



Mezleme ve Mutasyonla Elde Edilen İki Sıralı Arpa Genotiplerinde Bazı Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi

Cemal KONUR¹ib, İlknur AKGÜN^{1*}ib

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: ilknurakgun@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 06/07/2022

Kabul tarihi: 07/10/2022

Anahtar Kelimeler: Arpa (*Hordeum vulgare* L.), Başak özellikleri, Kalite, Melez, Mutasyon

DOI: 10.55979/tjse.1139901

ÖZET

Bu çalışmada, 20 adet ileri generasyon melez arpa genotipi, 5 çeşit (İnce-04, Burakbey, Ünver, Larende ve Tarm-92) ve 5 adet mutant genotip (Tarm-92 çeşidine Cobalt-60 Gamma radyasyonu uygulamasından seçilmiş) Isparta koşullarında bazı tarımsal özellikler ve kalite yönünden incelenmiştir. Araştırmada metrekaresine 500 adet tohum atılmış ve ekimle birlikte 6 kg/da fosfor (P₂O₅) ve 5 kg/da azot (N) uygulanmış, azotun geri kalan kısmı (5 kg/da) kardeşlenme döneminde verilmiştir. Farklı genotiplerde bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve kavuz oranı incelenmiş, bu özellikler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, tane verimini ve kaliteyi doğrudan veya dolaylı etkileyebilen özelliklerde (başak uzunluğunda M-4; başakçık sayısında M-14; başakta tane sayısında M-14 ve M-15; bin tane ağırlığında M-20; hektolitreye ağırlığında M-4, M-10, M-15 ve M-17; protein oranında G1, G2 ve M-5 genotipler) kontrol çeşitlerden daha üstün genotipler belirlenmiştir.

Determination of Some Agricultural Characteristics in Two-Line Barley Genotypes Obtained by Hybridization and Mutation

ARTICLE INFO

Received: 06/07/2022

Accepted: 07/10/2022

Keywords: Barley (*Hordeum vulgare* L.), Spike characteristics, Quality, Hybrid, Mutation

DOI: 10.55979/tjse.1139901

ABSTRACT

In this study, 20 advanced generation hybrid barley genotypes, 5 cultivars (İnce-04, Burakbey, Ünver, Larende, and Tarm-92) and 5 mutant genotypes (selected from Cobalt-60 Gamma radiation treatment to Tarm-92 cultivar) were investigated in terms of some agricultural characteristics and quality in Isparta conditions. In the research, 500 seeds were planted per square meter and with sowing, 6 kg of phosphorus (P₂O₅) and 5 kg of nitrogen (N) were applied per decare, and the rest of the nitrogen (5 kg/da) was given during tillering. Plant height, spike length, number of spikelets per spike, grain number per spike, 1000 grain weight, hectoliter weight, husk rate, and protein per grain were examined in different genotypes, and the relationships between these characteristics were determined by correlation analysis. As a result of the research, the properties that can directly or indirectly affect the grain yield and quality (M-4 in spike length; M-14 in the number of spikelets; M-14 and M-15 in the number of grains per spike; M-20; M-4, M-10, M-15 and M-17 in hectoliter weight; G1, G2 and M-5 genotypes in protein ratio) were determined superior to control cultivars.

1. Giriş

İnsan ve hayvan beslenmesinin en önemli kaynağını tahıllar oluşturmaktadır. 2020 yılı verilerine göre dünyada arpa üretimi yaklaşık 51.4 milyon ha, üretim miktarı 157.8 milyon ton, ortalama hektara verim ise 3.1 tondur (Eğilmez, 2021). Arpanın ülkemizde ekiliş alanı 3.8 milyon ha, üretim miktarı 8.3 milyon ton ve ortalama verimi 268 kg/da olup, ekiliş alanı olarak buğdaydan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2020). Türkiye’de arpa yetiştiriciliği genellikle yağışa bağlı koşullarda yapıldığından, verimi dünya ve AB ülkelerinin ortalamasının (5.0 ton/ha) altındadır (Eğilmez, 2021).

İlk kültüre alınan bitkilerin başında gelen arpa, binlerce yıl insan beslenmesinde kullanılmıştır. Günümüzde ise yerini başta buğday olmak üzere, diğer tahıllara bırakmış olup, bazı ülkelerde arpa ununun %8-10 oranında buğday ununa katıldığı bilinmektedir (Demirliçakmak, 1992). Arpanın dünyada kullanılan alanları yaklaşık %68’i hayvan yemi, %21’i sanayide ve %5’i de gıda üretiminde, ülkemizde ise %86’sı yemlik, %14 maltlık olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2021). Arpa tanesinin içeriğinde, yaklaşık olarak

%10 protein, %67 karbonhidrat, %5 selüloz ve %2 yağ içerdiği, fosfor potasyum kalsiyum gibi mineraller ile A, E ve B vitaminlerince de zengin olduğu bildirilmiştir (Alkan & Kandemir, 2015). Gıda endüstrisinde ekmek, bisküvi, kraker, çay, bebek maması yapımında kullanılmaktadır. Arpada sindirilebilir lif oranının yüksek olması ve yüksek β-glukan içerdiğinden dolayı bazı ülkelerde arpa unu şeklinde kullanımı artmış ve insan beslenmesinde de önem kazanmıştır (Baik vd., 2008; Ergun vd., 2012). Arpa, buğdaya göre daha erken hasada gelerek, ikinci ürün yetiştirilmesine imkân sağladığı gibi yetersiz veya düzensiz yağış alan ya da tuzlu topraklara sahip bölgeler için de uygun bir bitkidir.

