

## Farklı Buğday Genotiplerinin Azot, Fosfor ve Potasyum Kullanım Etkinlikleri

Mehmet ALPASLAN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 28.05.2001

**Özet:** Bitkilerde besin maddesi kullanım etkinliği biyomas, besin maddesi alımı ve konsantrasyonu gibi bazı faktörlere bağlı karmaşık bir sistemdir. Yapılan bir çok çalışmada, genotip ile besin maddesi kullanım etkinliği arasında ilişkiler belirlenmiştir. Ekmeklik (*Triticum aestivum*) ve makarnalık (*Triticum durum*) buğday genotiplerinin azot, fosfor ve potasyum kullanım etkinliklerinin araştırıldığı bu deneme 24 adet (19 adet ekmeklik ve 5 adet makarnalık) buğday genotipiyle sera koşullarında yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, besin maddesi kullanım etkinliği buğday genotiplerine göre farklılıklar göstermiştir. Genellikle makarnalık genotiplerin potasyumu kullanım etkinlikleri ekmeklik genotiplerden daha yüksek olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, azot, fosfor, potasyum kullanım etkinlikleri

### Nitrogen, Phosphorus and Potassium Using Efficiency of Wheat Genotypes

**Abstract:** Nutrient efficiency in plants depending on biomass, nutrient uptake and nutrient content is very complex. Various studies have showed that interactive effects may occur between genotypes and the use efficiencies of the nutrient. In this study efficient use of nitrogen, phosphorus, and potassium was examined in 24 wheat (19 bread and 5 durum) genotypes in a greenhouse experiment. According to the results, use efficiency of the N, P and K by wheat genotypes showed differences between wheat genotypes. Generally, potassium use efficiency of durum wheat genotypes was found to be higher than bread wheat genotypes.

**Key Words:** Wheat, nitrogen, phosphorus, potassium using efficiency

#### Giriş

Besin maddesi etkinliği tane ürünü ve biyomas oluşturmak üzere bitkilerin besin maddesini alım ve kullanım kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Gourley ve ark. 1993). Besin etkinliği çok kompleks olup başlıca iki temel mekanizmayı içerir. Bunlar; besin maddesi alım etkinliği (kök salgıları ve kök morfolojisi tarafından kontrol edilen besin maddesi alım mekanizması) ve besin maddesi kullanım etkinliği (her bir gram besin maddesine karşılık üretilen kuru madde)'dir (El Bassam 1998). Yapılan çeşitli çalışmalarda günümüzün tahıl genotiplerinin eski genotiplere göre daha yüksek ürün verdikleri ortaya konulmuştur (Austin 1988, Altin ve Frey 1990, Dambroth ve El Bassam, 1990, Damisch ve Wiber 1991). Genetik olarak geliştirilmiş bitki varyeteleri geleneksel varyetelere göre doğal olarak besin elementlerini alım ve kullanım etkinlikleri bakımından daha başarılı olmaktadır. Besin maddesi etkinliğinin araştırıldığı bir çok çalışmada besin maddesinin tek düzeyi kullanılmıştır. Burada amaç optimum gelişmeyi sağlayan besin maddesi düzeyinde farklı genotiplerin gösterecekleri tepkiyi belirlemektir.

Türkiye' de tarımsal üretim içinde tahılların büyük bir önemi vardır. Ülkemizde işlenen tarım arazilerinin yaklaşık %80' inde tahıl üretimi yapılmakta, tahıl üretiminin yapıldığı alanların yaklaşık %65' inde de buğday üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim 1997).

Bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmekte olan ekmeklik ve makarnalık buğday genotipler üç temel makro besin maddesi olan N, P ve K' u kullanım etkinlikleri yönünden karşılaştırılmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Araştırma Tesadüf parselleri deneme desenine (Alpaslan ve ark. 1998) göre 4 tekrarlamalı olarak planlanmış ve sera koşullarında 1600 g. toprak alan saksılarda 24 adet buğday (19 adet ekmeklik ve 5 adet makarnalık) genotipi yetiştirilerek yürütülmüştür. Denemede kullanılan buğday genotipleri Çizelge 1' de verilmiştir. Her saksıya başlangıçta 18 adet buğday tohumu ekilmiş ve daha sonra saksılarda 12 adet bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Denemede tekstürü siltli killi tın, pH' sı 8,14; kireç kapsamı %7,54; EC' si 0,21 dS m<sup>-1</sup>, organik maddesi %0,80; toplam N %0,06, bitkiye yararışlı P, K kapsamları sırasıyla 5,13 ve 697mg kg<sup>-1</sup> olan toprak kullanılmıştır.

Denemede saksılara 80 mg kg<sup>-1</sup> P ve 100 mg kg<sup>-1</sup> K (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) uygulanmıştır. Azot gübrelemesi ise ekimle birlikte 200 mg kg<sup>-1</sup> N ve gelişmenin 20. gününde 100 mg kg<sup>-1</sup> N olmak üzere toplam 300 mg kg<sup>-1</sup> N olacak şekilde yapılmıştır. Bitkiler 52 günlük bir gelişme süresinden sonra hasat edilmiştir. Saf su ile yıkanan örnekler 65 °C' de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru yakma yöntemine göre yakılan bitki örneklerinde toplam P spektrofotometrik olarak (Kitson ve Mellon 1944), toplam K fleymfotometrik olarak belirlenmiştir (Kacar, 1972). Toplam N, Kacar (1972)'de bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Deneme sonunda kuru maddede her bir gram N, P ve K' un gram olarak oluşturduğu kuru madde miktarları bulunarak bitkilerin besin maddesi kullanım etkinliği hesaplanmıştır.

Genotipler arası farklılıkları belirlemek amacıyla yeni bir yaklaşım olan El Bassam (1998)' in yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde genotiplerin değerlendirme

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

Çizelge 1. Denemede kullanılan buğday genotipleri

Genotip numarası	Genotip adı
1	Gün-91
2	İkizce-96
3	Mızrak-98
4	Türkmen-98
5	Uzunyayla-98
6	Bezostaya
7	Gerek-79
8	Atay-98
9	Kıraç-66
10	Bolal-2973
11	Kate-A1
12	Pehlivan
13	Dağdaş
14	Kırkpınar-79
15	Kırgız
16	Kutluk
17	Sultan
18	Sivas 111/33
19	Yektay 406
20	Ç- 1252*
21	Kızaltan 40/98
22	Altın 40-98
23	Ankara-98
24	Yılmaz-98

\*koyu olanlar makarnalık genotipler

kriterlerine olan tepkimeleri derecelendirilmiş ve sonuçta toplu olarak değerlendirme çizelgesi oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan genotipler değerlendirme kriterleri olarak ele alınan değişim parametreleri bakımından (kuru madde, N, P, K konsantrasyonu ve alımı ile N, P, K kullanım etkinlikleri) yüksek, orta ve düşük performans düzeylerine göre gruplandırılmıştır. Buna göre, 24 buğday genotipi 3' e bölünerek ilk 8' e girenler performansları yüksek olanları, ikinci 8' de yer alan genotipler orta, son 8' de yer alan buğday genotipleri ise düşük performanslı genotipler olarak değerlendirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

**Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları:** Araştırmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin oluşturdukları kuru madde miktarları Çizelge 2' de verilmiştir. Oluşturulan kuru madde miktarlarına göre genotiplerin dağılımları Şekil 1A' da gösterilmiştir. Anılan çizelge ve şekil birlikte incelendiğinde, buğday genotiplerinin oluşturdukları kuru madde miktarlarının farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Burada, ekmeklik çeşitler, makarnalık çeşitlere göre ortalama olarak daha yüksek miktarlarda kuru madde oluşturmuşlardır. En yüksek kuru madde değerini 4.33 g ile ekmeklik bir çeşit olan Kutluk verirken, bunu yine ekmeklik çeşitlerden Kıraç-66 (4.16 g), Gün-91 (4.15 g) ve Gerek-79 (4.12 g) izlemişlerdir. Güneş (2000) ve İnal (2001) tarafından yapılan çalışmalarda, ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin yeterli P düzeylerinde oluşturdukları kuru madde miktarlarında da benzer bulgular saptanmıştır.

