

Fosfor Alımı ve Fosfor Etkinliği Yönünden Bazı Ekmeklik (*T. aestivum*) ve Makarnalık (*T. durum*) Buğday Genotipleri Arasındaki Farklılıkların Belirlenmesi

Ali İNAL¹

Geliş Tarihi: 21.02.2001

Özet: Fosforlu gübrelerin etkin kullanımını artırmada, P' a etkin çeşitlerin seçimi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma P etkinliği ve alımı açısından 3 adet makarnalık (Kunduru, Çakmak, Kızıltan) ve 3 adet ekmeklik (Bezostaya, Gün 79, Gerek 79) buğday genotiplerini karşılaştırmak üzere 0, 50, 100 ve 200 mgP kg⁻¹ dozlarında fosforlu gübre uygulanan toprakta sera koşullarında yürütülmüştür. Bitkilerin kuru ağırlıkları, P konsantrasyonları, P alımları ve fosfor etkinlikleri belirlenerek genotiplerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları, P konsantrasyonları ve P alımları, P uygulamasına bağlı olarak artış göstermekle birlikte genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Genellikle ekmeklik buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ile agronomik P etkinlikleri makarnalık genotiplerden daha yüksek olmuştur. Benzer şekilde ekmeklik buğday genotiplerinin P konsantrasyonu ve P alımları da makarnalık genotiplerin P konsantrasyonu ve P alımlarından yüksek olurken, P konsantrasyonu ve P alımlarındaki artış makarnalık genotiplerde daha fazla olmuştur. Fosfor alımlarına göre fizyolojik P etkinliği ekmeklik genotiplerde daha yüksek olurken, P konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinlik P uygulama düzeylerine göre değişkenlik göstermiştir. Ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri P alımı, P konsantrasyonu, agronomik ve fizyolojik P etkinliği açısından kendi içlerinde de farklılıklar göstermişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, genotipik farklılıklar, fosfor etkinliği, fosfor alımı

Determination of Differences in Phosphorus Uptake and Phosphorus Efficiency Among Some Bread (*T. aestivum*) and Durum (*T. durum*) Wheat Genotypes

Abstract: Selection of P efficient cultivars has great importance in efficient use fertilizer phosphorus. In order to compare P efficiency and uptake of wheat genotypes, the present study was conducted by growing 3 durum (Kunduru, Çakmak, Kızıltan) and 3 bread (Bezostaya, Gün 79, Gerek 79) in greenhouse conditions on soil to which P was applied at the rate of 0, 50, 100 and 200 mgP kg⁻¹ soil. Wheat genotypes were compared by evaluating the dry weight, P concentration and uptake and by determining the phosphorus efficiency of wheat genotypes.

However intra- and interspecific differences were found among the genotypes, the dry weights, P concentrations and P uptake of wheat genotypes increased as increasing P supply. Generally, the dry weights and agronomic P efficiency of bread wheat genotypes were higher than that of durum wheat genotypes. Similarly, P concentrations and P uptake of bread wheat were also higher than that of durum wheat genotypes, but the increases in P concentration and P uptake were found higher in durum than bread wheat genotypes. While physiological P efficiency as a function of P uptake was higher in bread than durum wheat genotypes, physiological P efficiency as a function of P concentration was differed according to the P supply rate. Wheat genotypes showed intra- and interspecific differences in P acquisition, P concentration, agronomic and physiological P efficiency.

Key Words: Wheat, genotypic differences, phosphorus efficiency, phosphorus uptake

Giriş

Bitkisel üretimde ve verim artışında gübre girdilerinin önemli bir kısmını P içeren gübreler oluşturmaktadır. Fosforlu gübreler bitkiler tarafından etkin kullanılmazlarsa, göllerde ve nehirlerde ötrofikasyona sebep olmaları yanında toprakta birikmeleri sonucu çevresel açıdan sorun yaratırken üretimlerinde kullanılan girdiler olarak ta ekonomik açıdan kayba yol açabilmektedirler. Bu nedenle P' lü gübrelerin etkin kullanımını artırıcı önlemler almak bitkisel üretim ve sürdürülebilir tarım açısından büyük önem taşımaktadır.

Fosforlu gübrelerin etkin kullanımını artırma yollarından biri de yüksek kullanım etkinliğine sahip çeşitlerin ıslahı, seçimi ve kullanımidir. Tahıl genotipleri arasında P etkinliği açısından farklılıklar olabilmektedir (Horst ve ark. 1993; Baon ve ark. 1993). Bu farklılıklar ise

fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal farklılıklar (Cassman ve ark. 1993) ile rizosfer pH' ları, kök salgıları ve köklerin mikoriza ile enfeksiyonunda görülen genetik özelliklerle ilgili farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Güneş ve ark. 2000).

