

Karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) fosfor kullanım etkinliği*

Burhan KARA^{1**} Mehmet TELLİ¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta

Alınış Tarihi: 16 Kasım 2015 Kabul Tarihi: 08 Ağustos 2016

Öz

Araştırma; 2014 yılında karabuğdayın verim ve fosfor kullanımına farklı fosfor dozlarının (0, 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹) etkisini araştırmak amacıyla Isparta'da yürütülmüştür. Deneme; Aktaş karabuğday çeşidi kullanılarak, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada farklı fosfor uygulamasında karabuğdayın tane verimi, agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agro-fizyolojik etkinlik, geri dönüşüm etkinliği ve yararlılık etkinliğinin yanı sıra besin element içeriği incelenmiştir. Fosfor dozlarında karabuğdayın en yüksek tane verimi (132.3 kg da⁻¹) 8 kg fosfor dozunda belirlenmiş, ancak 4, 6 ve 8 kg da⁻¹ fosfor dozu uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır. En yüksek agronomik etkinlik (%7.17), fizyolojik etkinlik (%0.51), agro-fizyolojik etkinlik (%0.24) ve yararlılık etkinliği (%21.48) 4 kg da⁻¹ fosfor dozunda ve en yüksek geri dönüşüm etkinliği (%48.3) ise 6 kg da⁻¹ fosfor dozundan elde edilmiştir. Araştırmada karabuğdayın mineral besin içeriği uygulanan fosfor dozlarının artışına bağlı olarak yükselmiş, fosfor ve mangan elementi hariç 4, 6 ve 8 kg da⁻¹ fosfor dozları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır. Karabuğdayda mineral besin elementi içeriklerinin en düşük değerleri ise gübre uygulanmayan parsellerde belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karabuğday, Fosfor, Verim, Kalite, Besin içeriği

Phosphorus use efficiency of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)

Abstract

The research was carried out with aim to investigate to effect different phosphorus doses (0, 2, 4, 6 and 8 kg P₂O₅ da⁻¹) on yield and phosphorus used of buckwheat in Isparta in 2014 year. The experiment was set up according to a randomized complete block design with three replicates using the Aktaş buckwheat cultivar. In the research, grain yield, agronomic efficient, physiological efficient, agro-physiological efficient, recycling efficient and utilizing efficient with Mineral nutrient content of buckwheat were investigated in different phosphorus practices. The

* Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

** Sorumlu yazar (Corresponding author): burhankara@sdu.edu.tr

highest grain yield (132.3 kg da⁻¹) was obtained from 8 kg da⁻¹ phosphorus dose, however, among the 4, 6 and 8 kg da⁻¹ phosphorus doses weren't statistically significant. The highest agronomic efficient (7.17%), physiological efficient (0.51%), agro-physiological efficient (0.24%) and utilizing efficient (21.48%) were obtained from 4 kg da⁻¹ phosphorus dose and the highest recycling efficient (48.3%) from 6 kg da⁻¹ phosphorus doses. Mineral nutrient content of buckwheat was increased depending on increasing phosphorus doses, and among the 4, 6 and 8 kg da⁻¹ phosphorus doses weren't statistically significant expect for phosphorus and manganese element of buckwheat. The lowest values of mineral content in buckwheat were determined in non-fertilizer treatments.

Keywords: Buckwheat, Phosphorus, Yield, Quality, Nutrient content

1. Giriş

Polygonaceae familyasına ait olan karabuğday hızla büyüyen, geniş yapraklı, tek yıllık bir bitkidir. Karabuğdayın asıl yetiştirimle nedeni tanesinin (ununun) glüten içermemesi nedeniyle çölyak hastaları tarafından kullanılmasıdır. Karabuğday proteinleri albümin ve globülin bakımından zengin iken glutelin ve prolamin içeriği bakımından fakirdir. Bu nedenle, karabuğday unundan hazırlanan hamurlarda öz (glüten) oluşmaz. Karabuğdayın ülkemizde üretimiyle birlikte çölyak hastası olan yaklaşık 300 000 insanımızın ucuz ve güvenilir bir besin kaynağına kavuşacağı, böylece kendileri için özel olarak hazırlanan un ve un içerikli yiyeceklere daha fazla ödeme yapma durumu da bir ölçüde ortadan kalkmış olacaktır.