Denemede elde edilen kuru madde değerleri en düşük 8 çeşidin ortalaması 3.01 g iken en yüksek 8 çeşidin kuru madde ortalaması 4.07 g olarak bulunmuştur (Şekil 1A). Makarnalık çeşitlerin hepsi düşük grup içerisinde yer almıştır.

**Buğday genotiplerinin azot konsantrasyonu ve azot alımları:** Ekmeklik ve makarnalık çeşitlerin azot konsantrasyonları birbirlerine yakın değerler göstermiştir (Çizelge 3). Ekmeklik genotiplerinin ortalama N konsantrasyonları %4.72 olarak belirlenirken, bu değer

Çizelge 2. Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları

Genotipler	Kuru ağırlık g saksı <sup>-1</sup>
Gün-91	4.15
İkizce-96	3.50
Mızrak-98	3.54
Türkmen-98	3.99
Uzunyayla-98	3.85
Bezostaya	4.02
Gerek-79	4.12
Atay-98	3.26
Kıraç-66	4.16
Bolal-2973	3.24
Kate-A1	3.60
Pehlivan	3.86
Dağdaş	3.65
Kırkpınar-79	3.11
Kırgız	3.92
Kutluk	4.33
Sultan	3.64
Sivas 111/33	3.70
Yektay 406	3.66
Ç- 1252	2.85
Kızaltan 40/98	2.59
Altın 40-98	3.08
Ankara-98	3.30
Yılmaz-98	2.61

Çizelge 3. Buğday genotiplerinin azot konsantrasyonları ve azot alımları

Genotipler	N konsantrasyonu, %	N alımı, mg saksı <sup>-1</sup>
Gün-91	4.998	207.4
İkizce-96	4.758	166.5
Mızrak-98	4.622	163.6
Türkmen-98	4.760	189.9
Uzunyayla-98	4.311	166.0
Bezostaya	5.051	203.1
Gerek-79	4.504	185.6
Atay-98	4.824	157.3
Kıraç-66	4.687	195.0
Bolal-2973	4.585	148.6
Kate-A1	4.805	173.0
Pehlivan	4.788	175.2
Dağdaş	5.086	185.6
Kırkpınar-79	4.933	153.4
Kırgız	4.554	178.5
Kutluk	4.951	214.4
Sultan	4.463	162.5
Sivas 111/33	4.541	168.0
Yektay 406	4.377	160.2
Ç- 1252	4.995	142.4
Kızaltan 40/98	4.994	129.3
Altın 40-98	5.315	163.7
Ankara-98	4.675	154.3
Yılmaz-98	4.145	108.2

makarnalık çeşitlerde %4.82 olmuştur. Buğday genotiplerinin azot alımları ise farklılıklar gösterip ortalama olarak ekmeklik çeşitlerde 176.52 mg saksı<sup>-1</sup>, makarnalık çeşitlerde ise 139.58 mg saksı<sup>-1</sup> olmuştur (Çizelge 3).

Bitkiler azot konsantrasyonları ve azot alımlarına göre gruplandırıldığında Dağdaş, Bezostaya, Gün-91 ve Kutluk çeşitlerinin her iki parametrede de yüksek grup içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 1B ve C).

