büyüyen bıldırcınlarda rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin karkas ve organ ölçüm özelliklerine etkisi  
Table 3. The effect of adding different levels of *Bacillus subtilis* to the diet on carcass and organ measurement characteristics in growing quails

Kesim Özellikleri	Rasyon <i>Bacillus subtilis</i> Seviyesi (mg/kg)				SHO*	P
	Kontrol	250	500	750		
Karkas randımanı (%)	70,3	71,0	71,1	70,9	0,82	0,430
Karaciğer (%)	1,94	1,79	1,76	1,75	0,120	0,070
Pankreas (%)	0,22	0,24	0,25	0,22	0,041	0,601
Kalp (%)	0,95	0,90	0,95	0,93	0,060	0,399
Taşlık (%)	1,79	1,88	1,86	1,92	0,110	0,332
Bağırsak uzunluğu (cm)	54,0	55,9	55,6	56,9	3,240	0,562

\*SHO: Standart hata ortalaması

Tablo 4. Büyüyen bıldırcınlarda rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin serum parametreleri üzerine etkisi  
Table 4. The effect of adding different levels of *Bacillus subtilis* to the diet on serum parameters in growing quails

Serum Parametreleri	Rasyon <i>Bacillus subtilis</i> Seviyesi (mg/kg)				SHO*	P
	Kontrol	250	500	750		
Glukoz (mg/dl)	342,0 <sup>b</sup>	355,90 <sup>ab</sup>	366,90 <sup>ab</sup>	378,90 <sup>a</sup>	9,117	0,033
Üre (mg/dl)	3,40	3,10	3,20	2,70	0,198	0,075
Kreatinin (mg/dl)	0,30 <sup>b</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,007	0,024
Trigliserit (g/dl)	68,50	67,10	77,30	64,50	5,150	0,265
Kolesterol (mg/dl)	173,9	189,1	177,3	198,5	12,57	0,416
Total protein (g/dl)	2,60	2,42	2,44	2,63	0,110	0,343
Fosfor (mg/dl)	7,13	6,80	5,68	6,12	0,544	0,186
Kalsiyum (mg/dl)	9,37	9,84	9,09	9,25	0,421	0,547

<sup>a, b</sup>: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0,05). \*SHO: Standart hata ortalaması

### Karkas ve Organ Ölçüm Parametreleri

*Bacillus subtilis*' in farklı seviyelerinin büyüyen bıldırcınlarda karkas ve organ ölçümleri üzerine etkileri Çizelge 3'te gösterilmiştir. Büyüyen Japon bıldırcınları rasyonlarına *Bacillus subtilis* ilavesi karkas randımanı, karaciğer, pankreas, kalp, taşlık oranı ile bağırsak uzunluğunu istatistik olarak önemli seviyede etkilememiştir (P>0,05).

Konuyla ilgi daha önce yapılmış çalışmalarda *Bacillus subtilis*' in etlik piliç (Saiyed ve ark., 2015) ve Japon bıldırcınlarında (Bahrapour ve ark., 2020) iç organ (karaciğer, kalp ve taşlık) ağırlıkları üzerine önemli seviyede etkisi olmadığı bildirilmiştir. Nour ve ark. (2021) tarafından büyüyen bıldırcınlarda rasyona *Bacillus* ilavesinin taşlık ağırlığında önemli bir değişikliğe sebep olmadığını ancak karkas ağırlığının *Bacillus* ilavesiyle kontrol grubundan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yine büyüyen bıldırcınlarda rasyona *Bacillus subtilis* ilavesiyle karkas ağırlığı, taşlık, kalp, karaciğer ve taşlık ağırlıklarının değişmediği bildirilmiştir (Özcan ve ark., 2022). Etlik piliçlerde rasyona *Bacillus* ilavesinin etkileri ile ilgili yapılmış çalışmalarda karkas, kalp, karaciğer ve taşlık ağırlıklarına önemli seviyede etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Zaghari ve ark., 2020; Ciurescu ve ark., 2020;