Besin kullanım etkinliği, uygulanan birim gübrenin hasat döneminde yüzde olarak geri alımı şeklinde tanımlanmaktadır (Moll vd., 1982). Besin kullanım etkinliği; besin maddesi alım etkinliği ve yararlanma etkinliğini de kapsamaktadır. Besin alım etkinliği; birim alandaki bitkilerde toplam besin içeriği, yararlanma etkinliği ise, bitki başına üretilen kuru madde birikimi olarak tanımlanmaktadır (Saurbeck ve Helal, 1990). Modern tarımda besin kullanım etkinliği yüksek çeşitler önemlidir, çünkü bu çeşitler besinleri etkili kullanarak yüksek verim verirler (Rengel ve Marschner, 2005). Bekele vd. (1983), karabuğdayda fosfor (P) alım etkinliği toprağın kalsiyum (Ca), demir (Fe) ve alüminyum (Al) içeriğine göre arttığını; Schjorring ve Jensen (1984), karabuğdayın fosfor etkinliği kalkerli topraklarda daha yüksek olduğu arpa ve kolzanın fosfor alımına bezer olduğunu ve Zhu (2002) karabuğdayın fosfor kullanım etkinliği buğdaydan yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu ve fosfor kullanım etkinliğini toprak yapısı, çeşide ve diğer besin elementlerine, özellikle toprağın çinko (Zn) içeriğine göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Toprak dinamik bir yapıdır, iklim koşullarından ve tarımsal uygulamalardan önemli oranda etkilenir. Sulama, toprak işleme sistemleri, bitki türü, yabancı otlar, pestisit kullanımı toprak yapısında ve besin içeriğinde önemli değişikliklere neden olabilir. Toprağın yapısı, iklim koşulları, erozyon ve münavebe sistemi gibi faktörler toprağın fosfor içeriğini etkiler (Kacar ve Katkat, 2007). Fosfor tüm bitkilerinde verim ve kaliteyi artıran en önemli makro besin elementlerden biridir. Birçok bitkinin aksine karabuğdayın fosfor isteği azottan daha yüksektir, bu nedenle yaygın yetiştirildiği bazı ülkelerde fosfor çöpçüsü bitki olarak adlandırılmaktadır (Valenzuela ve Smith, 2002). Dünyada yaygın olarak yetiştirildiği ülkelerde karabuğdayın fosfor isteği üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur. Fakat ülkemize yeni tanınmaya başlamış ve denemeler şeklinde üretimi yapılan karabuğdayda fosfor dozunun belirlenmesi üzerine çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma, farklı fosfor dozlarında karabuğdayın; tane verimi, tanenin kalite özellikleri, mineral besin madde içeriğine etkisi ve fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Deneme alanında 2014 vejetasyon döneminde önceki iki yıl ekilmeyen tarlada yürütülmüştür. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen Aktaş karabuğday çeşidi kullanılmıştır. Denemenin yürütüldüğü dönemde toplam yıllık yağış miktarı, aynı döneme ait uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olurken, ortalama sıcaklık ve nispi nem oranı denemenin yürütüldüğü dönem ve aynı döneme ait uzun yıllar ortalaması birbirine yakın olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri

İklim faktörleri	Yıl	Aylar				Toplam/ Ortalama
		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	
Toplam yağış (mm)	2014	107.0	42.8	0.8	10.2	160.8
	Uzun yıllar	50.8	28.4	18.4	0.8	98.4
Ortalama sıcaklık (°C)	2014	14.5	19.1	23.7	23.2	20.1
	Uzun yıllar	15.6	20.1	22.3	23.9	20.5
Ortalama nispi nem (%)	2014	62.4	52.7	45.3	45.9	51.5
	Uzun yıllar	50.3	53.0	45.8	44.5	48.4

Deneme alanı düz ve düze yakın topoğrafik yapıda yer almaktadır. Deneme alanı toprağı; killi-tınlı bünyeye sahip olup, alkali, kireç oranı yüksek ve organik madde oranı düşük özelliklere sahiptir (Çizelge 2).