**Buğday genotiplerinin fosfor konsantrasyonu ve fosfor alımları:** Denemede kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ve P alımları çeşitlere göre büyük farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4 ve Şekil 1C). Ekmeklik genotiplerinin P konsantrasyonları ortalama %0.322 olarak bulunurken, makarnalık genotiplerinin P konsantrasyonları ortalama

%0.334 olmuştur. Buğday genotiplerinin fosfor alımları ise ekmeklik çeşitlerde ortalama 12.04 mg saksı<sup>-1</sup>, makarnalık genotiplerde 9.7 mg saksı<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Güneş (2000) ve İnal (2001) fosfor uygulamalarına bağlı olarak ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ve P alımlarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Derici (1999) ve Öztürk ve ark. (2000) tarafından ekmeklik ve makarnalık buğdaylar ile bunların değişik genotipleri arasında da fosfor konsantrasyonları açısından farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Bitkiler P konsantrasyonu ve P alımları yönünden gruplandırıldığında benzer şekilde Yılmaz-98, Bolal-2923, Sivas-111/33, Mızrak-98 ve İkizce-96 genotipleri düşük performanslı grup içerisinde yer almışlardır (Şekil 1D ve E).

**Buğday genotiplerinin potasyum konsantrasyonu ve potasyum alımları:** Buğday genotiplerinin K konsantrasyonu ve K alımları ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde farklılıklar göstermiştir (Çizelge 5). Ekmeklik genotipler gerek K konsantrasyonu gerekse K alımı yönünden makarnalık çeşitlere göre daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Ortalama potasyum konsantrasyonları ekmeklik çeşitlerde %4.636, makarnalık çeşitlerde ise ortalama %3.713 olurken, K alımları açısından sırasıyla 182.1 mg saksı<sup>-1</sup> ve 107.5 mg saksı<sup>-1</sup> olmuştur (Çizelge 5).

Ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri K konsantrasyonu ve K alımlarına göre gruplandırıldığında makarnalık çeşitlerin (Ç-1252 hariç) düşük performanslı grupta yer aldığı görülmektedir (Şekil 2A ve B).

**Buğday genotiplerinin azot, fosfor ve potasyum kullanım etkinlikleri:** Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin N, P ve K kullanım etkinlikleri hesaplanmış ve Çizelge 6' da toplu olarak verilmiştir. Anılan çizelgenin incelenmesinde de görüleceği üzere genotiplerin besin maddelerini kullanım etkinlikleri oldukça farklılıklar göstermektedir. Bir başka deyişle çeşitlerin azot, fosfor ve potasyumu kullanım yetenekleri farklı olmuştur.

Çeşitler azot, fosfor ve potasyumu kullanım etkinliklerine göre gruplandırıldıklarında makarnalık çeşitlerin potasyumu azot ve fosfora göre daha etken kullandıkları görülmektedir (Şekil 2C, D ve E).

Bitkilerin fosfor kullanım etkinlik değerleri azot ve potasyuma göre belirgin derecede yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Bu durum çeşitlerin genetik potansiyellerinin farkı olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir. İnal (2001) yaptığı çalışmada ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin agronomik P etkinliği bakımından farklı tepkiler gösterdiğini belirlemiştir.

Araştırmada kullanılan ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin değerlendirme kriterlerine göre göstermiş oldukları performansları değerlendirilerek sonuçlar toplu olarak Çizelge 7' de sunulmuştur. Anılan çizelge incelendiğinde, ekmeklik çeşitlerden Bezostaya ve Gerek-79 çeşitleri değerlendirmede kullanılan 10 parametrenin 7' sinde (kuru madde, N konsantrasyonu ve alımı, P konsantrasyonu ve alımı ile K konsantrasyonu ve alımı) yüksek grupta yer almıştır. Bunu Gün-91, Kırgız, Kutluk ve Kırac-66 çeşitleri izlemektedir. Ekmeklik çeşitlerden Pehlivan tüm parametrelerde orta düzeyde performans gösterirken, Kate-A1 çeşidi P alımının dışındaki tüm değerlendirme kriterlerinde yine orta grupta yer almıştır.