Kakar ve ark., 2021). Bunun yanında Ciurescu ve ark. (2020) bıldırcınlarda rasyona *Bacillus subtilis* ilavesinin ince bağırsak (duedonum, jejunum ve ileum) uzunluğunu değiştirmedini belirtmiştir. Etlik piliçlerde yapılan bir araştırmada karaciğer nispi ağırlığının rasyona 10<sup>8</sup> cfu/kg seviyesinde *Bacillus subtilis* ilave edilmesinden etkilenmediği de bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2012).

Probiyotiklerin organ ağırlıklarına etkileri ile ilgili mekanizmanın tam olarak bilinmediği ve etlik piliçlerde yapılan bir diğer çalışmada da (Ciurescu ve ark., 2020) belirtilmiş olup etlik piliçlerde bu ölçümlere *Bacillus subtilis*' in etkisi hakkında çok az şey bilindiği şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca yağ asitleri sentezinde hız sınırlayıcı enzim olan asetil-CoA karboksilazın aktivitesini azaltan laktik asit üreten bakteriler gibi faydalı bakterilerin artmasına *Bacillus subtilis*' in katkısı olabileceği ve bunun da bağırsak sağlığı ile bağırsak nispi ağırlığı ve uzunluğu bakımından önemli olabileceği belirtilmiştir (Reis ve ark., 2017; Ciurescu ve ark., 2020).

### Serum Parametreleri

Rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesinin büyüyen bıldırcınlarda serum parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4'te gösterilmiştir. *Bacillus subtilis*'in büyüyen

Japon bıldırcınlarına ilave edilen farklı seviyeleri (250, 500, 750 mg/kg), serum glukoz ve kreatinin konsantrasyonlarını önemli ölçüde etkilemiş ve 750 mg/kg *Bacillus subtilis* içeren grupta kontrol grubundan daha yüksek olmuştur ( $P<0,05$ ). Serum üre, trigliserit, kolesterol, total protein, fosfor ve kalsiyum değerleri uygulanan muamelelerden önemli seviyede etkilenmemiştir ( $P>0,05$ ).

Yakın zamanda büyüyen bıldırcınlarda konuyla ilgili yapılmış bir çalışma sonuçlarına göre; bıldırcın rasyonlarına *Bacillus subtilis*' in hem toz olarak rasyona hem de sıvı formda içme suyuna ilavesiyle serum total protein, glukoz, kolesterol ve ürik asit konsantrasyonlarının önemli seviyede etkilenmediğini bildirmişlerdir. Nour ve ark. (2021) büyüyen bıldırcınlarda rasyona *Bacillus* ilavesiyle serum glukoz ve üre konsantrasyonlarının değişmediğini, total protein konsantrasyonunun arttığını, trigliserit konsantrasyonunun yüksek dozlarda azaldığını ve kolesterol konsantrasyonunun ise kullanılan seviyeler arasında belirgin düşüş ya da artışa sebep olmadığını ve dalgalı bir seyir gösterdiğini bildirmişlerdir. Büyüyen bıldırcınlarda yapılan diğer bir çalışmada (Abdel-Moneim ve ark., 2020) rasyona farklı seviyelerde *Bacillus subtilis* ilavesiyle serum total protein konsantrasyonunun yüksek seviyede ( $10^9$ ) *Bacillus subtilis* içeren grupta kontrol grubundan daha yüksek olduğunu, üre konsantrasyonunun ise *Bacillus subtilis* içeren gruplarda kontrol grubundan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında kısmi benzerlikler mevcut olsa da farklılık içeren sonuçların olduğu da görülmektedir. Bu durum kullanılan probiyotik seviyelerinin çalışmalar arasında farklılık içermesinden kaynaklanmış olabilir. *Bacillus subtilis*' in serum glukoz seviyesini kontrol grubuna göre arttırması, probiyotiklerin kandaki glukoz seviyesini düşüren glukagon üzerindeki baskılayıcı etkisi olabileceği şeklinde yorumlanabilir (Aluwong ve ark., 2013). Bununla birlikte, bağırsak yapısındaki histolojik değişikliklere bağlı olarak *Bacillus subtilis*' in bağırsağın absorpsiyon kapasitesini arttırması ve bu sayede artan amilolitik aktivite ile serum glukoz konsantrasyonunda artışa sebep olabileceği bildirilmiştir (Rodjan ve ark., 2018). Bunun yanında *Bacillus* türlerinin büyüyen bıldırcınlarda serum glikoz (Ahmed ve ark., 2015) ve serum kreatinin (Nour ve ark., 2021) konusundaki arttırıcı etkileri olduğu bildirilmiştir. Serum kreatinindeki artışın *Bacillus subtilis*' in proteinin nitrojene parçalanmasını ve rasyon proteinlerinden yararlanmayı azaltan patojenlerin büyümesini inhibe etme yeteneği aracılığıyla vücutta besinlerin emilimi ve rasyondaki proteinlerden yararlanmayı iyileştirmesi şeklinde açıklanmıştır (Saleh ve ark., 2017; Yazhini ve ark., 2018; Abdel-Moneim ve ark., 2019). Probiyotiklerin kan trigliseritleri ve kolesterolü üzerindeki azaltıcı etkisi, probiyotiklerin kolesterolün hücrelere girişini, safra tuzlarını hidrolize etme veya kolesterojenezi sınırlayıcı enzim olan hidrosimetilglutaril-CoA'yı inhibe etme özelliklerine bağlanmıştır (Pourakbari ve ark., 2016).