3.2. Yöntem

Araştırma; 2014 yılında Mayıs ayının ilk haftasında, 4 fosfor dozu kullanılarak (gübresiz-0, saf olarak: 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹) tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme; sıra uzunluğu 5 m ve her parselde 6 sıra olarak düzenlenmiştir. Denemede bloklar arasında 2.5 m, her parsel arasında 1.0 m aralık bırakılmıştır. Ekimden önce parsellere markör çekilmiş ve 15 cm sıra arası ve 5 cm sıra üzeri mesafede (15 cm x 5 cm), her ocağı iki tohum gelecek şekilde 3-4 cm derinliğe elle ekim yapılmıştır. Çıkıştan sonra her ocakta bir bitki kalacak şekilde tekleme yapılmıştır.

Toprak analizi yapıldıktan sonra gübresiz-0, saf olarak: 2, 4, 6 ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹ olarak TSP (triple süper fosfat %43-46 P₂O₅) formunda tamamı ekimle birlikte ve dekara 6 kg da⁻¹ azot yarısı ekimle birlikte kalan yarısı çiçeklenme başlangıcında amonyum sülfat (%21) formunda gübre uygulanmıştır. Tohumlar çimlenip çıkış yaptıktan sonra fide döneminde, çiçeklenme başlangıcında, çiçeklenmenin en yoğun olduğu dönemde ve tane dolum döneminde olmak üzere 4 kez sulama yapılmıştır. Sulama işlemi damlama sulama şeklinde yapılmıştır.

Tanelerin yaklaşık %75'i kahverengi olduğu zaman (Campbell, 1983), parsellerin kenarlardan birer sıra ve uç kısımlardan yarım metre kenar etkisi atıldıktan sonra kalan alan 3-4 cm yükseklikten hasat edilmiştir. Karabuğday tanesinin mineral besin içeriğı olgunlaşmış ve öğütülmüş tane örneklerde Fe, bakır (Cu), Zn, mangan (Mn), magnezyum (Mg) Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi, azot (N) içeriğı Kjeldahl, potasyum (K) Fleymfotometrik yöntemle, P molibdovanado-fosforik asit metoduna göre belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2013).

Çizelge 2. Deneme alanı toprak profilinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Tekstür	Toplam tuz (%)	pH	Kireç CaCO ₃ (%)	Bitkilere yararışlı besin maddeleri (kg da ⁻¹)		Organik madde (%)
				Fosfor (P ₂ O ₅)	Potasyum (K ₂ O)	
Killi-tınlı	0.019	7.91	32.44	2.04	2.27	1.8

Fosfor kullanım etkinliğine ait parametreler olgunlaşma döneminde, bitkinin toprak üstü aksamı hasat edilmiş, etüvde 55°C sıcaklıkta kurutulduktan sonra sap, yaprak ve tane birlikte öğütülmüş her bir uygulamada aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Kacar, 2013).

a. *Agronomik etkinlik* = $(Tg - T_0) / Pg$

Tg: Fosforlu gübre uygulanan parselden alınan tane verimi, kg

T₀: Fosforlu gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan tane verimi, kg

Pg: Parsele uygulanan fosfor miktarı, kg

b. *Fizyolojik etkinlik* = $(TÜg - TÜ_0) / (Pg - P_0)$

TÜg: Gübre uygulanan parselden alınan toplam ürün (tane+sap) miktarı, kg

TÜ₀: Gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan toplam ürün (tane+sap) miktarı, kg