Çizelge 4. Buğday genotiplerinin fosfor konsantrasyonları ve fosfor alımları

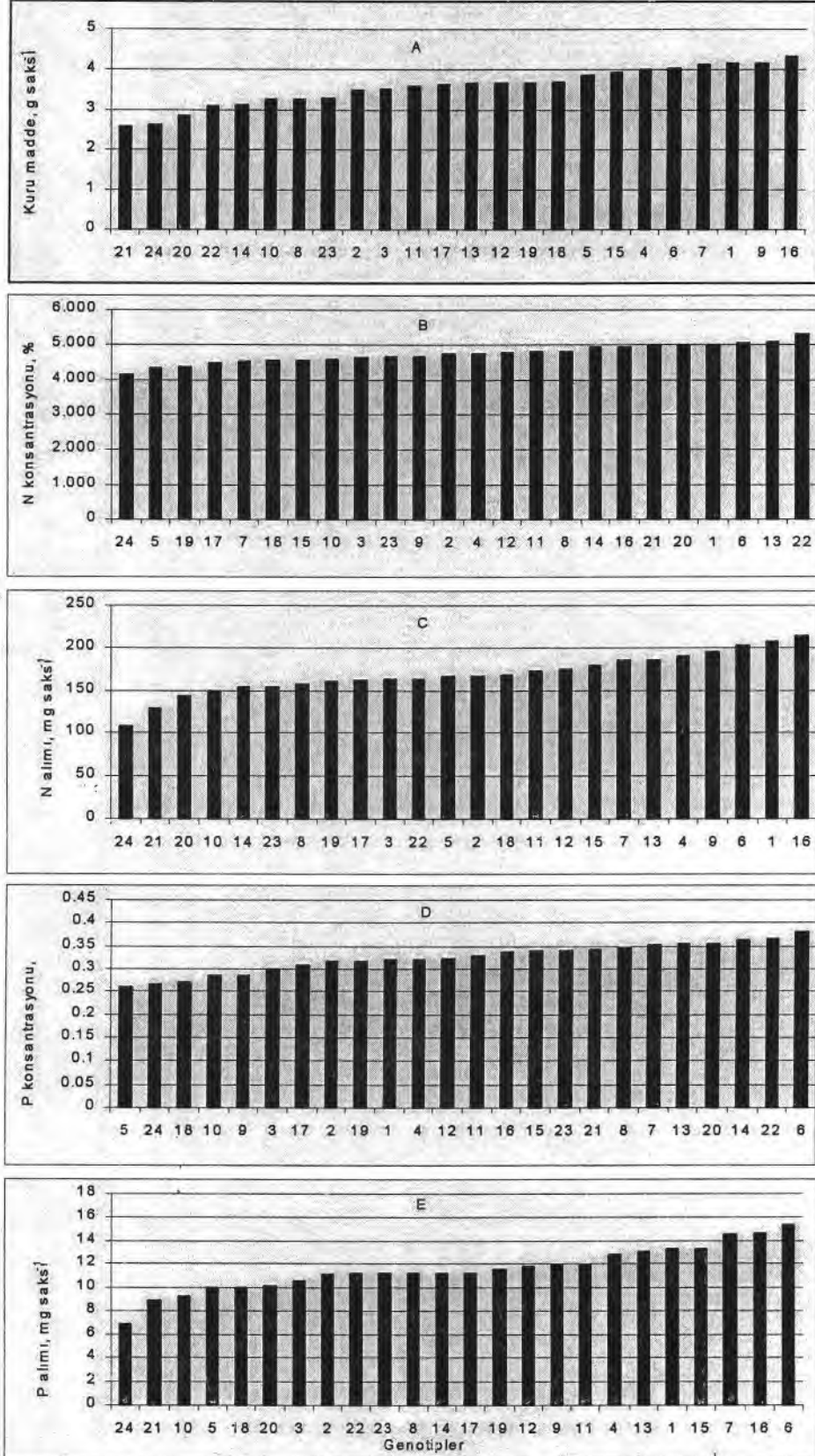
Genotipler	P konsantrasyonu, %	P alımı, mg saksı <sup>-1</sup>
Gün-91	0.320	13.3
İkizce-96	0.316	11.1
Mızrak-98	0.299	10.6
Türkmen-98	0.320	12.8
Uzunyayla-98	0.261	10.0
Bezostaya	0.381	15.3
Gerek-79	0.352	14.5
Atay-98	0.347	11.3
Kırac-66	0.288	11.9
Bolal-2973	0.285	9.2
Kate-A1	0.330	11.9
Pehlivan	0.322	11.8
Dağdaş	0.355	13.0
Kırkpınar-79	0.364	11.3
Kırgız	0.340	13.3
Kutluk	0.337	14.6
Sultan	0.310	11.3
Sivas 111/33	0.270	10.0
Yekta 406	0.317	11.6
Ç- 1252	0.356	10.1
Kızılta 40/98	0.343	8.9
Altın 40-98	0.365	11.2
Ankara-98	0.340	11.2
Yılmaz-98	0.265	6.9