## Sonuç

Sonuç olarak, büyüyen Japon bıldırcınlarında rasyona *Bacillus subtilis* ilavesi, yem tüketiminde önemli seviyede değişikliğe sebep olmadan canlı ağırlığı ve canlı ağırlık

artışını olumlu yönde etkilemiştir. Bunun yanında karkas randımanı ile iç organ ağırlık oranlarında değişikliğe sebep olmamış ve serum parametrelerinde ise glukoz ve kreatinin konsantrasyonlarında belirgin bir artışa sebep olmuştur. Rasyona *Bacillus subtilis* ilavesinin performansla olumlu etkisi daha önceki çalışma sonuçlarına da dayanarak sindirim sisteminin sağlığı üzerine olumlu etkisinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre, büyüyen bıldırcın rasyonlarına 500 mg/kg ( $1 \times 10^{11}$  cfu/g) seviyesinde *Bacillus subtilis* ilavesinin performansı iyileştirme bakımından faydalı olabileceği söylenebilir.

## Kaynaklar

- Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Shafi ME, Qattan SYA, Batiha GE, Khafaga AF, Abdel-Moneim AE, Alagawany M. 2020. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6): 1835-1850.
- Abd El-Moneim AE, El-Wardany I, Abu-Taleb AM, Wakwak MM, Ebeid TA, Saleh AA. 2020. Assessment of in ovo administration of *Bifidobacterium bifidum* and *Bifidobacterium longum* on performance, ileal histomorphometry, blood hematological, and biochemical parameters of broilers. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 12(2): 439-450.
- Abd El-Moneim AE, Sabic EM. 2019. Beneficial effect of feeding olive pulp and *Aspergillus awamori* on productive performance, egg quality, serum/yolk cholesterol and oxidative status in laying Japanese quails. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 28(1): 52-61.
- Abdel-Moneim AE, Selim DA, Basuony HA, Sabic EM, Saleh AA, Ebeid TA. 2020. Effect of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* spores on growth performance, oxidative status, and digestive enzyme activities in Japanese quail birds. *Tropical Animal Health and Production*, 52(2): 671-680.
- Abdel-Moneim EA. 2017. Influence of in ovo injection with an effective bacterial preparation (*Bifidobacterium spp.*) on some productive and physiological traits in poultry. PhD dissertation. Department of Poultry Production, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.
- Ahmed KS, Hasan M, Asaduzzaman M, Khatun A, Islam K. 2015. Effects of probiotics and synbiotics on growth performance and haemato-biochemical parameters in broiler chickens. *Journal of Science*, 5(10): 926-929.
- Aluwong T, Hassan F, Dzenda T, Kawu M, Ayo J. 2013. Effect of different levels of supplemental yeast on body weight, thyroid hormone metabolism and lipid profile of broiler chickens. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 75(3): 291-298.
- Bahrapour K, Afsharmanesh M, Khajeh Bami M. 2020. Comparative effects of dietary *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans* and flavophospholipol supplements on growth performance, intestinal microflora and jejunal morphology of Japanese quail. *Livestock Science*, 239: 104089.
- Cartman ST, La Ragione RM, Woodward MJ. 2008. *Bacillus subtilis* spores germinate in the chicken gastrointestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology Journal*, 74(16): 5254-5258.
- Choi YM, Suh HJ, Kim JM. 2001. Purification and properties of extracellular phytase from *Bacillus sp.* KHU-10. *Journal of Protein Chemistry*, 20(4): 287-292.
- Ciurescu G, Dumitru M, Gheorghe A, Untea AE, Draghici R. 2020. Effect of *Bacillus subtilis* on growth performance, bone mineralization, and bacterial population of broilers fed with different protein sources. *Poultry Science*, 99(11): 5960-5971.