Genellikle genetik seleksiyon yüksek dozda besin maddesi uygulanarak yapıldığı için, besin maddesi alımı ve kullanımı açısından genotipler arasındaki farkı ortaya koymak güç olabilmektedir. Schmidt (1984) çeşitlerin sadece yüksek oranda girdi kullanıldığında fazla ürün verenlerden değil, girdileri etkin kullananlar arasından seçilmesini önermiştir. Çeşitlerin yüksek etkinliğe sahip olabilmesi için hem P alımlarının hem de P' u fizyolojik olarak etkin kullanımlarının yüksek olması gerekmektedir. Coffman ve Smith (1991) ve Aktas (1994) sürdürülebilirlik

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

için fazla miktarda gübreleme, ilaç kullanımı ve sulama gibi girdilerle çevre şartlarını bitki gelişimine uydurmak yerine içinde bulunulan çevresel şartlara uyum sağlayan ve bu koşullarda iyi verim veren çeşitlerin seçimini yani bitkiyi toprağa uydurmanın gerekliliğini bildirmişlerdir. Bitkilerin P etkinliğinin yüksek olması ürünü ve geliri azaltmadan, kullanılan P' lu gübre miktarını azaltarak ötrofikasyon ve benzeri yollarla oluşan çevre kirliliğinin ve ekonomik kayıpların azaltılmasını sağlayacaktır. Baon ve ark. (1993) P' lu gübrelerin uygulama giderlerinin yüksek olması nedeniyle kullanımının azaldığını belirtmiştir. Bu durum dikkatlerin topraktaki P' u etkin kullanan ya da az P uygulamakla yüksek ürün veren çeşitlerin seçiminin önemine yoğunlaşmasına yol açmıştır.

Etkinlik tane ürünü ve biyomas oluşturmak üzere bitkinin besin maddesini alım ve kullanım kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Gourley ve ark. 1993). Fosfor etkinliği değişik şekillerde ifade edilebilmektedir. Bunlar arasında en yaygın kullanılanları; ürün, düşük P uygulamasında elde edilen ürünün yüksek P uygulamasında elde edilen ürüne oranı, bitki tarafından alınan P' un fizyolojik etkinliği olarak adlandırılan ve tahıllar için ürünün alınan P' a oranı, maksimum ürünün % 80' ini oluşturabilmek için yetişme ortamında bulunması gerekli P miktarı, birim P içeriğine karşılık oluşturulan ürün, kullanım ve alım etkinliği sayılabilir (Gourley ve ark. 1993; Güneş, 2000).

Türkiye' de yaygın olarak yetiştirilen bazı ekmeklik (Bezostaya, Gün 79, Gerek 79) ve makarnalık (Kunduru, Çakmak, Kızıltan) buğday genotiplerinin fosfor alımı ve fosfor etkinliği yönünden karşılaştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada farklı düzeylerde P gübrelemesi yapılarak yetiştirilen buğday genotiplerinin yaş ve kuru ağırlıkları ile P alımı ve konsantrasyonları incelenerek ve P etkinlikleri belirlenerek genotipler arası karşılaştırma yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan toprağın; tekstürü kil olup % 47.24 kil, % 39.80 silt ve % 12.96 kum içermektedir, kireç kapsamı % 25.76, pH' sı (1:2.5 su) 7.61, EC' si 2.1 dS m⁻¹, organik maddesi % 1.46, toplam N kapsamı % 0.18, bitkiye yararlı P ve K kapsamı ise sırasıyla 18.54 ve 622 mg kg⁻¹ dir. Toprağa P₀= 0, P₅₀= 50, P₁₀₀= 100 ve P₂₀₀= 200 mg kg⁻¹ düzeyinde P (Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O) uygulanmıştır. Temel gübreleme amacıyla Kalsiyum nitrat (% 15.5 N) ve Potasyum sülfat (% 50 K₂O) gübrelerinden 100 mgN kg⁻¹ ve 100 mgK kg⁻¹ uygulanmıştır.

