

Farklı Fosfor Seviyelerinin Gölge ve Açık Koşullarda Yetiştirilen Yemlik Bakla (*Vicia faba* var. *minor*)'da Verim ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkisi Üzerine Bir Ön AraştırmaRecep SALTAS^{1*}, Hakan GEREN²¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir*Sorumlu yazar (Corresponding author): receptsaltas@hotmail.com**Geliş Tarihi (Received):** 25.07.2024**Kabul Tarihi (Accepted):** 10.09.2024**Özet**

Deneme, 2022-23 kış sezonunda gölge ve açıkta yetiştirilen yemlik bakla (*Vicia faba* var. *minor*) bitkisinde, fosfor düzeylerinin tane verimi ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, bitkiler üzerinde altı farklı seviyede fosfor (0, 3, 6, 9, 12 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹) test edilmiş olup, bitki boyu, bitkide bakla sayısı, bin tane ağırlığı, biyolojik ve tane verimleri gibi bazı özellikler ölçülmüştür. Yetiştirme ortamı ile fosfor oranlarının yemlik baklanın ölçülen tüm özellikler üzerinde önemli etkisi saptanmıştır. Açık koşullarda yetiştirilen bitkiler, gölgeye kıyasla daha yüksek tane verimi üretmiş ve önemli ölçüde üstünlük sağlamıştır. Kontrol (P₀) göre artan P oranları yemlik bakla verim ve verim bileşenlerini yükseltmiştir. Farklı P seviyeleri arasında en yüksek biyolojik ve tane verimi, açıkta yetiştirilen bitkiler için 9 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasıyla kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Vicia faba* var. *minor*, gölge, fosfor, verim**A Preliminary Study on the Effect of Different Phosphorus Levels on the Yield and Some Yield Components of Horse Bean (*Vicia faba* var. *minor*) Grown under Shade and Open Conditions****Abstract**

The experiment was carried out during 2022-23 winter seasons to find out the effect of phosphorus levels on the grain yield and yield components of horse bean (*Vicia faba* var. *minor*) grown under shade and open conditions. Six different levels of phosphorus (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg P₂O₅ ha⁻¹) were tested on the crops, and, some properties was measured such as plant height, number of pod per plant, thousand grain weight, yields of biological and grain in the research experiment. Growing condition (media) and rate of phosphorus had a significant effect on all of the measured traits of horse bean. Crops grown at open condition produced higher grain yield compared to shade and was significantly superior. Increasing rates of P increased the yield and yield components of horse bean compared to the control (P₀). Among different P levels the highest biological and grain yield were recorded with the application of 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ for horse bean grown under open condition.

Keywords: *Vicia faba* var. *minor*, shade, phosphorus, yield

1. Giriş

Son yıllarda fotovoltaik panel kullanımının artmasına paralel olarak, bu panellerin gölgesi altında bitkisel ve hayvansal üretim yapılması yaygınlaşmaktadır. Agrovoltaik sistem olarak tanımlanan bu uygulamaların normal üretime göre olumlu veya olumsuz yönlerinin araştırılması gerekmektedir (Marrou ve ark., 2013; Cosgun, 2021; Hudelson ve Lieth, 2021). Türkiye’de bu konuyla ilgili bilimsel çalışmalar sınırlıdır. Baklagiller (*Leguminosae*) familyasının bir üyesi olan yemlik bakla (*Vicia faba var. minor*), “Hayvan Baklası” olarak da isimlendirilmektedir. Yemlik bakla, 20. yüzyıl başlangıcından günümüze değin dünyada çok yaygın bir yem bitkisi olarak Fransa, İtalya, İngiltere, tüm Akdeniz ülkeleri, Japonya, İran, ABD, Ekvator, Meksika ve özellikle Çin’de yetiştirilmektedir. Dünya’daki ekim alanı yaklaşık 6 milyon ha olup, bunun 4 milyon hektarı Çin’de, 0.5 milyon ha kadarı da Avrupa’da bulunmaktadır ülkemizde ve dünyada esasen tane amacıyla yetiştirilen bir bitkidir (Uçar ve ark., 2020; Coşkun ve Demiroğlu Topçu, 2022). Bakla taneleri sahip olduğu yüksek protein içeriği nedeniyle kesif (yoğun) yem üretiminde kullanılmaktadır. Yemlik bakla; tanelerinin iri olması, özel toprak isteklerinin bulunmaması, kış mevsimindeki yağışlarla yetişebilmesi, mekanizasyona uygunluğu gibi özellikleri nedeniyle göz ardı edilmemesi gereken bir bitkidir (Geren ve ark., 2009; Yüce ve ark., 2023).