Pg: Gübre uygulanan parselden toplam ürün (tane+sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

P₀: Gübre uygulanmayan kontrol parselden toplam ürün (tane+sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

c. *Agro-fizyolojik etkinlik* = $(Tg - T_0) / (Pg - P_0)$

Tg: Fosforlu gübre uygulanan parselden alınan tane verimi, kg

T₀: Fosforlu gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan tane verimi, kg

Pg: Gübre uygulanan parselden toplam ürün (tane +sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

P₀: Gübre uygulanmayan kontrol parselden toplam ürün (tane+sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

d. *Geri dönüşüm etkinliği* = $(Pg_T - P_{0T}) / Pg \times 100$

Pg_T: Gübre uygulanan parselden toplam ürün (tane+sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

P_{0T}: Gübre uygulanmayan kontrol parselden toplam ürün (tane+sap) ile alınan fosfor miktarı, kg

Pg: Parsele uygulanan fosfor miktarı, kg

e. *Yararlılık etkinliği* = *Fizyolojik etkinlik* x *Geri dönüşüm etkinliği*

Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan çalışmada elde edilen verilerin varyans analizleri yapılmış ve fosfor dozları arasında görülen farklılıkların gruplandırılmaları SAS istatistik paket programından faydalanılarak LSD testine göre yapılmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

3. Bulgular

Fosfor dozlarının karabuğdayın tane verimine etkisi istatistiksel olarak $P \leq 0.01$ düzeyinden önemli olmuş ve en yüksek tane verimi 132.3 kg da^{-1} ile 8 kg da^{-1} fosfor dozunda olurken, en düşük 91.3 kg da^{-1} ile fosfor gübresi uygulanmayan parsellerde ölçülmüştür. Fosfor dozlarında karabuğdayın agronomik etkinliği istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Fizyolojik etkinlik, agro-fizyolojik etkinlik ve yararlılık etkinliği en yüksek (sırasıyla, %0.51, 0.24 ve 21.48) 4 kg da^{-1} fosfordan ve geri dönüşüm etkinliği ise 6 kg da^{-1} fosfor dozundan (%48.33) belirlenmiştir (Çizelge 3).

Regresyon analizine göre, tane verimi için optimum verim noktası 8.82 kg da^{-1} fosfor dozunda hesaplanmıştır (Şekil 1). Elde edilen rakamlar ile yapılan istatistik analizde ise değer olarak en yüksek tane verimi 8 kg da^{-1} fosfor dozunda belirlenmiş, ancak 4, 6 ve 8 kg fosfor dozları arasında tane verimi bakımından fark oluşmamıştır. Regresyon analizi verim tahmininde kullanılan bir yöntemdir. Gerçek arazi değerleri ile farklılık gösterebilir.

3.1. Mineral besin içeriği

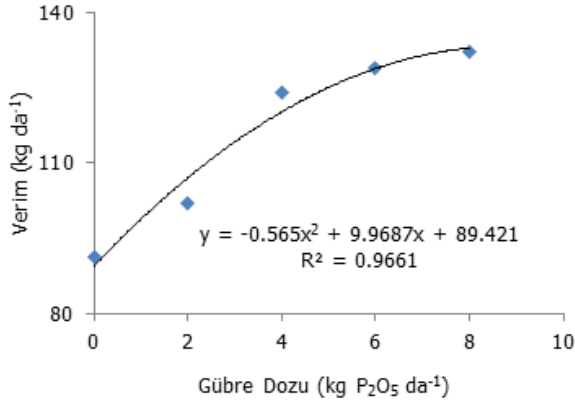
Fosfor dozlarının karabuğday tanesinin mineral besin içeriğine etkisi istatistiksel olarak ($P \leq 0.01$) önemli olmuştur. Araştırmada karabuğday tanesinin mineral besin içeriği uygulanan fosfor dozlarının artışına bağlı olarak yükselmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fosfor dozlarının karabuğdayın tane verimi, agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agro-fizyolojik etkinlik ve yararlılık etkinliğine ait ortalamalar