Araştırma 3 makarnalık (Kunduru, Çakmak, Kızıltan) ve 3 ekmeklik (Bezostaya, Gün 79, Gerek 79) buğday genotipleri fosfor etkinliği yönünden karşılaştırılmak amacıyla 2 kg toprak alabilen saksılarda sera koşullarında yürütülmüştür. Öngörülen gübreler ekimden önce toprakla karıştırılmıştır. Her saksıya 20 adet tohum ekilmiş ve çimlenme sonrası her saksıda 17 bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Buğday genotipleri bu şekilde 7 hafta süreyle yetiştirilmiştir. Gelişmenin 4. haftasında ek temel gübreleme olarak kalsiyum nitrattan tekrar 100 mgN kg⁻¹ uygulanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine (Alpaslan ve ark. 1996) göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitkiler, 7 haftalık gelişim süresi sonunda, toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle hasat edilip yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Saf su ile yıkanan bitkiler 65 °C' ta

sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru yakma yöntemine göre yakılan bitki örneklerinin P konsantrasyonu spektrofotometrik olarak Kitson ve Mellon (1944)' a göre belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarının güvenilirliği MINITAB paket programı kullanılarak varyans analizi ile, uygulamalar arası farklılığın önemliliği ise MSTAT paket programı kullanılarak Duncan (p< 0.05) testi ile belirlenmiştir. Genotipler arası farklılık; kuru ağırlık, P konsantrasyonu ve P kapsamı ile P etkinliği hesaplanarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Fosfor etkinliği Agronomik Etkinlik (AE) ve Fizyolojik Etkinlik (FE) olarak iki ayrı şekilde ifade edilmiştir. Agronomik etkinlik düşük P düzeyinde elde edilen kuru ağırlığın yüksek P düzeyinde elde edilen kuru ağırlığa oranlanması ile belirlenmiş olup % olarak ifade edilmiş, fizyolojik etkinlik ise kuru ağırlığın P konsantrasyonu ve P alımına oranlanmasıyla iki şekilde ifade edilmiştir. Ayrıca incelenen değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri ve regresyon eğrileri belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma bulgularına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelge 1' in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, kuru ağırlığa genotip (G) ve P uygulamalarının (P) etkisi % 1 düzeyinde önemli olurken PxG interaksyonunun etkisi % 5 düzeyinde önemli olmuştur. Fosfor konsantrasyonuna, P uygulaması ve PxG interaksyonu % 1 düzeyinde önemli olurken genotiplerin etkisi önemsiz olmuştur. Fosfor alımına ise genotip ve P uygulamalarının etkisi % 1 düzeyinde önemli olurken PxG interaksyonunun etkisi önemsiz olmuştur. Bulguların verildiği çizelgeler istatistik analiz sonuçlarına göre düzenlenmiştir.

Kuru ağırlık ve agronomik P etkinliği

Değişik düzeylerde P uygulanarak yetiştirilen buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ile agronomik P etkinlikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelge 2' nin incelenmesinden de görüleceği gibi ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin genetik potansiyellerinin bir sonucu olarak P uygulamalarına tepkileri farklı olmuştur. Ekmeklik ve makarnalık genotiplerin kuru ağırlıkları P uygulamasına bağlı olarak artış göstermiştir.

Kontrol (P₀ uygulaması) göre artış sağlanmakla birlikte makarnalık genotiplerden Kundurunun kuru ağırlığı P₅₀ uygulamasına göre P₁₀₀ uygulamasında azalmıştır. Bu azalışın ortalama kuru ağırlıklara da yansımaları nedeniyle makarnalık genotiplerin kuru ağırlığı P₁₀₀ uygulamasında azalmıştır. Makarnalık genotiplerin ortalama kuru ağırlıkları 1.73 g saksı⁻¹ ile 2.88 g saksı⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ekmeklik genotiplerin ortalama kuru ağırlıkları P uygulamasına bağlı olarak artmış ve 2.18-4.16 g saksı⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ekmeklik ve makarnalık genotipler birlikte değerlendirildiğinde de Çizelge 2' den görüleceği gibi, genotipler ortalaması kuru ağırlık P uygulamasına bağlı olarak artmış ve 1.96-3.52 g saksı⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Genel olarak ekmeklik genotiplerin ortalama kuru ağırlıkları ve P uygulamasına bağlı olarak kuru ağırlıklarındaki artışlar makarnalık genotiplere göre daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlar makarnalık genotiplerin kuru madde oluşumu bakımından,

Çizelge 1. Araştırma bulgularının varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	S.D.	F-değerleri		
		Kuru ağırlık	P konsantrasyonu	P alımı
P uygulaması (P)	3	24.32	407.09	361.28
Genotip (G)	5	61.24*	1.19 ^o	22.39**
PxG	72	2.28	3.82*	1.54 ^o
Hata (Kareler ort.)	95	0.1734	0.000432	0.797