Bilindiği gibi, bitkilerin birim alandan elde edilen toprak üstü (ot ve tane) verimlerini yükseltmenin en etkili ve temel yollarında birisi, gübre ihtiyaçlarını uygun değer bir dozda ve zamanda karşılamaktan geçmektedir. Fosfor (P) bitkide çok önemli bazı organik bileşiklerin yapısında bulunmaktadır. Bitkide enerji transferi yapan ATP bu bileşiklerin en önemlilerindendir (Dumanoğlu ve Geren, 2019). Ayrıca P, karbonhidratların parçalanmasında, polisakaritlerin bileşiminde de rol üstlenmekte ve bitkide genetik özellikleri belirleyen DNA’nın oluşumu için de

gereklidir. Fosfor bitki kök sisteminin gelişmesine katkıda bulunduğu gibi, çiçeklenme ve olgunlaşmayı da hızlandırmaktadır (Muhit ve Kır, 2022; Karaca Öner ve ark., 2023). Bitkiler gereksinim duydukları fosforun tamamına yakın bir bölümünü gelişmelerinin ilk dönemlerinde almakta ve bunu çeşitli organlarında biriktirmektedirler (Hashemabadi, 2013; Fouda, 2017; Sarkar ve ark., 2017). Bu çalışmanın amacı, farklı fosfor seviyelerinin gölge ve açık koşullarda yetiştirilen yemlik bakla (*Vicia faba var. minor*) bitkisinde tane verimi ve bazı verim bileşenlerine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2022-23 yıllarının kışlık bitki üretim mevsiminde (Ekim-Haziran), EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü araştırma sahası üzerinde gerçekleştirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü aylara ait ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı sırasıyla 16.6°C ve 604 mm, uzun yıllar ortalaması ise 14.9°C ve 677 mm olarak kaydedilmiştir. Denemede kullanılan toprak tınlı-kum yapısındadır. Toprak tahlil neticeleri, toprak pH’sının 5.83 (orta asit), tuzun % 0.03 (tuzluluk tehlikesi yok), organik maddenin %1.72 (humusça fakir), kirecin % 0.82 (fakir) olduğunu göstermiştir. Bunlara ek olarak, toplam N % 0.04 (fakir), P 1.11 ppm (fakir), K 40 ppm (noksan) ve Ca 1300 ppm (fakir) olduğu saptanmıştır. Deneme sahasının iklim ve toprak özellikleri açısından, yemlik baklanın yetişmesini kısıtlayıcı bir unsur bulunmadığı anlaşılmış, yapılan gübre ve sulama uygulamaları sayesinde oldukça tatminkâr bitkiler yetiştirilmiştir.

Araştırmada, bitkisel materyal olarak yemlik bakla (*Vicia faba var. minor*) kullanılmıştır. Çalışmada iki faktör ele alınmış, bunlardan birincisi yetiştirme ortamı, ikincisi ise fosfor (P) seviyesidir. Birinci faktör, gölge ve açık koşullar olmak üzere iki seviye, ikinci faktör ise dekara P0: 0 kg, P3: 3 kg, P6: 6 kg, P9: 9 kg, P12: 12 kg ve P15: 15 kg P₂O₅ olmak üzere altı seviyeden oluşmuştur. Araştırma dış ortam saksı denemesi şeklinde ve iki faktörlü

tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurgulanmıştır. Denemede toplam 48 adet saksı kullanılmıştır.

3 Ekim 2022 tarihinde her bir saksıya dört adet bakla tohumu, 3 cm derinliğe ekilmiş ve çeşme suyu ile can suyu verilmiştir. Ekim işlemine paralel olarak saksı merkezine 5 cm derinliğinde çukur açılarak ve hesaplanan P_2O_5 dozları TSP gübresi olarak uygulanmıştır. Bu işlemle birlikte tüm saksılara (kontrol dâhil) 2 kg N da^{-1} (üre formunda) ve $10 \text{ kg K}_2O \text{ da}^{-1}$ (K_2SO_4 formunda) de uygulanmıştır. Gübre uygulamalarının tümü bir seferde ve toplu olarak yapılmıştır (Ozdoğan Çavdar ve ark., 2020). Ekim işleminden sonra saksıların yarısı, % 60-70 seviyesinde gölge ortama taşınmıştır. Tohum çıkışından bir ay sonra saksıdaki bitki sayısı ikiye düşürülmüştür. Bitkiler 50-60 cm boya ulaştığında, devrilmelerini engellemek adına, her saksının ortasına bir çubuk dikilerek bitkiler bu çubuğa bağlanmıştır. Saksı içinde çıkan yabancı otlar elle sökülülmüştür.

Tüm bitkideki baklaların tamamen kuruduğu, baklanın avuç içinde ovuşturulduğunda kolaylıkla ayrıldığı dönem, bir başka ifadeyle tanedeki nem ~% 13'e düştüğünde (Haziran ayı ortası) hasat işlemi elle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada incelenen özellikler şunlardır: Bitki boyu (cm): Tane hasat zamanına ulaşan bitkilerin boyu cetvelle ölçülmüştür. Bakla sayısı (adet bitki⁻¹): Tane hasadından önce bitkideki tüm baklalar sayılmıştır. Biyolojik verim (g bitki⁻¹): Tane hasadı amacıyla bitki toprak seviyesinden bağ makasıyla kesilmiş ve hassas teraziyle tüm bitki kuru ağırlığı kaydedilmiştir. Tane verimi (g bitki⁻¹): Bitki meyvelerindeki tüm baklalar elle harmanlanmış, taneler temizlenmiş ve ağırlıkları kaydedilmiştir. 1000-tane ağırlığı (g): Tane verimini oluşturan tanelerin sayısı belirlenmiş ve orantı kurularak hesaplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler, varyans analizine tabi tutulmuş (Yurtsever, 1984), muameleler arasındaki

farklar LSD testi (% 1) kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki boyu