Fosfor dozları (kg da^{-1})	Tane verimi (kg da^{-1})	Agronomik etkinlik (%)	Fizyolojik etkinlik (%)	Agro-fizyolojik etkinlik (%)	Geri dönüşüm etkinliği (%)	Yararlılık etkinliği (%)
Gübresiz - 0	91.3 b [*]	-	-	-	-	-
2	102.0 b	6.01	0.21 c	0.22 a	16.86 c	17.36 b
4	124.0 a	7.17	0.51 a	0.24 a	44.10 ab	21.48 a
6	129.0 a	6.28	0.36 b	0.13 b	48.33 a	17.40 b
8	132.3 a	5.12	0.34 b	0.12 b	40.30 b	13.94 c
Kareler ortalaması	977.92	2.130	0.044	0.010	594.637	28.537
F değeri	55.560**	4.29	36.44**	38.33**	87.80**	46.75**
LSD	11.49	ÖD	0.105	0.054	7.877	2.365
VK (%)	3.62	11.46	9.70	9.25	6.95	4.46

^{*}: Aynı sütunda benzer harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

** : $P \leq 0.01$ düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil



Şekil 1. Fosfor dozları ile tane verim arasındaki regresyon analizi

Tanede en yüksek N içeriği (%1.75), P içeriği (%0.255), K içeriği (%0.766), Mg içeriği (%0.150), Cu içeriği (8.75ppm), Zn içeriği (27.38ppm), Fe içeriği (5.74 ppm) ve Mn içeriği (3.95 ppm) 8 kg fosfor uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Ancak P ve Mn elementi hariç 4, 6 ve 8 kg da⁻¹ fosfor dozu uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark ortaya çıkmamış ve aynı grupta yer almışlardır. Karabuğdayda mineral besin elementi içeriklerinin en düşük değerleri ise gübre uygulanmayan parsellerde belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada tane verimi gübresiz parsele göre tüm fosforlu gübre uygulamalarında önemli oranda yüksek olmuş ve artan fosfor miktarına bağlı olarak yükselmiştir. En yüksek tane verimi değer olarak 8 kg da⁻¹ fosfor dozu uygulamalarında belirlenmesine rağmen, 4, 6 ve 8 kg da⁻¹ fosfor dozları arasında istatistiksel olarak önemli fark ortaya çıkmamıştır. Karabuğdayda agronomik etkinlik bakımından fosfor dozları arasında istatistiksel fark ortaya çıkmamıştır. Fizyolojik, agro-fizyolojik ve yararlılık en yüksek 4 kg da⁻¹ fosfor dozunda olurken, daha düşük ve yüksek dozlarda düşmüştür. Geri dönüşüm etkinliği ise en yüksek 4 ve 6 kg da⁻¹ fosfor dozunda belirlenmiştir.

Bitkilerde fosfor alım ve yararlanma etkinliği esasen kök yapısıyla ilişkilidir. Daha uzun ve yoğun kök yapısına sahip bitkilerin daha iyi fosfor aldıkları bildirilmiştir (Manske vd., 2000).

Çizelge 4.Fosfor dozlarının karabuğday tanesinin mineral besin içeriğine etkisine ait ortalama değerler