Arpa üretimimiz, tüketimimizi karşılamakla beraber bazı yıllar yaşanan kuraklık ve kalite sorunları nedeniyle ithalat yapılmaktadır. Ülkemizde arpa ithalat miktarı, 2019 yılında 510 033 ton iken, 2020 yılında 890 063 bin tona yükselmiştir (Eğilmez, 2021). Farklı tüketim alanları olan arpadan beklenen tane kalitesi kavramı da farklılıklar gösterebilmektedir. Özellikle hayvan yemi teminindeki yetersizlikler ve kaliteli ürüne olan ihtiyaç, arpa tarımının

önemini daha da artırmaktadır. Ülkemizde agroekolojik bölgelerin varlığı, kuraklık, yatma problemi, diğer biyotik ve abiyotik stres faktörleri arpa üzerinde ıslah çalışmalarının devam etmesini zorunlu kılmaktadır. Arpa üretim miktarının artırılması bu sorunlara çözüm olabilen yeni çeşitlerin elde edilmesi ile mümkün olabilecektir. Yine ülkemizde her bölgeye önerilen yeni çeşitlerin belirlenmesi çalışmaları (Yüksel vd., 2017; Kızılgöçü vd., 2019; Karakoca & Akgün, 2020; Çelik, 2020; Karahan & Akgün, 2021; Kaya & Akçura, 2022) arpa üretiminde ve kalitesinde önemli bir artış sağlanabileceği gibi, ithalatın azaltılması ile ekonomiye de katkı sağlanacaktır.

Bu çalışmada, melezlemeyle geliştirilmiş ileri generasyon hatları ve mutasyon (Kobalt-60) ıslahından seleksiyon ile seçilen (M4 generasyon) hatları, bazı tarımsal özellikler yönünden, tescilli çeşitlerle karşılaştırılarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Isparta koşullarına uygun hatlar belirlenerek yeni çeşitlerin geliştirilmesine çalışılacaktır.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, yağışa dayalı koşullarda Isparta Uygulama Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkilerine ait Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait deneme alanlarında (2019-2020) yürütülmüştür. Materyal olarak, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden (GKTAE) temin edilen 20 adet ileri generasyon melez arpa genotipi, 5 tescilli çeşit (İnce-04, Burakbey, Ünver, Larende ve Tarm-92) ve 5 adet mutant (M4 generasyonu) hat olmak üzere toplam 30 adet iki sıralı arpa genotipi kullanılmıştır. GKTAE temin edilen melez genotipler 2 yıl ekilerek ön değerlendirmeye tutulmuş içerisinde başaklar seçilmiştir. Seçilen başaklardan başak sıraları oluşturularak, tohum miktarı artırılmış ve bu çalışmada kullanılmıştır.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü ve uzun yıllara ait yağış, sıcaklık, nem verileri*
Table 1. Precipitation, temperature, humidity data of the experiment and long years

| Aylar | Uzun Yıllar (1929 – 2020) | | | Deneme Yılı 2019-2020 | | |
|------------------|---------------------------|---------------|--------------|-----------------------|---------------|--------------|
| | Yağış (mm) | Sıcaklık (°C) | Nem (%) | Yağış (mm) | Sıcaklık (°C) | Nem (%) |
| Kasım | 44.8 | 7.8 | 69.9 | 28.6 | 9.8 | 71.6 |
| Aralık | 86.7 | 3.6 | 76 | 45.3 | 4.6 | 77.5 |
| Ocak | 81 | 1.8 | 75.3 | 74.1 | 1.4 | 70.6 |
| Şubat | 67.6 | 2.9 | 71.7 | 71.4 | 3.8 | 75.2 |
| Mart | 58.8 | 6 | 65.9 | 41.3 | 7.7 | 64.8 |
| Nisan | 52.1 | 10.7 | 61.3 | 24.2 | 11.6 | 58.6 |
| Mayıs | 57 | 15.4 | 59.2 | 92.1 | 16.1 | 57.1 |
| Haziran | 34.3 | 19.9 | 52.7 | 42.6 | 20.3 | 52.3 |
| Temmuz | 15.9 | 23.4 | 45.6 | 1.9 | 27 | 36.5 |
| Orta/Top. | 498.2 | 10.16 | 64.17 | 421.5 | 11.36 | 62.68 |

*Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Arazi koşullarında incelenen özelliklerle ilgili araştırma sonuçlarından elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine göre SAS paket programından yararlanarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Özelliklere ilişkin ortalamalar Duncan testine göre gruplandırılmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve metrekarede 500 adet tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Her parselde 3 sıra yer almıştır (6 m uzunluk × 0.6 m genişlik). Dekara 10 kg hesabıyla azotlu, 6 kg/da hesabıyla fosforlu gübre uygulanmıştır. Azotlu gübrenin yarısı ekimle birlikte, geri kalan yarısı ise sapa kalkma döneminde üstten verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi 150-200 cc/da aktif madde hesabıyla 2,4-D terkipli herbisit kullanılmış, parselin orta sırasındaki bitkiler tam olum döneminde el ile hasat yapılmış (parsellerin her iki ucunda 0.5 m kenar tesiri bırakılmıştır) ve tohumlar harman makinesiyle harmanlanmıştır. Araştırmada incelenen iki sıralı arpa genotiplerinden M-25 numara ile gösterilen hat erkenci olup, yaklaşık 10 gün önce hasat edilmiştir.