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ^o: önemsiz

Çizelge 2. Değişik düzeylerde P uygulanarak yetiştirilen buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ile agronomik P etkinlikleri

Genotipler	Kuru ağırlık (g saks ⁻¹)				Agronomik P etkinliği (%)		
	P ₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀	P ₀ /P ₅₀	P ₅₀ /P ₁₀₀	P ₁₀₀ /P ₂₀₀
Makarnalıklar							
Kunduru	1.74 j	2.73 cdefgh	2.21 hij	2.75 cdefghh	63.74	123.53	80.36
Çakmak	1.68 j	2.56 defghi	2.66 defghi	2.93 cdefg	85.63	96.24	90.78
Kızıltan	1.78 j	2.53 efghi	2.60 defghi	2.95 cdef	70.36	97.31	88.14
Ort. (% artış)	1.73 (-)	2.61 (51)	2.49 (44)	2.88 (66)	66.57	105.69	86.43
Ekmeklikler							
Bezostaya	2.30 fghij	3.14 cde	4.11 a	4.28 a	73.25	76.40	96.03
Gün 79	1.98 ij	3.37 bc	4.01 a	4.40 a	58.75	84.04	91.14
Gerek 79	2.25 ghij	3.09 cde	3.23 bcd	3.79 ab	72.82	95.67	85.22
Ort. (% artış)	2.18 (-)	3.20 (47)	3.78 (74)	4.16 (91)	68.27	83.37	90.80
Genel ort. (% artış)	1.96 (-)	2.90 (49)	3.14 (60)	3.52 (80)	67.42	94.53	88.62

fosfor uygulamasına responslarının ekmeklik çeşitlere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bir başka ifade ile makarnalık genotipler genel olarak düşük P' dan ekmeklik genotiplere göre daha yüksek düzeyde yararlanabildiklerinden ortamda P konsantrasyonunun artması ile önemli bir farklılık oluşmamaktadır.

Ekmeklik buğday genotiplerinin agronomik P etkinlikleri P uygulamasına bağlı olarak artmıştır (Çizelge 2). Makarnalık genotiplerde maksimum kuru ağırlığa P₁₀₀ uygulamasında yaklaşılmış nedeniyle P₅₀/P₁₀₀'deki agronomik etkinlikleri daha yüksek olmuş ve bu durum genotipler ortalaması agronomik etkinliğe de yansımıştır. Makarnalık genotipler P₀/P₅₀'deki agronomik etkinlikleri açısından Kızıltan>Çakmak>Kunduru şeklinde, ekmeklik genotipler ise Bezostaya>Gerek 79>Gün 79 şeklinde sıralanabilmektedir. Bir başka ifade ile genotipler bu sıra ile uygulanan daha az P' a daha fazla respons göstermişlerdir. Yine P₀/P₅₀'deki agronomik etkinliklerine bakıldığında, ekmeklik genotiplerin agronomik etkinliklerinin makarnalık genotiplerin agronomik etkinliklerinden daha yüksek olduğu yani ekmeklik genotiplerin daha etkin genotipler olduğu görülmektedir (Çizelge 2). İncelenen genotiplerin kuru ağırlıkları ile P uygulaması, P konsantrasyonu ve P alımları arasında % 0.1 düzeyinde önemli ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 1).

Fosfor uygulamasına bağlı olarak mısır çeşitlerinin (Güneş, 2000) ve buğday genotiplerinin (Derici, 1999) kuru ağırlığının arttığı, P etkinliği açısından ekmeklik ve makarnalık buğdaylar ile bu buğdayların değişik genotipleri arasında farklılıklar olduğu Derici (1999) ve Öztürk ve ark. (2000) tarafından da belirtilmiştir.

Fosfor (P) konsantrasyonları

Buğday genotiplerinin P konsantrasyonları P uygulamasına bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 3). Uygulanan her P düzeyi özellikle makarnalık genotiplerin P konsantrasyonunda P₀ uygulamasına göre hemen hemen iki kat bir artış sağlamıştır. Ekmeklik genotiplerde ise P₅₀ uygulamasında P₀ uygulamasına göre artış daha

düşük olmakla birlikte P₁₀₀ uygulamasında P₀ uygulamasına göre artışlar yine hemen hemen iki kat düzeyinde olmuştur.