Yapılan istatistiki analizler sonucu yemlik bakla bitki boyu üzerine, ortam ve fosfor seviyesi faktörleri ile bunların interaksyonunun önemli olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1). İnteraksiyonun önem arz etmesi nedeniyle en yüksek bitki boyu 136 cm ile P9 seviyesinde ve açık ortamda yetiştirilen uygulamada saptanmış olup, onu istatistiki bakımdan aynı grupta yer alan gölge ortamda yetiştirilen ve P12 (129 cm) uygulanan bitkiler takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise 71 cm ile açık ortamda yetiştirilen P0 (kontrol) uygulamasında kaydedilmiştir. Çalışmada, gölge ortamda yetiştirilen yemlik bakla bitki boyu ortalamasının açık ortamda yetiştirilen bitkilere göre biraz daha uzun oldukları belirlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda bitkilere uygulanan P seviyesi yükseldikçe bitki boylarının da arttığı saptanmıştır. Açık ortamda P9, gölge ortamda ise P12 seviyesinde bir kırılma noktası belirlenmesine karşılık, gölge ortamda P9 ve P15 dozları arasında istatistiki anlamda fark saptanmamıştır. Bitkisel üretimde sağlıklı bitki boyu uzaması gerek biyolojik verim gerekse tane verimini artırıcı önemli bir verim unsurudur. Bu bakımdan çalışmada, gölge koşullarda yetiştirilen yemlik bakla bitki boyu ortalamasının açık koşullarda yetiştirilenlere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiş olsa da, bu uzamanın sağlıklı olmadığı yargısına varılmıştır. Zira gölge koşullarda yetiştirilen bitkilerde biyolojik verim azalmıştır (Tablo 1). Pek çok araştırmacı, gölge koşullarına maruz kalan bitkilerde sağlıksız boy uzamasının meydana geldiğini bildirmesi, bulgularımızı desteklemektedir (Çakır ve Tuğluer, 2019; Shafiq ve ark., 2021; Acay ve Bicer, 2024).

Tablo 1. Açık ile gölge koşullarda yetiştirilen ve farklı P seviyelerinin yemlik baklada verim ve bazı verim unsurlarına etkisi

Fosfor seviyeleri	Bitki boyu (cm)		Bakla sayısı (adet bitki ⁻¹)		Biyolojik verim (g bitki ⁻¹)		Tane verimi (g bitki ⁻¹)		1000 tane ağırlığı (g)	
	Açık	Gölge	Açık	Gölge	Açık	Gölge	Açık	Gölge	Açık	Gölge
P0	71	99	14.0	4.5	60.5	20.7	20.8	5.2	748	650
P3	111	111	14.3	5.0	81.3	24.0	27.1	7.0	724	643
P6	111	117	15.0	5.8	104.0	37.3	33.5	9.0	723	562
P9	136	125	33.0	10.0	150.0	45.0	50.8	15.5	672	540
P12	122	129	26.5	11.0	120.0	61.0	43.8	20.3	640	516
P15	119	124	20.3	9.5	115.0	37.3	42.3	13.3	639	501
Ortalama	111	117	20.5	7.6	105.1	37.5	36.4	11.7	691	569
LSD (% 1)	O: 1.9 P: 5.9 OxP: 8.4		O: 0.6 P: 1.6 OxP: 2.3		O: 1.5 P: 5.3 OxP: 7.5		O: 1.2 P: 2.3 OxP: 3.3		O: 17.9 P: 43.1 OxP: 60.9	

O: ortam, P: fosfor seviyesi, OxP: interaksyon

Diğer taraftan çalışmada yemlik bakla bitkilerine uygulanan P seviyesi arttıkça bitki boylarının da yükseldiği saptanmıştır. Denemede kontrol (P0) dâhil, tüm saksılara eşit miktar N ve K uygulandığından, artan P seviyeleri karşısında bitki boyları da yükselmiştir. Bilindiği gibi, özellikle azotun hücre çoğalması ve büyümesi üzerine olumlu katkısı nedeniyle, azot açlığı çekmeyen yemlik bakla bitkilerinin boyları uzamıştır. *Vicia faba minor* bitkisine farklı dozlarda P (P0:0, P1:17.5, P2:35.0 ve P4:52.5 kg ha⁻¹) uygulayan Turk ve Tawaha (2002), bitki boyu üzerine P dozlarının önemli etkisinin bulunduğunu bildirmiştir. P0 dozunda 62.3 cm olan bitki boyunun artan P dozları karşısında sırasıyla 68.3 cm, 73.3 cm ve 77.0 cm'ye yükseldiğini ifade edilmiştir. İran koşullarında *Vicia faba* bitkisine farklı dozlarda P uygulayan (P0:0, P4:4, P8:8, P12:12 kg da⁻¹) Hashemabadi (2013), boy üzerine P dozlarının önemli etkisinin bulunduğunu ifade etmiştir. P0'da 109 cm olan bitki boyunun artan P dozları karşısında sırasıyla 113 ve 138 cm'ye yükseldiğini, P12'de ise 125 cm'ye düştüğünü belirten araştırmacı, P0, P4 ve P12 uygulamaları arasında istatistiki bir farkın olmadığını bildirmiştir. Araştırmacıların bu sonuçları bulgularımızı desteklemekte olup, ortaya çıkan farklılıkların temel nedenini, çalışmalarda kullanılan bitkisel materyal ve ekolojik faktörlerin (iklim, toprak, vb.) değişkenliğine dayandırmak mümkündür.