Fosfor dozları (kg da ⁻¹)	Mineral besin içerikleri			
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)
Gübresiz - 0	1.46 c	0.122 d	0.666 c	0.110 b
2	1.59 b	0.222 c	0.730 b	0.116 b
4	1.65 ab	0.227 c	0.736 ab	0.123 ab
6	1.73 a	0.241 b	0.750 ab	0.133 a
8	1.75 a	0.255 a	0.766 a	0.150 a
Kareler ortalaması	0.0419	0.0083	0.004	0.0007
F değeri	26.41**	996.55**	27.19**	11.58 **
LSD	0.109	0.0079	0.034	0.015
VK (%)	2.43	1.35	1.73	3.99
Fosfor dozları (kg da ⁻¹)	Mineral besin içerikleri			
	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
Gübresiz - 0	4.16 c	17.86 c	5.25 c	2.62 d
2	5.42 b	25.28 b	5.60 b	2.85 c
4	7.91 a	27.08 ab	5.63 ab	2.58 d
6	8.35 a	27.05 ab	5.70 ab	3.67 b
8	8.77 a	27.38 a	5.74 a	3.95 a
Kareler ortalaması	12.254	48.903	0.113	1.203
F değeri	70.71**	92.09**	117.31**	841.74**
LSD	1.140	1.997	0.085	0.106
VK (%)	6.01	2.92	0.55	1.20

** : P≤0.01 düzeyinde önemli

Aynı sütunda benzer harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Karabuğdayın 4 kg da⁻¹ fosfor dozunda kök gelişimin yeterli geliştiği ve daha az gübre miktarını daha etkin kullandığı düşünülmektedir. Araştırmaya benzer olarak Jasper ve Franzen (2011), karabuğdayda en yüksek fosfor alım etkinliği 4 kg da⁻¹ fosfor uygulamasında tespit etmişlerdir. Otani ve Ae (1996), karabuğdayın fosfor etkinliği sorgum, tahıllara benzer olduğunu bildirmişlerdir. Buğdayda yapılan çalışmalarda tane verimi (325 kg da⁻¹), fosfor kullanım (%33) ve yararlanma etkinliği (%172) fosfor dozunun artışına bağlı olarak yükseldiğini ve 6 kg fosfor dozunda en yüksek olduğu, fosfor alım etkinliğinin ise fosfor artışından etkilenmediği bildirilmiştir (Kara, 2013). Mengel (1992), fosfor kullanım etkinliğinin fosfor dozlarının artmasıyla yükseldiğini, Anthony ve Akinrinde (2010) ise fosfor kullanım etkinliğinin fosfor artışına bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir.

Araştırmada mineral besin elementleri fosfor dozunun artışına bağlı olarak yükselmiştir. Karabuğday K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn bakımından zengindir (Stibilj vd., 2004; Kara, 2014). Fosfor dozlarının fotosentez

aktivitesinde ve sağlıklı bir bitki gelişime yapmış olduğu katkıya bağlı olarak mineral besin elementleri de yükselmiştir.

Fosfor bitkisel üretimde yüksek tane verimi, tane kalitesi, fotosentez, şeker ve nişastanın oluşumu için çok önemli bir makro besin maddesidir. Ancak fosforun yarayışlılığı çeşide, gübre formuna, iklime, toprak yapısına göre değişmektedir. Bu nedenle bitki yetiştiriciliğinde fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi yüksek verim ve kalite için önem taşımaktadır (Egle vd., 1999).

Fosfor dozlarının karabuğdayın tane verimi, agronomik etkinlik, fizyolojik etkinlik, agro-fizyolojik etkinlik, geri dönüşüm etkinliği, yararlılık etkinliği, N, P K Fe, Ca, Mg, Mn ve Zn içeriğine etkisi önemli olmuş ve fosfor dozlarının artışına bağlı olarak yükselmiştir. En yüksek tane verimi 8 kg da⁻¹ fosfor dozunda elde edilmiş, fakat 4, 6 ve 8 kg da⁻¹ fosfor dozları arasında istatistiksel olarak fark ortaya çıkmamıştır. Fizyolojik, agro-fizyolojik ve yararlılık etkinlik en yüksek 4 kg da⁻¹ fosfor dozunda, geri dönüşüm etkinliği 4 ve 6 kg da⁻¹ fosfor dozunda belirlenmiş, agronomik etkinlik ise istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Sonuç olarak, bir yıllık araştırma sonucuna göre; Isparta ekolojik koşullarında karabuğday yetiştiriciliğinde 4 kg da⁻¹ fosfor dozu önerilmektedir.