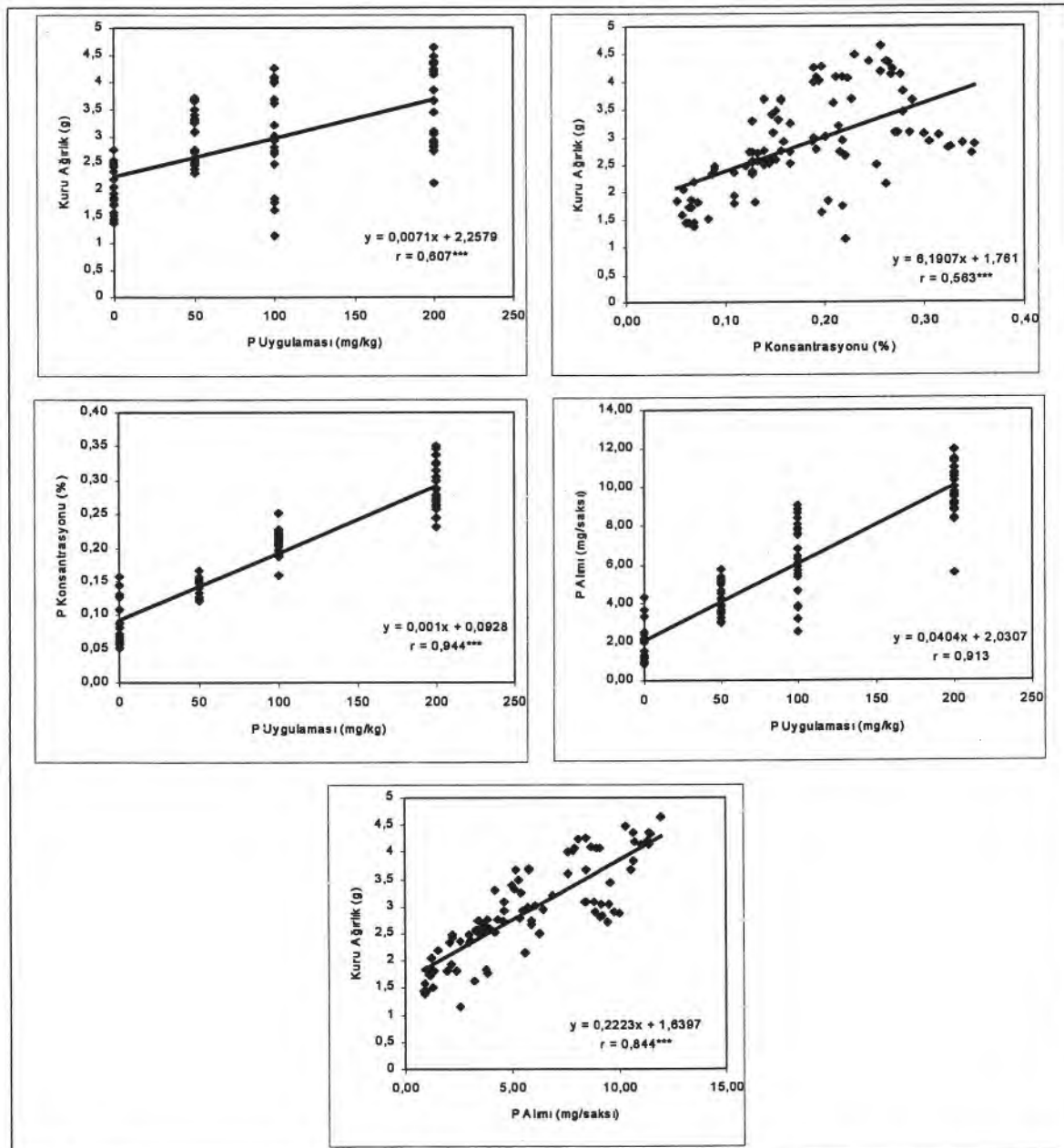
Ekmeklik genotiplerde P₅₀ uygulamasında P₀ uygulamasına göre artışların daha düşük olması bu genotiplerin P₀ uygulamasındaki P konsantrasyonlarının makarnalık çeşitlerinden yüksek olması ile açıklanabilmektedir. Bu durumu ekmeklik genotiplerin agronomik etkinliklerinin yüksek olması (Çizelge 2) da desteklemekte yani agronomik etkinliklerinin yüksek olması nedeniyle P konsantrasyonlarındaki artış düşük olmaktadır. Makarnalık genotiplerin P konsantrasyonundaki artış ekmeklik genotiplerdeki artışın yaklaşık iki katı kadar olmuştur. Çizelge 3' e göre P uygulamasına bağlı olarak P kapsamındaki artış açısından makarnalık genotipler Çakmak>Kızıltan>Kunduru, ekmeklik genotipler ise Bezostaya>Gerek 79>Gün 79 şeklinde sıralanabilmektedir. Şekil 1' den görüldüğü gibi, buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ile uygulanan P ve kuru ağırlıkları arasında % 0.1 düzeyinde önemli ilişkiler bulunmuştur. Fosfor uygulamasına bağlı olarak arpa çeşitlerinin (Hoppe ve ark. (1999), mısır çeşitlerinin (Güneş, 2000) ve buğday genotiplerinin (Derici, 1999) P konsantrasyonlarının arttığı, ekmeklik ve makarnalık buğdaylar ile bu buğdayların değişik genotipleri arasında fosfor konsantrasyonundaki artış açısından farklılıklar olduğu Derici (1999) ve Öztürk ve ark. (2000) tarafından da belirtilmiştir.