Çizelge 5. Buğday genotiplerinin potasyum içerikleri ve potasyum alımları

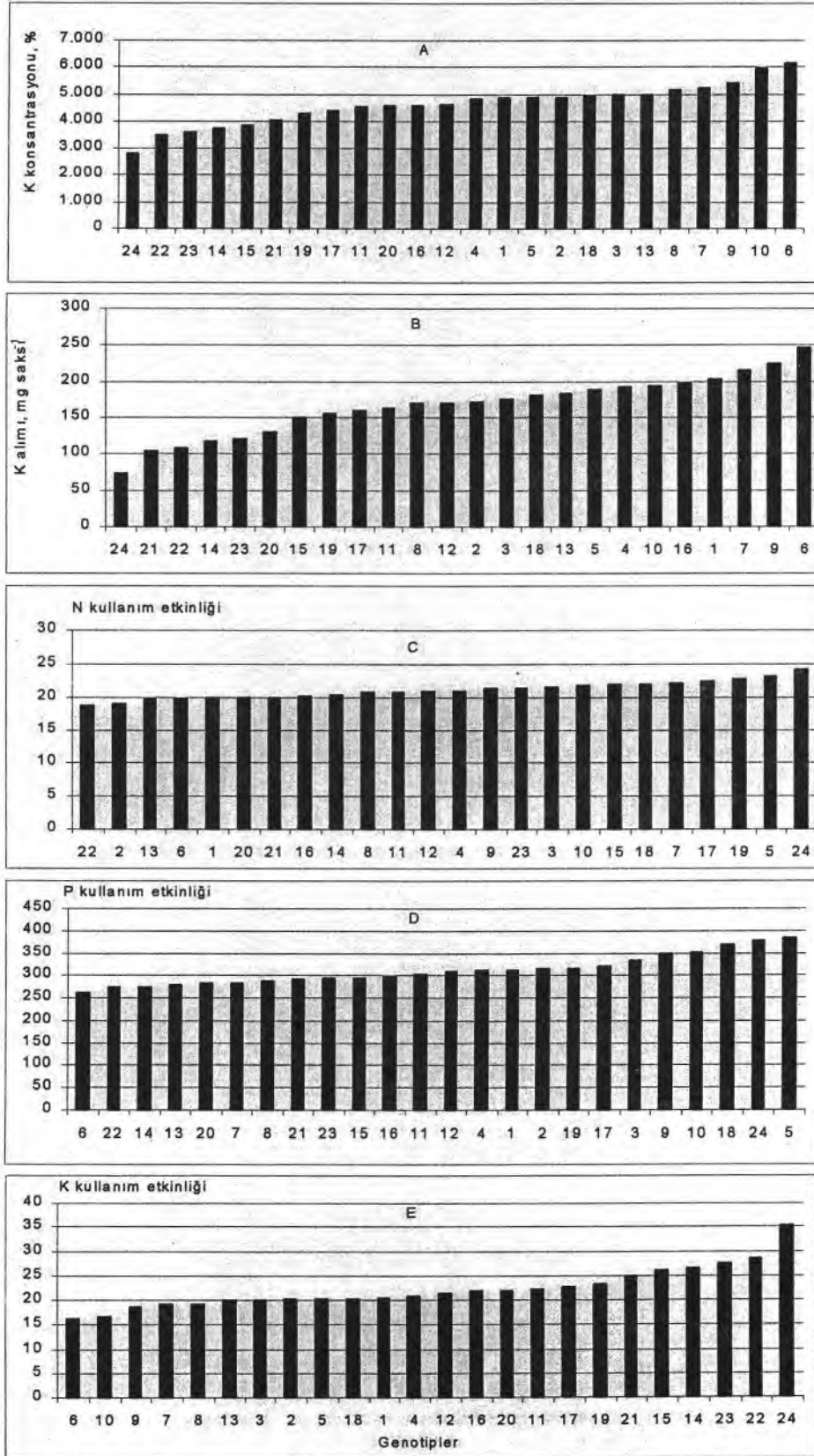
Genotipler	K konsantrasyonu, %	K alımı, mg saksı <sup>-1</sup>
Gün-91	4.890	202.9
İkizce-96	4.904	171.6
Mızrak-98	4.975	176.1
Türkmen-98	4.831	191.8
Uzunyayla-98	4.901	188.7
Bezostaya	6.159	247.6
Gerek-79	5.237	215.8
Atay-98	5.199	189.5
Kırac-66	5.400	224.6
Bolal-2973	5.961	193.1
Kate-A1	4.528	163.0
Pehlivan	4.644	170.0
Dağdaş	4.991	182.2
Kırkpınar-79	3.755	116.8
Kırgız	3.826	150.0
Kutluk	4.580	198.3
Sultan	4.391	159.8
Sivas 111/33	4.909	181.6
Yekta 406	4.265	156.1
Ç- 1252	4.564	130.1
Kızılta 40/98	4.031	104.4
Altın 40-98	3.522	108.5
Ankara-98	3.615	120.5
Yılmaz-98	2.833	73.9