3.2. Bakla sayısı

Varyans analizi sonucu bakla sayısı üzerine, ortam ve fosfor seviyesi faktörleri ile OxP interaksyonunun önemli olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1). En yüksek bakla sayısı 33.0 adet bitki⁻¹ ile P9 seviyesinde ve açık ortamda yetiştirilen uygulamada saptanmıştır. En düşük bakla sayısı ise 4.5 adet bitki⁻¹ ile gölge ortamda yetiştirilen P0 (kontrol) uygulamasında belirlenirken, onu istatistiki olarak ayı gurutta yer alan ve gölge ortamda yetiştirilen P3 (5.0 adet) ve P6 (5.8 adet) uygulamaları takip etmiştir. Çalışmanın bakla sayısına ilişkin bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, açık ortamda yetiştirilen bitkilerde kaydedilen bakla sayısı ortalamasının gölge ortamda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda, bitkilere uygulanan P seviyesi arttıkça bakla sayılarının da yükseldiği saptanmıştır. Açık ortamda P9, gölge ortamda ise P12 seviyesinde bir kırılma noktası belirlenmesine karşılık, gölge ortamda P9, P12 ve P15 dozları arasında istatistiki anlamda fark saptanmamıştır.

Tane üretiminde, tohumların oluştuğu bakla veya başak gibi organların sayısı belli sınırlar içerisinde arttığında birim alandaki tane verimi de yükselmektedir (Alan ve Geren, 2006-2007).

Çalışmada, P elementince daha iyi beslenen ve daha fazla güneş ışığına maruz kalan yemlik bakla bitkilerinde bitki başına yüksek bakla sayısı elde edilmiştir. *Vicia faba minor* bitkisine farklı P dozu uygulayan Turk ve Tawaha (2002), P0 dozunda 5.2 adet olan bitki başına bakla sayısının artan P dozları karşısında 6.7, 9.6 ve 12.0 adede yükseldiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Ozdoğan Çavdar ve ark. (2020)'da, *Vicia faba var. minor* bitkisinde P dozlarının bitki başına bakla sayısı üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bitkiye uygulanan P dozu (P0:0, P2:2, P4:4, P6:6, P8:8, P10:10, P12:12 ve P14:14 kg·da⁻¹) arttıkça, P0 uygulamasında 25.8 adet olan bakla sayısının artan P dozları karşısında sırasıyla 35.8, 38.5, 45.3, 51.0, 54.8, 54.0 ve 55.8 adet olduğunu bildirmişlerdir. Ancak P8 uygulamasından sonraki artışın istatistiki anlam ifade etmediğini de eklemişlerdir. Değişik *Vicia faba* genotiplerine farklı P dozu (P0:0, P6:6, P9:9, P12:12 ve P15:15 kg·da⁻¹) uygulayan Öncan Sümer ve Erten (2022), P0'da 15.4 adet olan bitki başına bakla sayısının, artan P dozu karşısında sırasıyla 16.0, 17.3, 17.9 ve 17.7 adete yükseldiğini, P12 ile P15 arasında istatistiki anlamda fark bulunmadığını vurgulamışlardır.

Pek çok araştırmacı gölgelemenin, fotosentez ürünlerinin sağlanmasında eksikliğe neden olduğunu ve sonuçta bitkideki bakla sayısı ile bakladaki tane sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Örneğin Xia (1995), % 20 ve % 50 gölgeleme yoğunluğunun *Vicia faba* bitkisinde kontrol (%0 [açık]) grubuna göre daha az çiçek ve bakla ürettiğini belirtmiştir. Buna karşılık Lake ve ark. (2019), çiçeklenme öncesi gölgeleme uygulamasının bitki başına çiçek ve bakla sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Değişik *Vicia faba* genotiplerini farklı gölge uygulaması (% 0 [açık], % 40, % 75 ve % 95 gölge) altında yetiştiren Acay ve Bicer (2024), % 0'da 10.3 adet olan bitki başına bakla sayısının artan gölgeleme oranı karşısında sırasıyla 12.7, 10.6 ve 8.6 adet olduğunu saptamışlardır. Mevcut çalışmada,

gölge koşullarda yetiştirilen yemlik bakla bitkilerinden açık koşullarda yetiştirilen bitkilere göre daha düşük bakla sayısı belirlenmiş olup, gölge koşul altında P dozu arttıkça bitki başına bakla sayısının da P12 uygulamasına kadar yükseldiği saptanmıştır.

3.3. Biyolojik verim

İstatistiki analizi sonuçları yemlik bakla biyolojik verimi üzerine, ortam ve fosfor seviyesi faktörleri ile O_xP interaksiyonunun önemli olduğunu göstermiştir (Tablo 1). En yüksek biyolojik verim 150 g bitki⁻¹ ile P9 seviyesinde ve açık ortamda yetiştirilen uygulamada saptanmıştır. En düşük biyolojik verim ise 20.7 g bitki⁻¹ ile gölge ortamda yetiştirilen P0 (kontrol) uygulamasında belirlenirken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan ve gölge ortamda yetiştirilen P3 (24.0 g bitki⁻¹) uygulaması takip etmiştir. Biyolojik verime dair bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, açık ortamda yetiştirilen bitkilerde ölçülen biyolojik verim ortalamasının gölge ortamda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu (yaklaşık 3 kat) belirlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda, bitkilere uygulanan P seviyesi arttıkça biyolojik verimin de yükseldiği saptanmıştır. Açık ortamda P9, gölge ortamda ise P12 seviyesinde bir kırılma noktası belirlenmiştir.