Fosfor (P) alımları

Buğday genotiplerinin P alımları da uygulanan P miktarına bağlı olarak artış göstermiştir (Çizelge 4). Ekmeklik genotipler tarafından alınan P miktarı makarnalık genotipler tarafından alınan P miktarından daha fazla olurken fosfor alımlarındaki artış, ekmeklik genotiplere göre makarnalık genotiplerde daha fazla olmuştur. Makarnalık genotiplerden Çakmak, P uygulamasına bağlı olarak P alımını en fazla artıran genotip olmuştur. Bu genotipi Kızıltan ve Kunduru genotipleri izlemiştir.

Çizelge 3. Değişik düzeylerde P uygulanarak yetiştirilen buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ile P konsantrasyonlarındaki % artış

Genotip	P konsantrasyonu (%)				% Artış		
	P ₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀	P ₅₀ /P ₀	P ₁₀₀ /P ₀	P ₂₀₀ /P ₀
Makarnaıklar							
Kunduru	0.07 i	0.13 ef	0.19 d	0.30 ab	86	171	329
Çakmak	0.07 i	0.14 ef	0.21 d	0.33 a	100	200	371
Kızıltan	0.07 hi	0.13 ef	0.20 d	0.30 ab	86	186	329
Ort.	0.07	0.13	0.20	0.31	91	186	343
Ekmeklikler							
Bezostaya	0.10 gh	0.15 e	0.21 d	0.26 c	50	110	160
Gün 79	0.12 fg	0.15 ef	0.20 d	0.26 c	25	67	117
Gerek 79	0.10 ghi	0.14 ef	0.22 d	0.28 bc	40	120	180
Ort.	0.11	0.15	0.21	0.26	38	99	152
Genel ort.	0.09	0.14	0.21	0.29	65	143	248

Şekil 1. Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ile P konsantrasyonları ve P alımları arasındaki regresyon ilişkileri (***: $p < 0.001$)

Çizelge 4. Değişik düzeylerde P uygulanarak yetiştirilen buğday genotiplerinin P alımları ile P alımlarındaki % artış

Genotip	P alımı (mg saksı ⁻¹)					% Artış		
	P ₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀	Ort.	P ₅₀ /P ₀	P ₁₀₀ /P ₀	P ₂₀₀ /P ₀
Makarnalıklar								
Kunduru	1.22	3.55	4.20	8.25	4.31 d	191	244	576
Çakmak	1.18	3.58	5.59	9.67	5.01 c	203	374	719
Kızıltan	1.25	3.29	5.20	8.85	4.65 cd	163	316	608
Ort.	1.22	3.47	5.00	8.92		186	311	635
Ekmeklikler								
Bezostaya	2.30	4.71	8.63	11.13	6.69 ab	105	275	384
Gün 79	2.38	5.06	8.02	11.44	6.73 a	113	237	381
Gerek 79	2.25	4.33	7.11	10.61	6.08 b	92	216	372
Ort.	2.31	4.70	7.92	11.06		103	243	379
Genel ort.	1.77 d	4.09 c	6.46 b	9.99 a		145	277	507

Fosfor konsantrasyonunda olduğu gibi, ekmeklik genotiplerin P alımları da P₀ uygulamasında ve diğer P uygulama düzeylerinde makarnalık genotiplerinkinden fazla olmuştur. Fosfor alımları açısından ekmeklik genotiplerden Bezostaya ve Gün 79 arasında önemli bir fark bulunmazken, Gerek 79 genotipinin P alımı bu iki genotipten daha düşük oranda gerçekleşmiştir. Buğday genotiplerinin P alımları ile kuru ağırlıkları ve P uygulaması arasında % 0.1 düzeyinde önemli ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 1).