Araştırmada, her parselden rastgele seçilen 20 bitkinin ana başaklarında bitki boyu, başak boyu, başakta başakçık sayısı ve başakta tane sayısı ile 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, kavuz oranı (Anonim, 1987) ve tanede protein oranı (Bremner, 1965; Kacar & İnal, 2010) incelenmiş, bu özellikler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Deneme yerinin toprak özellikleri; tekstür bakımından killi-tınlı, fosfor bakımından fakir (24.1 mg/kg), pH'sı 7.06, ve potasyum oranı (175.2 mg/kg) bakımından zengin, kireççe zengin (%29.0) ve organik maddece (%1.50) fakirdir.

Denemenin yürütüldüğü dönemde (Kasım 2019-Temmuz 2020) ortalama sıcaklık (11.36 °C) aynı döneme ait uzun yıllar ortalamasından (10.26 °C) yüksek, toplam yağış miktarı (421.5 mm) ise aynı döneme ait uzun yıllar toplamından (498.2 mm) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki boyu

Arpa genotiplerine ait ortalama bitki boyları 91.63-71.77 cm arasında değişmiş ve genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). En

yüksek bitki boyu Tarm-92 çeşidinde, en düşük bitki boyu ortalaması ise M-2 genotipinde ölçülmüştür. Kontrol çeşitlerde en düşük 81.5-91.3 cm arasında, melez genotiplerde ise 71.77-91.57 cm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Birçok melez grupta yer alan arpa genotipleri, denemede kontrol olarak kullanılan çeşitler ile bitki boyu

yönünden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Genel olarak mutasyon ile elde edilen G-1, 2, 3, 4 ve 5 hatları (78.73-83.53 cm) kendi kontrol grubu olan Tarm-92'den önemli seviyede daha kısa boylu (91.63 cm) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. İki sıralı arpa genotiplerinde incelenen bazı tarımsal özelliklere ait ortalamalar

Table 2. Means of some agricultural characteristics examined in two-row barley genotypes