Bitkilerin kök hariç, toprak üstü kuru ağırlığını ifade eden biyolojik verim, yüksek verim elde etmek için yapılan tarımsal işlemlerin etkinliğini değerlendirmek için başvurulan bir özelliktir. Bu bağlamda, çalışmada her iki yetiştirme ortamında bitkilere uygulanan P gübresinin etkin kullanımıyla fotosentetik enerji transfer yolu iyileşmiş ve vejetatif büyümeyi artırarak daha yüksek biyokütle üretimine yol açmıştır (Fouda, 2017; Raheem ve ark., 2024). Kontrollü koşullarda *Vicia faba var. minor* bitkisinde P dozlarının biyolojik verim üzerinde önemli etkisi bulunduğunu belirten Ozdoğan Çavdar ve ark. (2020), bitkiye uygulanan P dozu arttıkça, P0 uygulamasında 109 g·bitki⁻¹ olan biyolojik verimin artan P dozları karşısında sırasıyla

126, 126, 143, 168, 225, 225 ve 226 g·bitki⁻¹ olduğunu bildirmişler, ancak P10 ile P14 uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark bulunmadığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, İran koşullarında yetiştirilen *Vicia faba* bitkisinde maksimum biyolojik verimin (10.2 t ha⁻¹) hektara 100 kg P uygulamasıyla elde edildiğini bildiren Shakori ve Sharifi (2016), kontrol parseline (0 kg ha⁻¹) kıyasla verimin % 40 daha fazla olduğunu bildirmiştir. Aydın ekolojik koşullarında *Vicia faba* genotiplerine farklı P dozu uygulayan Öncan Sümer ve Erten (2022), P0'da 296 kg da⁻¹ olan ortalama biyolojik verimin, artan P dozları karşısında sırasıyla 321, 334, 362 ve 339 kg da⁻¹'a yükseldiğini, P12'nin optimum doz olduğunu ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmaya ait bulgular, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, bakla bitkisine uygulanan farklı dozdaki fosforun değişik tepkiler verdiğini söylemek mümkündür. Araştırma sonuçları arasındaki farklılığın iklim, toprak, çeşit, çevre koşulları, vb. gibi faktörlerden kaynaklanabileceği unutulmamalıdır.

3.4. Tane verimi

Varyans analiz sonuçları yemlik bakla tane verimi üzerine, ortam ve fosfor seviyesi faktörleri ile OxP interaksyonunun önemli olduğunu göstermiştir (Tablo 1). En yüksek tane verimi 50.8 g bitki⁻¹ ile P9 seviyesinde ve açık ortamda yetiştirilen uygulamada saptanmıştır. En düşük tane verim ise 5.2 g·bitki⁻¹ ile gölge ortamda yetiştirilen P0 (kontrol) uygulamasında belirlenirken, onu istatistiki olarak ayı gurupta yer alan ve gölge ortamda yetiştirilen P3 (7.0 g bitki⁻¹) uygulaması izlemiştir. Tane verime ait bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, açık ortamda yetiştirilen bitkilerde kaydedilen tane verimi ortalamasının gölge ortamda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu (yaklaşık 3 kat) belirlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda, bitkilere uygulanan P seviyesi arttıkça tane veriminin de yükseldiği saptanmıştır. Açık ortamda P9, gölge ortamda ise P12

seviyesinde bir kırılma noktası belirlenmiştir.

Bilindiği gibi, bitkilerin fotosentez yapabilmeleri için güneş ışığı zorunludur. Ancak bazı bitkiler gölge koşullara biraz daha toleranslıdır. Pek çok araştırmacı azalan güneş ışığı karşısında verim ve verim unsurlarında da azalacağını bildirmişlerdir. Örneğin, Diyarbakır koşullarında değişik *Vicia faba* genotiplerini farklı gölge uygulaması (% 0 [açık], % 40, % 75 ve % 95 gölge) altında yetiştiren Acay ve Bicer (2024), % 0'da 151 kg da⁻¹ olan tane veriminin, artan gölgeleme oranı karşısında sırasıyla 185 kg, 149 kg ve 107 kg da⁻¹'a düştüğü ifade etmişlerdir. Buna karşılık, İran ekolojik koşullarında değişik *Vicia faba* genotiplerini farklı gölge (% 0 [kontrol], % 18, % 48 ve % 70 gölge) ortamında yetiştiren Nasrullahzadeh ve ark. (2007), % 70 gölgede dekara 347 kg olan tane veriminin, % 48 gölgede 343 kg, % 18 ve % 0 gölgede sırasıyla 287 kg ve 250 kg'a düştüğünü bildirmiştir. Araştırmacılar bakla genotiplerinin gölge toleranslarının değişkenlik gösterdiğinin altını çizmişlerdir. Buna benzer olarak Aufhammer ve Götz-Lee (1989), *Vicia faba* tane verimindeki artışların bitki sıklığı ve gölgeleme oranı ile süresine göre değiştiğini, uygun yetiştirme koşullarında (% 0 [açık] ve metrekarede 20 bitki), kontrol uygulamasına göre tane veriminde % 40'lara varan artışlar kaydedildiğini ifade etmişlerdir. Patates (*Solanum tuberosum*) bitkisinde farklı gölge seviyelerinin (% 12, % 26 ve % 50) etkisini inceleyen Schulz ve ark. (2019), % 50 gölge koşullarda bitki büyümesi ve gelişiminde önemli kayıpların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmamızda, gölge koşullarda yetiştirilen yemlik bakla bitkilerinden açık koşullarda yetiştirilen bitkilere göre daha düşük tane verimi elde edilmiş olup, gölge koşul altında P dozu arttıkça tane veriminin de P12 uygulamasına kadar yükseldiği saptanmıştır. Bulgularımız, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, denemelerde kullanılan bitkisel materyal, gölgeleme dozu ve