Derici (1999) ve Öztürk ve ark. (2000) ekmeklik ve makarnalık buğdaylar ile bu buğdayların değişik genotiplerinin P alımlarının P uygulamasına bağlı olarak arttığını ve P alımlarındaki artış açısından genotipler arasında farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Güneş (2000) değişik mısır çeşitlerinin P alımlarının P uygulamasına bağlı olarak artış gösterdiğini ve mısır çeşitlerinin P alımlarındaki artışın çeşitlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini belirtmiştir.

Fizyolojik P etkinliği

Buğday genotiplerinin P konsantrasyonlarına ve P alımlarına göre fizyolojik P etkinlikleri Çizelge 5' te verilmiştir. Burada P konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinlik birim % P kapsamına karşılık oluşturulan kuru ağırlığı, P alımlarına göre fizyolojik etkinlik ise alınan birim P' a karşılık oluşturulan kuru ağırlığı ifade etmektedir.

Çizelge 5' ten görüldüğü gibi genotiplerin P konsantrasyonlarına ve P alımlarına göre fizyolojik P etkinlikleri uygulanan P miktarına göre değişiklikler göstermiştir. Kontrol (P₀) uygulaması hariç tutulduğunda, genellikle P konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinlik bakımından ekmeklik genotiplerin etkinliği makarnalık genotiplerden yüksek olurken, P alımlarına göre fizyolojik etkinlikleri bakımından makarnalık genotiplerin P etkinlikleri ekmeklik genotiplerden daha yüksek olmuştur.

Fosfor uygulaması arttıkça maksimum ürüne yaklaşılmaması nedeniyle, genotiplerin hem P konsantrasyonlarına hem de P alımlarına göre P etkinlikleri P uygulamasına bağlı olarak azalmıştır. Fosfor konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinlik açısından makarnalık genotiplerden Kızıltan' ın etkinliği P₅₀ uygulaması hariç diğer P uygulama düzeylerinde daha yüksek olmuştur. Ekmeklik genotiplerden ise Gün79' un etkinliği, P₀ uygulaması hariç diğer P uygulamalarında

daha yüksek olmuştur. Fosfor alımlarına göre fizyolojik etkinlik açısından ise makarnalık genotiplerden Kunduru ve Kızıltan genotipleri Çakmak genotipine göre daha etkin bulunmuştur. Fosfor etkinliği açısından ekmeklik ve makarnalık buğdaylar ile bu buğdayların değişik genotipleri arasında önemli farklılıklar olduğu ve genellikle ekmeklik genotiplerin daha etkin genotipler olduğu Derici (1999) ve Öztürk ve ark. (2000) tarafından da belirtilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları P alımı ve kullanımı ile agronomik ve fizyolojik P etkinliği açısından buğday genotipleri arasında görülen farklılığın belirli bir alanda yetiştirilmek üzere genotip seçiminin elde edilecek ürün yönünden önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada; P alımı ve P etkinliği yönünden ekmeklik buğday genotiplerinin makarnalık genotiplere göre daha etkin P kullandıkları, ancak bu açıdan genotiplerin kendi içlerinde de farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Fosfor kullanımı açısından uygun bir genotip yetiştigi ortamdan oransal olarak fazla miktarda P alan ve bunun sonucu olarak alınan birim P' a karşılık daha fazla ürün verecek genotiptir. Etkin genotipler normal metabolik prosesler için etkin olmayan genotiplere göre daha az besin meddesi gereksindiklerinden bunların seçimi sonucu daha az gübre girdisi kullanmakta toprak koşullarını bitkiye uygun hale getirmek yerine toprağa uygun bitki seçmek suretiyle ekonomik ve ekolojik kazanımlar da sağlanabilecektir. Fosforlu gübrelerin topraklarda sürekli bir şekilde birikime uğraması ekonomik kayıp yanında toprakların sürdürülebilir kullanımını da kısıtlamaktadır. Topraklara gübre olarak verilmiş P zaman içerisinde özellikle mikroelementlerin de yarıyışsız olmasına sebep olmaktadır. Bütün bunlara ilave olarak gübrelerin yol açtığı kirlilik gibi çevresel sorunların giderek yoğunlaştığı günümüzde, etkin gübre kullanan çeşitlerin önemi giderek artmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye' de yaygın olarak yetiştirilen ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin P kullanım etkinlikleri belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar test edilen ekmeklik buğday genotiplerinin makarnalık genotiplere göre P' dan daha etkin yararlandıklarını göstermiştir. Ekmeklik ve makarnalık genotiplerin kendi içinde daha geniş kapsamda, farklı özellikteki topraklarda ve ekolojik koşullar altında mevcut veya düşük düzeyde P' dan yararlanarak yüksek verim veren genotiplerin seçilmesi ve bunların yöresel bazda kullanılmasının ciddi anlamda ekonomik kazanç sağlayacağı daha da önemlisi topraklarda verimliliğin kalıcılığı açısından önemli görülmektedir.