- Cutting SM. 2011. *Bacillus* probiotics. *Food Microbiology*, 28(2): 214-220.
- Dumitru M, Habeanu M, Tabuc C, Jurcoane S. 2019. Preliminary characterization of the probiotic properties of a bacterial strain for used in monogastric nutrition. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 76(2): 102-108.
- Düzgüneş O. 1975. İstatistik Metodlar (İstatistiğe Giriş). A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, sayfa no 576, Ankara.
- Ebeid T, Fathi M, Al-Homidan I, Ibrahim Z, Al-Sagan A. 2019. Effect of dietary probiotics and stocking density on carcass traits, meat quality, microbial populations and ileal histomorphology in broilers under hot-climate conditions. *Animal Production Science*, 59(9): 1711-1719.
- Fathi M, Ebeid T, Al-Homidan I, Soliman, N, Abou-Emera O. 2017. Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. *British Poultry Science*, 58(5): 512-516.
- Gadde U, Kim WH, Oh ST, Lillehoj HS. 2017. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Animal Health Research Reviews*, 18(1): 26-45.
- Grant AQ, Gay CG, Lillehoj HS. 2018. *Bacillus* spp. as direct-fed microbial antibiotic alternatives to enhance growth, immunity, and gut health in poultry. *Avian Pathology*, 47(4): 339-351.
- Gu SB, Zhao LN, Wu Y, Li SC, Sun JR, Huang JF, Li DD. 2015. Potential probiotic attributes of a new strain of *Bacillus coagulans* CGMCC 9951 isolated from healthy piglet feces. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31(6): 851-863
- Hamasalim HJ. 2016. Synbiotic as feed additives relating to animal health and performance. *Advances in Microbiology*, 6(4): 288-302.
- Hendricks CW, Doyle JD, Hugley B. 1995. A new solid medium for enumerating cellulose-utilizing bacteria in soil. *Applied and Environmental Microbiology Journal*, 61(5): 2016-2019.
- Hong HA, Duc LH, Cutting SM. 2005. The use of bacterial spore formers as probiotics. *FEMS Microbiology Reviews*. 29(4): 813-835.
- Huang MK, Choi YJ, Houde R, Lee JW, Lee B, Zhao X. 2004. Effects of *Lactobacilli* and an acidophilic fungus on the production performance and immune responses in broiler chickens. *Poultry Science*, 83(5): 788-795.
- Huang JM, La Ragione RM, Nunez A, Cutting SM. 2008. Immunostimulatory activity of *Bacillus* spores. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 53(2): 195-203.
- Hung A, Lin SY, Yang TY, Chou CK, Liu HC, Lu JJ, Wang, B, Chen SY, Lien TF. 2012. Effects of *Bacillus coagulans* ATCC 7050 on growth performance, intestinal morphology, and microflora composition in broiler chickens. *Animal Production Science*, 52(9): 874-879.
- Jouybari MG, Malbobi MA, Irani M, Pour VR. 2010. The effect of novel probiotic on performance and serum concentrations of cholesterol and triglyceride in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 9(45): 7771-7774.
- Kakar KU, Din ZU, Usman M, Baseer K, Ullah I, Durrani AR, Khan D, Nasar MA, Kakar IU, Niazi MR, Khan MA. 2021. Probiotic production from *Bacillus subtilis* and its effect on broiler growth performance. *Pak Euro Journal of Medical and Life Sciences*, 4(3): 81-86.
- La Ragione RM, Woodward MJ. 2003. Competitive exclusion by *Bacillus subtilis* spores of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and *Clostridium perfringens* in young chickens. *Veterinary Microbiology*, 94(3): 245-256.