süresinin tane verimi üzerinde çok etkili olduğu açıkça izlenmektedir.

Çalışmamızda artan P seviyesine paralel olarak, bitki kök seviyesinde alınabilir formda fosforun varlığı kök sistemini ve gelişimini uyararak verim unsurlarını arttırmış ve aynı zamanda topraktan besin emilimini iyileştirmesi nedeniyle tane verimi de yükselmiştir. Fosfor ayrıca hücre bölünmesine ve büyümesine yardımcı olduğundan yapraklardan meyvelere ve tohumlara karbonhidrat hareketini iyileştirmiştir (Fouda, 2017; Raheem ve ark., 2024). Mevcut bulgular, fosforun bakla büyümesini ve verimliliğini iyileştirmedeki hayati rolünü bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Kontrollü koşullarda yetiştirilen *Vicia faba var. minor* bitkisinde P dozlarının tane verimi üzerinde önemli etkisi bulunduğunu belirten Ozdoğan Çavdar ve ark. (2020), P0 uygulamasında 33.0 g bitki⁻¹ olan tane veriminin artan P dozları karşısında sırasıyla P2:50.5, P4:59.3, P6:70.8, P8:83.3, P10:95.3, P12:95.5 ve P14:95.8 g·bitki⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, P10 ile P14 uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark bulunmadığını da ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Aydın ekolojik koşullarında *Vicia faba* genotiplerine farklı P dozu uygulayan Öncan Sümer ve Erten (2022), P dozlarının tane verimi üzerinde önemli etkisinin (P0:265, P6:287, P9:300, P12:305 ve P15:302 kg·da⁻¹) bulunduğunu fakat P9 ile P15 uygulamaları arasında istatistiki anlamda bir fark olmadığını altını çizmişlerdir. Buna karşılık Hashemabadi (2013), P dozlarının tane verimi üzerinde önemli etkisinin olmadığını belirtmiştir. Araştırmacı, İran ekolojik koşullarında *Vicia faba* bitkisine farklı dozlarda P uygulamış ve P0'dan P12'ye artan P dozları karşısında tane veriminin sırasıyla P0:123, P4:126, P8:130 ve P12:118 kg da⁻¹ olduğunu bildirmiştir. Bulgularımızın, P dozlarının tane verimi üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu bildiren araştırmacıların sonuçlarıyla uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

3.5. Bin tane ağırlığı

Varyans analiz sonuçları yemlik bakla bin tane ağırlığı üzerine, ortam ve P seviyesi faktörleri ile interaksyonunun önemli olduğunu göstermiştir (Tablo 1). En yüksek bin tane ağırlığı 748 g ile P0 seviyesinde ve açık ortamda yetiştirilen uygulamada saptanmış, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan yine açık ortamda yetiştirilip P3 (724 g) ve P6 (723 g) uygulanan bitkilerde kaydedilmiştir. En düşük bin tane ağırlığı ise 501 g ile gölge ortamda yetiştirilen P15 uygulamasında belirlenirken, onu istatistiki olarak ayı grupta yer alan ve gölge ortamda yetiştirilen P12 (516 g), P9 (540 g) ve P6 (562 g) uygulamaları izlemiştir. Çalışmada bin tane ağırlığı ait bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, açık ortamda yetiştirilen bitkilerde kaydedilen bin tane ağırlığı ortalamasının gölge ortamda yetiştirilen bitkilere göre 122 g daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki ortamda, P0 yani kontrol uygulamalarında en iri tohumların elde edildiği ve bitkilere uygulanan P seviyesi arttıkça tane iriliğinin düştüğü saptanmıştır.