Makarnalık buğday genotiplerinin değerlendirme kriterlerine göre performans düzeyleri genelde ekmeklik çeşitlere göre düşük olmuştur (Çizelge 7). Kızılta 40/98 ve Yılmaz-98 makarnalık çeşitleri incelenen 7 parametrede düşük grupta yer alırken, bunları Ç-1252 6 parametrede ve Altın 40/98 çeşidinde 5 parametrede düşük grupta yer alarak izlemişlerdir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre çeşit seçiminde kriter olabilecek bir sınıflandırma yapılmıştır. Buna göre araştırma koşullarında çeşitlerin göstermiş oldukları performanslara göre üretimde başarılı olunabilecek çeşitlere yönelmede yol gösterebilecektir. Ayrıca araştırma sonuçları özellikle tarla koşullarında yapılacak bu tür çalışmalara kaynak olabilecektir.



Şekil 1. Buğday genotiplerinin kuru maddeleri (A), N konsantrasyonu (B), N alımı (C), P konsantrasyonu (D) ve P alımı (E) yönünden gruplandırılmaları



Şekil 2. Buğday genotiplerinin K konsantrasyonu (A), K alımı (B), N kullanım etkinliği (C), P kullanım etkinliği (D) ve K kullanım etkinliği (E) yönünden gruplandırılmaları

Çizelge 6. Buğday genotiplerinin besin maddesi kullanım etkinlikleri

Genotipler	Azot	Fosfor	Potasyum
Gün-91	20.0	312.0	20.5
İkizce-96	18.9	315.3	20.4
Mızrak-98	21.6	334.0	20.1
Türkmen-98	21.0	311.7	20.7
Uzunyayla-98	23.2	385.0	20.4
Bezostaya	19.8	262.7	16.2
Gerek-79	22.2	284.1	19.1
Atay-98	20.7	288.5	19.2
Kıraç-66	21.3	349.6	18.5
Bolal-2973	21.8	352.2	16.8
Kate-A1	20.8	302.5	22.1
Pehlivan	20.9	310.2	21.5
Dağdaş	19.7	280.8	20.0
Kırkpınar-79	20.3	275.2	26.6
Kırgız	22.0	294.7	26.1
Kutluk	20.2	296.6	21.8
Sultan	22.4	322.1	22.8
Sivas 111/33	22.0	370.0	20.4
Yektay 406	22.8	315.5	23.4
Ç- 1252	20.0	282.2	21.9
Kızaltan 40/98	20.0	291.0	24.8
Altın 40-98	18.8	275.0	28.4
Ankara-98	21.4	294.6	27.4
Yılmaz-98	24.1	378.3	35.3