- Latorre JD, Hernandez-Velasco X, Kuttappan VA, Wolfenden RE, Vicente JL, Wolfenden AD, Bielke LR, Prado-Rebolledo OF, Morales E, Hargis BM, and Tellez G. 2015. Selection of *Bacillus* spp. for cellulase and xylanase production as direct-fed microbials to reduce digesta viscosity and *Clostridium perfringens* proliferation using an in vitro digestive model in different poultry diets. *Frontiers in Veterinary Science*, 2: 25.
- Latorre JD, Hernandez-Velasco X, Vicente JL, Wolfenden R, Hargis BM, Tellez G. 2017. Effects of the inclusion of a *Bacillus* direct-fed microbial on performance parameters, bone quality, recovered gut microflora, and intestinal morphology in broilers consuming a grower diet containing corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 96(8): 2728-2735.
- Li W, Bai J, Li Y, Qin Y, Yu D. 2014. Effects of *Bacillus subtilis* on meat quality, nutrient digestibility and serum biochemical index of broilers. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 34(10): 1682-1685.
- Mountzouris KC, Tsirtsikos P, Kalamara E, Nitsch S, Schatzmayr G, Fegeros K. 2007. Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities. *Poultry Science*, 86(2): 309-317.
- Mountzouris, KC, Tsirtsikos P, Palamidi I, Arvaniti A, Mohnl M, Schatzmayr G, Fegeros K. 2010. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. *Poultry Science*, 89(1): 58-67.
- Nour MA, El-Hindawy MM, Qattan SYA, Abou-Kassem DE, Ashour EA, Aboelenin SM, Soliman MM, Abdel-Moneim AE. 2021. Effect of graded levels of dietary *Bacillus toyonensis* and *Bifidobacterium bifidum* supplementation on growth, carcass traits and ileal histomorphometry and microbiota of growing quails. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(8): 4532-4541.
- NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry: 1994. 9th Review Edition National Academy Press.
- Olajuyigbe F, Ajele J. 2005. Production dynamics of extracellular protease from *Bacillus* species. *African Journal of Biotechnology*, 4(8): 776-779.
- Özcan C, Tufan T, Karakoç Z, İrak K, Arslan C, Kaplan O. 2022. Japon bildircinlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) farklı formlarda probiyotik (*Bacillus* sp.) kullanılmasının besi performansını, kan ve karkas parametreleri üzerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(1): 178-188.
- Park I, Zimmerman NP, Smith AH, Rehberger TG, Lillehoj E, Lillehoj HS. 2020. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* direct-fed microbials alters chicken intestinal metabolite levels. *Frontiers in Veterinary Science*, 7: 123.
- Pourakbari M, Seidavi A, Asadpour L, Martínez A. 2016. Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 88(2): 1011-1021.
- Reis MP, Fassani EJ, Garcia Junior AAP, Rodrigues PB, Bertechini AG, Barrett, N, Persia ME, Schmidt CJ. 2017. Effect of *Bacillus subtilis* (DSM 17299) on performance, digestibility, intestine morphology, and pH in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(4): 573-583.
- Rhayat L, Jacquier V, Brinch KS, Nielsen P, Nelson A, Geraert PA, Devillard E. 2017. *Bacillus subtilis* strain specificity affects performance improvement in broilers. *Poultry Science*, 96(7): 2274-2280.
- Rodjan P, Soisuwan K, Thongprajukaew K, Theapparat Y, Khongthong S, Jeenkeawpieam J, Salaeharae T. 2018. Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(2): 931-940.
- Saiyed MA, Joshi RS, Savaliya FP, Patel AB, Mishra RK, Bhagora NJ. 2015. Study on inclusion of probiotic, prebiotic and its combination in broiler diet and their effect on carcass characteristics and economics of commercial broilers. *Veterinary World*, 8(2): 225-231.