Kaynaklar

- Anthony, K., & Akinrinde, A. (2010). Phosphorus-use efficiency of cassava/maize/egusi-melon and economics of phosphorus fertilizer application on Alfisols of Ekiti State, South-Western Nigeria. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2):594-598.
- Bekele, T., Cino, B.J., Ehlert, P.A.I., Van der Maas, A.A., & Van Diest, A. (1983). An evaluation of plant-borne factors promoting the solubilization of alkaline rock phosphates. *Plant Soil*, 75(3):361-378.
- Campbell, C.G. (1983). Major buckwheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 63(4):1053-1054.
- Egle, K., Manske, G., Römer, W., & Vlek, P.L.G. (1999). Improved phosphorus efficiency of three new wheat genotypes from CIMMYT in comparison with an older Mexican variety. *Journal Plant Nutrition Soil Science*, 162(3):353-358.
- Jasper, M.T., & Franzen, D.W. (2011). Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) potential to contribute solubilized soil phosphorus to subsequent crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(13):1544-1550.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2007). Bitki Besleme. Nobel Yayınları, 657 s., Ankara.
- Kacar, B. (2013). Temel Gübre Bilgisi. Nobel Yayıncılık No:695, Fen Bilimleri No: 63, Ankara.
- Kacar, B., & İnal, A. (2013). Bitki Analizleri, Nobel Yayıncılık, 912 s., Ankara.

- Kara, B. (2013). Phosphorus-use efficiency in some bread wheat cultivars. *Research on Crops*, 14(2):389-394.
- Kara, N. (2014). Yield and mineral nutrition content of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): The effect of harvest times. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1):85-94.
- Manske, C.G.B., Ortiz-Monasterio, J.J., Van Ginkel, M., Gonzalez, R.M., Rajaram, S., Molina, E., & Vlek, P.L.G. (2000). Traits associated with improved P-uptake efficiency in CIMMYT's semidwarf spring bread wheat grown on an acid Andisol in Mexico. *Plant Soil*, 221(2):189-204.
- Mengel, K. (1992). Phosphate dynamics in soils and phosphate fertilizer efficiency. Proc. Phosphorus Life and Environment: From Research to Application. 4th International Imphos Conference, 8-11 September, 1992, Ghent, Belgium, pp. 504-518.
- Moll, R.H., Kamprath, E.J., & Jackson, W.A. (1982). Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal*, 74(3):562-564.
- Otani, T., & Ae, N. (1996). Sensitivity of phosphorus uptake to changes in root length and soil volume. *Agronomy Journal*, 88(3):371-375.
- Rengel, Z., & Marschner, P. (2005). Nutrient availability and management in the rhizosphere: Exploiting genotypic differences. *New Phytology*, 168(2):305-312.
- Saurbeck, D.C., & Helal, H.M. (1990). In genetic aspects of plant mineral nutrition: Factors affecting the nutrient efficiency of plants. Eds. by Bassam NEL, Martinus Nijhoff, pp. 361-372, Dordrecht, Netherlands.
- Schjorring, J.K., & Jensen, P. (1984). Phosphorus nutrition of barley, buckwheat and rape seedlings. i. influence of seed-borne p and external P levels on growth, P content and 32P/31P-fraction in shoots and roots. *Physiology Plants*, 61(4):577-583.
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1980). Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Series in Probability and Statistics, 672 p., New York, USA.
- Stibilj, V., Kreft, I., Smrkolj, P., & Osvald, J. (2004). Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilization. *European Food Research and Technology*, 219(2):142-144.
- Valenzuela, H., & Smith, J. (2002). Green manure crops: Buckwheat. Coop. Ext. Services, University of Hawaii, USA.
- Zhu, Y.G., He, Y.Q., Smith, S.E., & Smith, F.A. (2002). Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) has high capacity to take up phosphorus (P) from a calcium (Ca)-bound source. *Plant and Soil*, 239(1):1-8.