Tohumların iriliği hakkında fikir sahibi olunmasına yardımcı olan bin tane ağırlığı özelliği, bitki beslenmesi ile doğrudan ilişkili olsa da, tane doldurmaya neden olan diğer faktörler tarafından da etkilenmektedir. Mevcut çalışmada P0 (kontrol) bitkilerinde kaydedilen bitki başına en düşük bakla sayısı, en yüksek bin tane ağırlığının alınmasına neden olmuştur. Her ne kadar söz konusu bitkilere hiç P uygulaması yapılmasa da, P0 dahil tüm bitkilere sabit bir N ve K gübrelemesi yapılmıştır. Bu nedenle kontrol gurubundaki bitkiler toprakta var olan düşük miktardaki P sayesinde, hayatta kalmak adına tüm enerjisini kullanarak küçük boyutlu, az sayıda bakla fakat iri tohum olgunlaştırmıştır. Ancak bu olay her zaman geçerli olmayabilmektedir (Sarkar ve ark., 2017). Örneğin, kontrollü koşullarda *Vicia faba var. minor* bitkisinde P dozlarının bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisi bulunduğunu belirten Ozdoğan Çavdar ve ark. (2020), P0 uygulamasında 451 g olan bin tane ağırlığının artan P dozları karşısında

sırasıyla P2:590, P4:595, P6:649, P8:746, P10:716, P12:658 ve P14:613 grama yükseldiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar P8 ile P10 uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark bulunmadığını da ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Aydın ekolojik koşullarında *Vicia faba* genotiplerine farklı P dozu uygulayan Öncan Sümer ve Erten (2022), P dozlarının bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu (P0:1100 g, P6:1120 g, P9:1150 g, P12:1197 g ve P15:1150 g) saptamışlardır. Buna karşılık Hashemabadi (2013), P dozlarının bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olmadığını belirtmiştir. Araştırmacı, İran ekolojik koşullarında *Vicia faba* bitkisine farklı dozlarda P uygulamış ve P0'dan P12'ye artan P dozları karşısında bin tane ağırlığının sırasıyla P0:2120, P4:2256, P8:2359 ve P12:2276 gram olduğunu bildirmiştir. Bulgularımızın, P dozlarının tane verimi üzerinde önemli etkisinin bulunduğunu bildiren araştırmacıların sonuçlarıyla uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Mevcut çalışmamızda, açık ortamda yetiştirilen bitkilerde kaydedilen 1000 tane ağırlığı ortalamasının, gölge ortamda yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bulgularımız, bazı araştırmacıların sonuçlarıyla çelişmektedir. Örneğin, İran ekolojik koşullarında değişik *Vicia faba* genotiplerini farklı gölge (% 0 [kontrol], % 18, % 48 ve % 70 gölge) ortamında yetiştiren Nasrullahzadeh ve ark. (2007), gölgelemenin bin tane ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Bin tane ağırlığını % 0 gölgede [açık alan] 923 g olarak kaydeden araştırmacılar, gölge uygulamaları arasında istatistiki açıdan önemli fark olmaksızın % 18 gölgede 1039 g, % 48'de 1044 g ve % 70 gölgede 1015 grama yükseldiğini saptamışlardır. Acay ve Bicer (2024) açık alan ile düşük (% 40) ve orta (% 75) düzeyde gölgelemenin *Vicia faba*'da bitki başına bakla sayısı, bitki başına tohum sayısı ve bitki başına tohum verimini yükselttiğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, bitkinin stres faktörleriyle başa çıkabilmesi için

gölgelemenin önemli olduğunu fakat gölgeleme şiddetinin durumu aksine döndürmemesi gerektiğini vurgulamışlardır.

4. Sonuç

Bir ön çalışma niteliğinde yapılan araştırmada, gölge koşulda tane üretimi amacıyla yapılan yemlik bakla yetiştiriciliğinin açık koşulda yapılan üretime göre üçte bir oranında daha düşük tane verimi sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuç çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılan yemlik bakla genotipinin gölge koşullara yeterince toleranslı olmadığını göstermiştir. Gerek biyolojik verim, gerekse tane verimi açısından açık koşullarda en uygun fosfor dozunun dekara 9 kg olduğu belirlenmiştir. Daha düşük verim sağlanan gölge koşullarda ise bitkinin P ihtiyacının yükselerek dekara 12 kg uygulamasında en yüksek verimlerin (biyolojik ve tane verimi) alındığı kaydedilmiştir. Sonuçlarımız bu tip denemelerin, gölge şiddeti ve süresine bağlı olarak farklı bitkiler (aynı bitkinin farklı çeşitleri) üzerinde ve hâlihazırda kurulu fotovoltaik paneller altında, en az iki yıllık çalışmalarla tekrarlanması gerektiğini de akla getirmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Açıklama

Bu, çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Acay, U., Bicer, B.T., 2024. Effect of plant density and shading applications on yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.) varieties. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(1):13-27.