| Genotip | Bitki Boyu (cm) | Başak Uzun. (cm) | Başakçık Say. (adet) | Başakta Tane Sayısı (adet) | Bin Tane Ağırlığı (g) | Hektolitreye Ağır. (Kg) | Protein Oranı (%) | Kavuz oranı (%) |
|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|
| Tarm-92 | 91.63 a ¹ | 6.63 h-j ¹ | 23.42 ij ¹ | 22.33 a-f ¹ | 49.63 a | 67.37 b-g | 11.35 k ¹ | 11.52 d-1 |
| M-2 | 71.77 m | 6.62 h-j | 24.80 d-f | 22.90 a-e | 45.70 c-f | 50.83 m | 13.27 b-h | 12.79 b-g |
| M-3 | 84.63 de | 7.20 b | 23.35 i-k | 22.03 a-f | 45.30 c-g | 62.81 f-k | 13.01 b-1 | 12.93 b-f |
| M-4 | 80.17 i-j | 7.65 a | 25.45 bc | 22.67 a-e | 46.57 bc | 74.93 a | 13.91 b-e | 15.12 a-c |
| M-5 | 76.00 k | 6.75 e-1 | 22.97 kl | 21.63 c-f | 45.17 c-g | 63.81 d-k | 14.18 ab | 12.57 b-h |
| İnce-04 | 76.63 k | 6.88 d-g | 25.17 cd | 22.47 a-e | 44.93 c-h | 61.99 g-l | 14.11 a-d | 15.45 ab |
| M-7 | 73.80 l | 6.93 de | 23.27 jk | 21.17 c-f | 43.33 f-k | 67.22 b-g | 12.91 b-1 | 13.49 b-e |
| M-8 | 86.23 c | 6.67 h1 | 23.25 jk | 21.30 c-f | 43.17 f-k | 67.04 b-1 | 12.63 d-k | 9.86 g-1 |
| M-9 | 83.07 e-g | 6.75 e-1 | 23.50 ij | 20.32 d-f | 44.20 c-1 | 56.88 l | 14.10 a-d | 10.45 e-1 |
| M-10 | 81.30 i-h | 6.92 d-f | 24.15 gh | 22.93 a-d | 42.80 f-k | 66.39 c-1 | 12.33 f-k | 15.13 a-c |
| Larende | 81.65 g-1 | 6.42 j-l | 25.65 b | 23.60 a-c | 42.33 g-k | 67.29 b-g | 12.98 b-1 | 10.61 e-1 |
| M-12 | 86.30 c | 6.05 o | 23.75 h1 | 21.73 c-f | 40.63 kl | 72.52 ab | 12.66 c-k | 12.24 d-1 |
| M-13 | 86.10 cd | 7.13 bc | 25.15 c-e | 21.47 c-f | 43.37 d-k | 64.45 c-j | 12.98 b-1 | 14.09 a-d |
| M-14 | 81.10 i-h | 6.97cd | 26.30 a | 19.60 f | 44.67 c-1 | 68.67 b-f | 12.99 b-1 | 10.73 e-1 |
| M-15 | 91.57 a | 7.28 b | 24.73 ef | 24.50 ab | 43.60 c-j | 70.29 a-c | 11.60 i-k | 15.14 a-c |
| Burakbey | 89.50 b | 7.58 a | 25.67 b | 24.70 a* | 45.57 c-f | 66.41 c-1 | 12.57 e-k | 11.63 d-1 |
| M-17 | 80.20 i-j | 6.42 j-l | 22.37 mn | 20.77 d-f | 38.20 l | 70.18 a-c | 13.71 b-f | 11.40 d-1 |
| M-18 | 75.60 k | 6.66 h1 | 23.27 jk | 20.97 c-f | 32.77 m | 64.14 d-k | 11.95 h-k | 13.13 b-e |
| M-19 | 80.60 ı | 6.52 i-k | 22.35 mn | 21.23 c-f | 40.87 jk | 62.81 f-k | 12.80 b-k | 11.02e-1 |
| M-20 | 86.80 c | 6.92 de | 24.15 gh | 22.67 a-e | 48.50 ab | 66.62 c-1 | 12.22 g-k | 12.89 b-g |
| Ünver | 87.20 c | 6.53 i-k | 21.60 o | 20.63 d-f | 41.77 i-k | 69.17 b-e | 12.66 c-k | 9.71 h1 |
| M-22 | 80.30 i-j | 6.66 h1 | 24.50 fg | 23.07 a-d | 46.10 b-e | 63.26 e-k | 11.44 j-k | 9.70 h1 |
| M-23 | 83.13 e-g | 6.60 h-j | 23.97 h | 22.33 a-f | 46.33 b-d | 67.19 b-h | 12.86 b-j | 10.01 f-1 |
| M-24 | 83.07 e-g | 6.70 f-1 | 24.85 d-f | 22.93 a-d | 42.30 g-k | 69.34 b-d | 11.55 i-k | 13.12 b-e |
| M-25 | 84.07 ef | 6.70 f-1 | 21.52 op | 21.23 c-f | 43.90 c-1 | 63.98 d-k | 13.96 b-g | 13.34 b-e |
| G-1 | 83.53 ef | 6.80 d-h | 22.75 lm | 21.80 b-f | 44.10 c-1 | 58.55 kl | 15.41 a | 16.52 a |
| G-2 | 82.47 f-h | 6.27 l-n | 22.38 mn | 20.67 d-f | 42.10 g-k | 58.93 j-l | 14.15 a-c | 12.30 c-1 |
| G-3 | 78.93 j | 6.35 k-m | 21.15 p | 20.10 ef | 44.43 c-1 | 66.09 c-1 | 13.61 b-g | 12.73 b-h |
| G-4 | 80.83 i-h | 6.15 m-o | 22.25 n | 20.93 c-f | 42.77 f-k | 61.27 h-l | 13.09 b-h | 9.39 ı |
| G-5 | 78.73 j | 6.14 no | 22.55 l-n | 20.87 c-f | 43.70 c-j | 61.24 i-l | 13.74 b-f | 11.29 d-1 |
| Ortalama | 82.23 | 6.73 | 23.67 | 21.85 | 43.62 | 65.05 | 13.03 | 12.31 |
| CV (%) | 1.10 | 1.75 | 1.03 | 6.39 | 3.47 | 4.61 | 5.76 | 12.52 |

¹ Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Araştırmada incelenen genotiplerde bitki boyu yönünden varyasyon belirlenmiştir. Bitki boyu üzerine çevresel faktörler etkili olsa da daha fazla genetik yapıya bağlı bir özellik olduğu bildirilmiştir (Whitman vd., 1985). Arpada bitki boyunun eklemeli gen etkisi altında olduğu ileri sürülmüştür (Bilgen, 1989).

Arpa üretimini kısıtlayan faktörlerden birisi de yatma sorunudur. Yatmaya dayanıklılıkta bitki boyu önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Genellikle uzun boylu genotiplerde yatma daha fazla meydana geldiğinden, ıslah çalışmalarında kısa boylu genotiplerin geliştirilmesi tercih edilmektedir. Uzun boylu bitkilerin fotosentezle üretilen asimilatları boy uzamasında, kısa boylu bitkiler ise fertil kardeş oluşturmada kullanarak verime katkı sağladığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (McClung vd.,

1986; Bilgen, 1989). Yine yatma fotosentez etkinliğini azaltarak, bitkinin büyüme ve gelişmesini sınırlandırabilmektedir. Özellikle başaklanma döneminde meydana gelen yatma, %27-40 arasında verim kaybına neden olabilmektedir (Rademacher, 2009). Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde bitki boyu yönünden genotipler arasında varyasyon belirlenmiştir. Nitekim ortalama bitki boyu Kendal vd. (2010), 90.0-128.1 cm, Oral vd. (2017), 90-117 cm, Ertuş (2021), 56.23-75.10 cm, Kaya & Akçura (2022), 85-100 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Bitki boyu yönünden genotipler arasındaki farklılık, genotiplerin oksin konsantrasyonu ve fotosentetik aktivitelerinin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir (Bak vd., 2001; Din vd., 2011).