Çizelge 7. Buğday genotiplerinin performans düzeylerine göre dağılımları

Genotipler	Düzyerler			Derecesi
	Yüksek	Orta	Düşük	
Gün-91	5	4	1	4
İkizce-96	-	6	4	24
Mızrak-98	2	5	3	18
Türkmen-98	4	6	-	8
Uzunyayla-98	4	3	3	9
Bezostaya	7	-	3	2
Gerek-79	7	-	3	1
Atay-98	2	4	4	19
Kıraç-66	5	3	2	5
Bolal-2973	4	-	6	10
Kate-A1	1	9	-	21
Pehlivan	-	10	-	23
Dağdaş	5	2	3	7
Kırkpınar-79	3	2	5	14
Kırgız	5	2	3	6
Kutluk	5	4	1	3
Sultan	3	4	3	12
Sivas 111/33	3	4	3	11
Yektay 406	3	3	4	13
Ç- 1252	2	2	6	20
Kızaltan 40/98	3	-	7	16
Altın 40-98	3	2	5	15
Ankara-98	1	5	4	22
Yılmaz-98	3	-	7	17

## Kaynaklar

- Alpaslan, M., A. Güneş ve A. İnal, 1998. Deneme Tekniği. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 1501. Ders Kitabı: 455.
- Altin, G. N. and K. J. Frey, 1990. Breeding crop varieties for low input. Am. J. Alt. Agric. 4: 53-58.
- Anonim, 1997. Tarım İstatistikleri Özeti. DİE. Yayın No: 2137. Ankara.
- Austin, R. B. 1988. A different ideotype for each environment.?. In: M.L. Jorna & L.A. J. Sloocmaker (Eds.), Cereal Breeding Related to Integrated Cereal Production. Proceedings of the EUCARPIA conference, pp. 47-60. PUDOC, Wageningen, the Netherlands.
- Dambroth, M. and N. El Bassam, 1990. Genotypic variation in plant productivity and consequences for breeding of low-input cultivars. In: N. El Bassam, M. Dambroth & B.C. Loughman (Eds.), International Symposium on Genetic Aspects of plant. Mineral Nutrition, pp. 1-7. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands.
- Damisch, W. and A. Wiberg, 1991. Biomass yield- A topical issue in modern wheat breeding programmes. Plant Breeding 107: 11-17.
- Derici, R. 1999. Fosfor eksikliğine dayanıklı (fosfor etkin) buğday genotiplerinin belirlenmesi ve etkinlik mekanizmalarının morfolojik ve fizyolojik açıdan karakterize edilmesi. Tübitak TOGTAG/TARP- 2028 No' lu proje II. ara rapor.
- El Bassam, N. 1998. A concept of selection for 'low input' wheat varieties. Euphytica 100: 95-100.
- 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. Ekmeklik (*T. aestivum*) ve makarnalık (*T. durum*) buğday genotiplerinin bor alımı üzerine fosforun etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 6 (4): 44-48.
- İnal, A. 2001. Fosfor alımı ve fosfor etkinliği yönünden bazı ekmeklik (*T. aestivum*) ve makarnalık (*T. durum*) buğday genotipleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi (baskıda).
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 453. Uygulama Kılavuzu: 155.
- Kitson, R. E. and M. G. Mellon, 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molybdo-vanadophosphoric 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 eksikliğinde rol alan mekanizmalarının araştırılması. TARP-2028. Tübitak TARP Simpozyumu Program ve Bildiri Özetleri. s. 9-10.