- Saleh AA, Gálík B, Arpášová H, Capcarová M, Kalafová A, Šimko M, Juráček M, Rolinec M, Bíro D, Abudabos AM. 2017. Synergistic effect of feeding *Aspergillus awamori* and lactic acid bacteria on performance, egg traits, egg yolk cholesterol and fatty acid profile in laying hens. Italian Journal of Animal Science, 16(1): 132-139.
- Saleh AA. 2014. Effect of dietary mixture of *Aspergillus* probiotic and selenium nano-particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. Animal Science Paper and Reports, 32(1): 65-79.
- Shah KR, Bhatt SAJ. 2011. Purification and characterization of lipase from *Bacillus subtilis* Pa2. Journal of Biochemical Technology, 3(3): 292-295.
- Shivaramaiah S, Pumford NR, Morgan MJ, Wolfenden RE, Wolfenden AD, Torres-Rodríguez A, Hargis BM, Téllez G. 2011. Evaluation of *Bacillus* species as potential candidates for direct-fed microbials in commercial poultry. Poultry Science, 90(7): 1574-1580.
- Uma MV, Krishna Murthy V. 2009. Partial purification and characterization of *Bacillus pumilus* xylanase from soil source. KATSU, 5: 137-148.
- Wang X, Yi Z, Ji C. 2006. Effects of fructo-oligosaccharide and *Bacillus subtilis* on intestinal microflora, fecal emission of ammonia and sulfured hydrogen and nutrient availability in broilers. Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica, 37: 337-341.
- Yazhini P, Visha P, Selvaraj P, Vasanthakumar P, Chandran V. 2018. Dietary encapsulated probiotic effect on broiler serum biochemical parameters. Veterinary World, 11(9): 1344-1348.
- Yegani M, Korver DR. 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. Poultry Science, 87(10): 2052-2063.
- Yurong Y, Ruiping S, ShiMin Z, Yibao J. 2005. Effect of probiotics on intestinal mucosal immunity and ultrastructure of cecal tonsils of chickens, Archives of animal nutrition. 59(4): 237-246.
- Zaghari M, Sarani P, Hajati H. 2020. Comparison of two probiotic preparations on growth performance, intestinal microbiota, nutrient digestibility and cytokine gene expression in broiler chickens. Journal of Applied Animal Research, 48(1): 166-175.
- Zhang ZF, Zhou TX, Ao X, Kim IH. 2012. Effects of  $\beta$ -glucan and *Bacillus subtilis* on growth performance, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broilers fed maize soybean meal-based diets. Livestock Science, 150: 419-424.
- Zhang ZF, Kim IH. 2014. Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers. Poultry Science, 93(2): 364-370.