3.2. Başak uzunluğu

İki sıralı arpa genotiplerine ait başak boyu ortalamaları 6.05-7.65 cm arasında değişmiş ve genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En uzun başak boyu M-4 genotipinde, en kısa başak boyu ise M-12 genotipinde ölçülmüştür (Çizelge 2). M-3, M-4, M-13 ve M-15 melez hatlarında başak uzunlukları 7 cm üzerinde olup, Burakbey hariç diğer kontrol çeşitlerinden daha fazla bulunmuştur. Kontrol çeşitleri ait başak boyu ortalamaları 6.42-7.58 cm ve mutasyon ile elde edilen arpa genotiplerinin başak boyu değerleri ise 6.14-6.80 cm arasında değişim göstermiştir. Mutant hatların başak uzunluğu Tarm-92 (6.63 cm)'den önemli seviyede daha kısa (G-1 hattı hariç) olduğu belirlenmiştir. Bitki boyunun kısılması başak uzunluğunun da azalmasına neden olmuştur.

Başak uzunluğundaki artış, başaktaki fotosentetik kapasiteyi ve tane sayısını arttırdığından ıslahçılar tarafından üzerinde durulan bir özelliktir. Araştırmada tane sayısı ile başak uzunluğu arasında olumlu ve önemli ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3). Uygun koşullarda yetiştirilen uzun başak boyuna sahip çeşitlerin ve hatların verimi arttırdığı bildirilmiştir (Öktem & Çölkesen, 2000; Dönmez, 2002). Başak boyu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, başak uzunluğunun, başakçık sayısını arttırdığı ve verimi etkilediği bildirilmiştir (Korkut vd., 1993; Karakoca & Akgün, 2020). Başak uzunluğuna etkili olan faktörlerin, çevre koşulları, kültürel uygulamalar ve genetik yapı olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yüksel vd., 2011; Koç & Akgün, 2018).

Bu konu ile ilgili incelenen diğer araştırmalarda; farklı ekolojik koşulda yürütülen iki sıralı arpa genotiplerinde başak uzunluğu 6.58-9.11 cm (Sırat & Sezer, 2016), Isparta koşullarında yürütülen çalışmada Tarm-92 iki sıralı arpa çeşidi tohumlarına farklı dozlarda uygulanan gama ışınları (200, 300, 400 ve 500 Gy) uygulamasından elde edilen M2 bitkilerinde ortalama başak boyu 8.71 cm (Karakoca & Akgün, 2020), Erzurum ekolojik koşullarında Tarm-92 arpa çeşidi ve bundan elde edilmiş 32 adet M4 generasyonuna ait mutant hatlarda, başak boyu 7.04-9.33 cm arasında olduğu bildirilmiştir (Kaplan, 2019). Yine iki sıralı tecilli arpa çeşitleri ve melezleme yolu ile elde edilmiş ileri generasyon hatlarında başak uzunluğu 7.53-9.06 cm (Çelik, 2020) ve 5.41-7.03 cm arasında değiştiği bildirilmiştir (Ertuş, 2021).

Sonuç olarak incelenen diğer araştırmalarda elde edilen veriler, çalışmamızda bildirilen başak uzunluğu değerleri (6.05-7.65 cm) ile benzerlik göstermektedir. G1-5 nolu hatlar seçildiği popülasyonda başak uzunluğu 7.93- 9.13 cm arasında değişmiş ve kontrole göre (8.71 cm) farklılık göstermiştir (Karakoca, 2020). Bu çalışmada hem Tarm-92 çeşidinde hem de mutant genotiplerde başak uzunluğu daha kısa bulunmuştur. Başak uzunluğu çevre koşullarından etkilenebilmektedir (Koç & Akgün, 2018).

3.3. Başakçık sayısı

Arpa genotiplerinde başakçık sayısı ortalamaları 21.15-26.30 adet arasında değişmiş ve genotipler arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En fazla başakçık sayısı M-14 hattında, en düşük değer ise mutant G-3 hattında belirlenmiştir. Kontrol çeşitlerinin ortalama başakçık sayısı değerleri 21.60-25.67 adet arasında, melez hatlar 21.51-26.30, mutant hatlar 21.15-22.75 adet arasında değişim göstermiştir. Araştırmada birçok melez hat istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Arpada başakçık sayısı başak boyuna, başağın sık veya seyrek oluşuna ve sıra sayısına (2 ya da 6 sıralı) göre değişebilmektedir. Arpada başakçık sayısı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, kullanılan çeşitler ve hatlara göre genel olarak farklılık göstermekle beraber, başak uzunluğu arttıkça başakçık sayısının da artmış olduğu ve tane verimi ile olumlu ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Khaliq vd., 2004; Altındal, 2014).

Lasa vd. (2001) tarafından yapılan araştırmada, genotiplerin başakçık sayısı 15.6-37.6 adet, Bursa lokasyonunda 17.45-22.88 adet Taş & Yürür (2002), 133 yerel arpa genotipi üzerinde yürütülen çalışmada ise 23.4-35.8 adet (Ahmad vd., 2008) arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre başak boyunun kısa olduğu genotiplerde başakçık sayısı da daha az bulunmuştur. Araştırmada başak uzunluğu ile başakta başakçık sayısı arasında önemli ve olumlu ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3).