Çizelge 5. Değişik düzeylerde P uygulanarak yetiştirilen buğday genotiplerinin fizyolojik P etkinliği

Genotip	P konsantrasyonlarına göre fizyolojik etkinlik (g kuru ağırlık (% P) ⁻¹)				P alımlarına göre fizyolojik etkinlik (g kuru ağırlık mg ⁻¹ P)			
	P ₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀	P ₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀
Makamallıklar								
Kunduru	24.86	21.00	11.63	9.17	1.43	0.77	0.53	0.33
Çakmak	24.00	18.29	12.67	8.88	1.42	0.72	0.48	0.30
Kızıltan	25.43	19.46	13.00	9.83	1.42	0.77	0.50	0.33
Ort.	24.76	20.08	12.43	9.29	1.42	0.75	0.50	0.32
Ekmekdikler								
Bezostaya	23.00	20.93	19.57	16.46	1.00	0.67	0.48	0.38
Gün 79	16.50	22.47	20.05	16.92	0.83	0.67	0.50	0.38
Gerek 79	22.50	22.07	14.68	13.54	1.00	0.71	0.45	0.36
Ort.	20.67	21.33	18.10	15.64	0.94	0.68	0.48	0.38
Genel Ort.	22.72	20.71	15.27	12.47	1.18	0.72	0.49	0.35

Kaynaklar

- Aktaş, M. 1994. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1361. Ders Kitabı: 455. Ankara.
- Alpaslan, M., A. Güneş ve A. İnal, 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1501. Ders Kitabı: 455. Ankara.
- Baon, J. B., S. E. Smith and A. M. Alston, 1993. Phosphorus allocation in P-efficient and inefficient barley cultivars as affected by mycorrhizal infection. *Plant Soil* 155/156: 277-280.
- Cassman, K. G., M. J. Kropff, J. Gaunt and S. Peng, 1993. Nitrogen use efficiency of rice reconsidered: What are the key constraints? *Plant Soil* 155/156: 359-362.
- Coffman, W. R. and M. E. Smith, 1991. Roles of Public, industry, and International Research Centers breeding programs in developing germplasm for sustainable agriculture. *In: Plant Breeding and Sustainable Agriculture: Considerations for Objectives and Methods*. Eds. D.A. Sleper, T.C. Barker and P.J. Bramel-Cox. pp 1-10. CSSA Special Publication Number 18, CSSA and ASA, Madison, WI.
- Derici, R. 1999. Fosfor eksikliğine dayanıklı (fosfor etkin) buğday genotiplerinin belirlenmesi ve etkinlik mekanizmalarının morfolojik ve fizyolojik açıdan karakterize edilmesi. TÜBİTAK TOGTAG/TARP-2028 No' lu Araştırma Projesi II. Ara Raporu
- Gourley, C. J. P., D. L. Allan and M. P. Russelle, 1993. Defining phosphorus efficiency in plants. *Plant Soil* 155/156: 289-292.
- Güneş, A. 2000. Fosfor eksikliğine dayanıklı mısır (*Zea mays* L. Cvs.) genotiplerinin belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 6(3): 144-148.
- Güneş, A., M. Alpaslan ve A. İnal, 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1514. Ders Kitabı: 467. Ankara.
- Hoppo, S. D., D. E. Elliot and D. J. Reuter, 1999. Plant tests for diagnosing phosphorus deficiency in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Aust. J. Exp. Agric.* 39: 857-872.
- Horst, W. J., M. Abdou and F. Wiesler, 1993. Genotypic differences in phosphorus efficiency of wheat. *Plant Soil* 155/156: 293-296.
- Kitson, R. E. and M.G. Mellon, 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molybdovanadophosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 16: 379-383.
- Öztürk, L., B. Torun, İ. Gültekin, C. Çekiç, Z. Keklikçi ve İ. Çakmak, 2000. Fosfor eksikliğine dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve buğdayın fosfor etkinliğinde rol alan mekanizmalarının araştırılması (TARP-2028). Tübitak TARP Simpozyumu Program ve Bildiri Özetleri. s. 9-10.
- Schmidt, J. W. 1984. Genetic contributions to yield grains in wheat. *In: Genetic Contributions to Yield Grains of Five Major Crop Plants*. Ed. W.R. Fehr. Pp 89-101. CSSA Special Publication Number 7. ASA, Madison, WI.