- Alan, Ö., Geren, H., 2007. Evaluation of heriability and correlation for seed yield and yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agronomy*, 6(3):484-487.
- Alan, Ö., Geren, H., 2006. Ödemiş-İzmir koşullarında yetiştirilen bazı bakla (*Vicia faba* var. *major*) çeşitlerinin tohum verimi ve diğer bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1):13-20.
- Aufhammer, W., Götz-Lee, I., 1989. Effects of inflorescence removal on seed yield performance of field beans (*Vicia faba*) under different shading treatments. *The Journal of Agricultural Science*, 113(3):317-323.
- Çakır, M., Tuğluer, M., 2019. Gölge Peyzajları ve Yönetimi (Bölüm 4), Ziraat, Orman ve Su Alanında Araştırma ve Değerlendirmeler. Gece Kitaplığı, s:55-62.
- Cosgun, A.E., 2021. Türkiye’de 50MW Üstü GES üretimi gerçekleştiren şehirlerimizde agrivoltaic sistem kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 13(2):711-718.
- Coşkun, A., Demiroğlu Topçu, G., 2022. Determination of the herbage yield and quality characteristics of some faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars grown under Bornova ecological conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2):443-451.
- Dumanoğlu, Z. Geren, H., 2019. Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)’nde farklı azot ve fosfor seviyelerinin ot verimi ve bazı silaj özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1):45-52.
- Fouda, K.F., 2017. Effect of phosphorus level and some growth regulators on productivity of faba bean (*Vicia faba* L.). *Egyptian Journal of Soil Science*, 57(1):73-87.
- Geren H., Avcıoğlu R., Kavut Y.T., 2009. Yemlik Bakla (*Vicia faba* var. *minor* L.). Yembitkileri, Baklagil Yembitkileri, Emre Basımevi, İzmir, ss.435-439.
- Hashemabadi, D., 2013. Phosphorus fertilizers effect on the yield and yield components of faba bean (*Vicia faba* L.). *Annals of Biological Research*, 4(2):181-184.
- Hudelson, T., Lieth, J. H., 2021. Crop production in partial shade of solar photovoltaic panels on trackers, AIP Conference Proceedings, 2361.
- Karaca Öner, E., Arslanoğlu, Ş.F., İskender, R., 2023, Determination of the effects of different nitrogen and phosphorus applications on leaf area of echinacea (*Echinacea purpurea* L.). *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1):53-59.
- Lake, L., Godoy-Kutchartt, D.E., Calderini, D.F., Verrell, A., Sadras, V.O., 2019. Yield determination and the critical period of faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*, 241:107575.
- Marrou, H., Guillioni, L., Dufour, L., Dupraz, C., Wery, J., 2013. Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels? *Agricultural and Forest Meteorology*, 177:117-132.
- Muhit, G., Kır, B., 2022. The effect of different doses of phosphorus applications on seed yield of Italian ryegrass. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(1):82-89.
- Nasrullahzadeh, S., Ghassemi-Golezani, K., Javanshir, A., Valizade, M., Shakiba, M.R., 2007. Effects of shade stress on ground cover and grain yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(1):337-340.
- Ozdoğan Çavdar, T., Geren, H., Simić, A., Dželetović, Ž., 2020. A preliminary study on the effect of different phosphorus levels on the grain yield and some yield characteristics of horse bean (*Vicia faba* var. *minor*). *XI International Agriculture Symposium*, 8-9 October, Bosnia and Herzegovina, p:208-212.

- Öncan Sümer, F., Erten, H., 2022. Farklı fosfor dozlarının baklada (*Vicia faba* L.) verim ve verim komponentleri ile protein oranı üzerine etkisi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1):103-109.
- Raheem, A.H., Taha, A.A., Ashraa Kalee, H.H.H., 2024. Phosphate fertilizers effects on the growth and yield traits of faba bean (*Vicia faba* L.). *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, 56(3):1324-1333.
- Sarkar, S., Sarkar, A., Zaman, A., 2017. Effect of irrigation and phosphorus levels on broad bean (*Vicia faba* L.) for improving growth, yield and water extraction pattern. *Legume Research*, 40(2):257-263.
- Schulz, V.S., Munz, S., Stolzenburg, K., Hartung, J., Weisenburger, S., Graeff-Hönninger, S., 2019. Impact of different shading levels on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomy*, 9: 330.
- Shafiq, I., Hussain, S., Hassan, B., Raza, A., Ahmad, I., Asghar, M.A., Wang, Z., Tan, T., Li, S., Tan, X., Ghafoor, A., Manaf, A., Ansar, M., Yang, F., Yang, W., 2021. Crop responses and management strategies under shade and drought stress. *Photosynthetica*, 59(4): 664-682.
- Shakori, S.İ., Sharifi, P., 2016. Effect of phosphate biofertilizer and chemical phosphorus on growth and yield of *Vicia faba* L. *Electronic Journal of Biology*, Vol. S1: 47-52.
- Türk, M.A., Tawaha, A.R.M., 2002. Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* L. *minor*) in the absence of moisture stress. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 6(3):171-178.
- Xia, M.Z., 1995. Effect of shading on nodule growth and sugar distribution in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 174(2):125-132.
- Uçar, Ö., Soysal, S., Erman, M., 2020. determination of the grain yield and yield components of some broad bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in the ecological conditions of Siirt province, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3):542-549.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 121, Ankara.
- Yüce, İ., Sarıkaya, M.F., Tatar, M., Kaddour, R.B., Karaköy, T., 2023. Characterization of some Turkish faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for agro-morphological traits. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(1):116-134.

Atf Şekli: Saltaş, R., Geren, H., 2024. Farklı Fosfor Seviyelerinin Gölge ve Açık Koşullarda Yetiştirilen Yemlik Bakla (*Vicia faba* var. *minor*)'da Verim ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkisi Üzerine Bir Ön Araştırma. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 9(4): 974–983
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14306032>.

To Cite: Saltaş, R., Geren, H., 2024. A Preliminary Study on the Effect of Different Phosphorus Levels on the Yield and Some Yield Components of Horse Bean (*Vicia faba* var. *minor*) Grown under Shade and Open Conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 9(4): 974–983
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14306032>.