3.4. Başakta tane sayısı

Araştırmada genotiplerin başakta tane sayısı ortalamaları 19.60-24.70 adet arasında değişmiştir. En yüksek başakta tane sayısı Burak Bey çeşidinde, en düşük ise M-14 genotipinde belirlenmiş ve genotipler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Kontrol çeşitlerinin başakta tane sayısı ortalamaları 20.63-24.70 adet, melez genotiplerde ise 19.60-24.50 adet arasında değişmiştir. Burakbey, İnce-04, Larende ve Tarm-92 çeşitleri çeşidi ile birçok melez hat (M-2, M-3, M-4, M-10, M-15, M-20, M-22, M-23, M-24) ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Başakta tane sayısı yeni çeşitlerin geliştirilmesinde önemli bir seleksiyon kriteri olup, tane verimini doğrudan etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Başakta tane sayısı genetik özelliklerin yanı sıra çevre faktörlerinden de etkilenebilmektedir. Nisan ve Mayıs aylarında hava koşulları serin geçmesi ve istenilen yağışın bulunduğu koşullarda, başaktaki tane sayısı ve tane iriliği artmaktadır. Nisan ve mayıs aylarının sıcak ve kurak geçmesi, döllenmeyi olumsuz etkileyerek tane tutma oranı azalmaktadır (Dencic vd., 1995; Şentürk & Akgün, 2014). Başakta tane sayısı ile ilgili incelenen diğer çalışmalarda; Sırat & Sezer (2017), 21.72-26.15 adet, Karakoca & Akgün (2020), 20.36-23.42 adet, Kaplan (2019), 17-22.37 adet, Çelik (2020), 24.6-53.9 adet, Ergün (2021), 22.4-29.9 adet,

Ertuş (2021), 30.07-34.26 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz veriler (19.60-24.70 adet), incelenen diğer araştırma sonuçları ile benzerlik gösterdiği gibi farklı sonuçlar da belirlenmiştir. Sonuçların farklı bulunma nedeni, araştırmalarda kullanılan genotiplerin ve çevre koşullarının farklı olması ile açıklanabilir. Araştırmada mutasyonla elde edilen genotiplerde kontrol çeşidine göre tane sayısının az olması, başak uzunluğu ve başakçık sayısı değerlerinin daha düşük bulunması yanında mutagene bağlı olarak kısırılığın devam etmesi de etkili olabilir. Nitekim mutasyon uygulamalarında başak yapısında ve tohum oluşumunda anormallikler, dişi ve erkek organlarda bozulmalar olabileceği farklı çalışmalarda belirlenmiştir (Sarker & Sharma, 1989; Akgün & Tosun, 2004). Yine başakta tane sayısının gama ışını uygulanarak elde edilen mutantlarda en hassas özellik olduğu ileri sürülmüştür (Rachovska & Dimova, 2000).

3.5. Bin tane ağırlığı

Genotip ortalamaları bin tane ağırlığı yönünden istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Arpa genotiplerine ait ortalama bin tane ağırlıkları 32.77-49.63 g arasında değişmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı Tarm-92 çeşidinde belirlenmiş olmakla birlikte M-20 (48.50 g) genotipi aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Kontrol çeşitlerinde bin tane ağırlığı 41.77-49.63 g, mutasyon ile elde edilen arpa genotiplerinde 42.10-44.10 g, melez hatlarda ise 33.77-48.50 g arasında değişim göstermiştir. M-4, M-20, M-23 ve M-22 melez genotiplerinde ortalama bin tane ağırlığı 46 g üzerinde belirlenmiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Bin tane ağırlığı tahıllarda, tane verimini etkileyen özelliklerden birisi olup, önemli bir kalite kriteridir. Arpada tane büyüklüğü, endospermde depolanan nişasta miktarı ile ilişkili olup, yapısında biriktirdiği kuru madde oranı yükseldikçe yemlik ve biralık kalitesi artmaktadır. Bin tane ağırlığı, kullanılan hatların genetik özelliklerinin yanı sıra, yetiştirme teknikleri, ekolojik koşullar, başakta tane sayısı, ekim zamanları ve bitkinin generatif gelişim döneminde karşılaştığı sıcaklık ve kuraklık gibi iklim koşulları etkili olabilmektedir (Kendal & Doğan, 2012; Kilercioğlu, 2020; Öngün, 2021). İncelenen farklı çalışmalarda bin tane ağırlığı, eklemeli çok sayıda gen ile kontrol edildiğinden (Yağdı & Ekingen, 1995), çevre faktörlerinden daha fazla etkilendiği ileri sürülmüştür (Peterson vd., 1992). Nitekim, Konya, Aksaray, Çumra lokasyonunda 19 farklı arpa genotipi ve 5 adet tescilli çeşit ile yürütülen çalışmada, bin tane ağırlıkları Aksaray lokasyonunda 40.18-54.12 g, Çumra lokasyonunda 24.38-49.15 g, Konya lokasyonunda ise 40.46-49.43 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Aydoğan vd., 2017).

İncelenen diğer araştırmalarda bin tane ağırlığı; arpada ortalama bin tane ağırlığı, Swanston vd. (2017), 43.5-47.2 g, Kaplan, (2019) 54.19-60 g, Kızılgöçü vd., (2019), 42.21-45.02 g, Sönmez & Yüksel (2019), 30.5-55.2 g, Çelik

(2020), 35.01-52.49 g, Kaya & Akçura (2022), 35-40 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

3.6. Hektolitre ağırlığı

Arpa genotiplerinde ortalama hektolitre ağırlığı 50.83-74.93 kg arasında değişmiş ve en yüksek hektolitre ağırlığı M-4 genotipinde, en düşük ise M-2 genotipinde belirlenmiştir. Genotipler arasındaki hektolitre ağırlığı yönünden farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Kontrol çeşitlerinde ortalama hektolitre ağırlığı 61.99-69.17 kg, mutant genotiplerinde 58.55-66.09 kg, melez hatlarda ise 50.83-74.93 kg arasında değişim göstermiştir. Birçok melez hat aynı istatistiksel grupta yer almış (M-4, M-12, M-15, M-17) ve 70 kg üzerinde hektolitre ağırlığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

İncelenen araştırmalarda hektolitre ağırlığı, çevre şartlarına (sıcaklık, rakım, yağış, toprak), endosperm yapısına, kültürel uygulamalara, genotip özelliklerine, hastalık ve zararlı etkilerine ve yatma oranına bağlı olarak değişebilmektedir (Sade vd., 1999; Kendal, 2012). Nitekim farklı çalışmalarda hektolitre ağırlığının; Aydoğan vd. (2017), 68.30-73.50 kg, Kızılgöçü vd. (2019), 58.92-66.39 kg, Çelik (2020), 54.86-64.20 kg, Sönmez vd. (2020), 56.78-67.77 kg, Köse vd. (2021), 71.24-81.11 kg, Kaya & Akçura (2022), 63-68 kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

3.7. Protein oranı

Arpa genotiplerine ait ortalama protein oranı değerleri %11.35-15.41 arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek protein oranı G-1 genotipinde, en düşük ise Tarm-92 çeşidinde belirlenmiştir. Kontrol çeşitlerine ait protein oranı ortalamaları %11.35-14.11, melezleme ile elde edilen genotiplerde %11.44-14.18 ve mutant hatlarda %13.09-15.41 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çizelge 2 incelendiğinde protein oranı bakımından G-1 genotipi ile M-5, G-2, M-9 genotipleri ve İnce-04 çeşidi aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Mutant genotiplerin protein oranları Tarm-92 çeşidinden daha yüksek bulunmuştur.

Arpada protein miktarına, genotip, toprakta bulunan kullanılabilir azot seviyesi, ekolojik koşullar (iklim, hastalık ve zararlılar, toprak), kültürel uygulamalara (makine tarım, bitki besleme uygulamaları ve sulama) bağlı olarak %9.2-14.5 arasında değişmektedir (Karaduman, 2006). Özellikle tane dolun dönemindeki yağışların, protein oranını doğrudan etkilediği ileri sürülmüştür (Hurkman vd., 2009; Biruk & Demelash, 2016). Araştırmada mutant hatların protein oranı kontrol (Tarm-92) ve birçok melez hattın daha yüksek bulunmuştur. Çağırğan & Yıldırım (1989), arpa mutasyon çalışmalarında bazı mutant tiplerin daha fazla tane protein oranı içerdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmamızda elde ettiğimiz verileri destekler niteliktedir. Diğer taraftan başakta tane sayısının azlığı da protein oranını arttırmaktadır.

Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde; iki sıralı arpada ham protein oranının çeşitlere bağlı olarak Quinde

vd. (2004), %8.9-11.1, Aydoğan vd. (2011), %11.08-12.15, Kızılgöçü vd. (2016), %13.9- 19.1, Muruza & Çelik (2020), %9.72-11.83 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Maltlık arpada yüksek protein içeriği birada bulanıklığa ve acılaşıma neden olduğundan protein oranının %12'den az olması istenmektedir (Kün, 1996). Yemlik olarak kullanılacak arpalarda ise protein içeriği fazla olmalıdır. Ülkemizde kullanılan arpa çeşitlerinin büyük bir çoğunluğu hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Araştırmada kullanılan iki sıralı hatların birçoğunun %12 ve üzerinde protein oranına sahip olması nedeniyle, yemlik olarak kullanıma daha uygun olduğu söylenebilir.

3.8. Kavuz oranı

Arpa genotiplerinde ortalama kavuz oranı %9.39-16.52 arasında değişmiştir. En düşük kavuz oranı G-4, en yüksek ise G-1 mutant genotiplerde belirlenmiş ve genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Melez hatların ortalama kavuz oranı %9.70-15.14, mutant genotiplerde %9.39-16.52, kontrol çeşitlerinde ise %9.71-15.45 arasında değişmiştir. Mutasyon ile elde edilmiş olan G-1 numaralı genotip ile İnce-04 çeşidi, M-4, M-13 ve M-15 numaralı hatlar aynı istatistiksel grupta yer almış, %14'ün üzerinde kavuz oranı belirlenmiştir (Çizelge 2). Mutant genotiplerde kavuz miktarı yönünden de kontrol çeşidinden farklılık (Tarm-92) belirlenmiştir.

Arpada kavuz oranının az olması arzu edilmektedir. Genel olarak toplam kavuz oranının tane ağırlığına oran %15-25 arasında değişmektedir (Rode & Beauchemin, 1995). Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde kavuz oranı üzerine yılların etkisi önemli (%7.98-8.65), genotipin ise önemsiz (%8.06-8.50) olduğu (Kartal vd., 2003), farklı lokasyonlarda Karahan (2020), tarafından yapılan çalışmada genotipin (%9.4-12.99) ve yılların (%10.4-11.4) etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir. Farklı araştırmalarda kavuz oranı üzerine, protein oranında olduğu kadar olmasa da çevrenin etkili olduğu (Karahan, 2020), iki sıralı arpada tanelerin dolgun, kavuzların ince ve ekstrakt içeriğinin daha fazla olduğu ileri sürülmüştür (Atlı vd., 1989).

Maltlık arparın kavuzlu olması istenmemekte, ancak %9'dan fazla olması istenmemektedir. Kavuzlar filtre işlevi gördüğü gibi, çim kımının kırılmasını da önlemektedir. Diğer taraftan kavuz oranı fazla olduğunda, tanen ve reçine içeriği de arttığından, bira kalitesi düşmektedir. TS 4078 Arpa Standardına göre ilk üç kalite derecesi için öngörülen kavuz oranları sırasıyla en çok %8, 10 ve 12'dir (Anonim, 1983; Kartal vd., 2003). Buna göre araştırmada kullanılan genotiplerin büyük çoğunluğu 2. ve 3. kalite derecesine girmektedir.

Sonuç olarak araştırmada kavuz oranı genotipe bağlı olarak önemli farklılık göstermiş ve kavuz oranı yönünden değerlendirilecek hatlar belirlenmiştir. Yem olarak kullanılacak çeşitlerde de kavuz oranının %10'dan daha az olması istenir. Bu değerlerin üzerindeki kavuz oranı, yem değerini düşürmektedir.

3.9. İncelenen özelliklere ait korelasyon analizi

Farklı arpa genotiplerinde incelenen özelliklere ait korelasyon sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, bitki boyu ile hektolitre ağırlığı arasında ($r = 0.37$) pozitif, protein oranında ise ($r = -0.28$) negatif korelasyon belirlenmiş ve bu ilişkiler önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Yine bitki boyu ile tane sayısı ($r = 0.21$), tane ağırlığı ($r = 0.25$) ve bin tane ağırlığı ($r = 0.25$) arasında pozitif ve istatistiksel olarak %5 önemlilik seviyesinde korelasyon belirlenmiştir. Benzer şekilde, başak uzunluğu ile başakçık sayısı ($r = 0.55$), tane sayısı ($r = 0.41$), tane ağırlığı ($r = 0.50$) ve kavuz oranı ($r = 0.31$) arasında pozitif ve önemli ($P<0.01$); başakta başakçık sayısı ile tane sayısı ($r = 0.50$) ve tane ağırlığı ($r = 0.57$) arasında pozitif ve önemli ($P<0.01$), protein oranında ise ($r = -0.28$) negatif ve önemli ($P<0.05$); başakta tane sayısı ile tane ağırlığı ($r = 0.48^{**}$) ve kavuz oranı ($r = 0.21^*$) arasında pozitif ve önemli, protein oranında ise ($r = -0.28^{**}$) negatif korelasyon belirlenmiştir. Yine tane ağırlığı ile bin tane ağırlığı ($r = 0.22^*$), hektolitre ağırlığı ($r = 0.33^{**}$) ve kavuz oranı ($r = 0.38^{**}$) arasında pozitif ve önemli; hektolitre ağırlığı ile protein oranı arasında ($r = -0.31^{**}$) negatif ve istatistiksel olarak önemli korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Arpa ıslah programlarında amaç, tane verimi ve kalitesini arttırmaktır. Bu nedenle tane verimini etkileyen özellikler arasındaki ilişkiler farklı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve ıslahçıya yardımcı olabilecek seleksiyon kriterleri belirlenmeye çalışılmıştır (Khaliq vd., 2004; İlker, 2006; Yılkan vd., 2020; Kaya & Akçura, 2022).

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırmada, 30 farklı arpa genotipinin bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, kavuz oranı, hektolitre ağırlığı ve tanede protein oranı incelenmiştir. Çalışmada, Isparta ekolojik koşullarına uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesine kaynak sağlayabilecek hatların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma sonucunda, bitki boyu kısa olan genotiplerde, başak uzunluğunun azaldığı, başak uzunluğu ile başakta başakçık sayısı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmuştur. Çalışmada kullanılan iki sıralı hatların birçoğunun %12 ve üzerinde protein oranına sahip olması nedeniyle, yemlik olarak çeşit geliştirmeye daha uygun olduğu, TS 4078 Arpa Standardına göre genotiplerin büyük çoğunluğu 2. ve 3. kalite derecesine girdiği belirlenmiştir. Ayrıca bazı genotiplerin (başak uzunluğunda M-4, başakçık sayısında M-14, başakta tane sayısında M-14 ve M-15, hektolitre ağırlığında M-4, M-10, M-15 ve M-17, bin tane ağırlığında M-20, protein oranında ise G-1, G-2 ve M-5 genotipleri) kontrol çeşitlerinden daha üstün olduğu belirlenmiştir. Bu hatların Isparta koşullarına uygun yeni çeşitlerin elde edilmesine doğrudan katkı sağlayabileceği, bazılarının da arpa gen havuzu içerisinde ebeveyn olarak da kullanılabilirliği söylenebilir.

Çizelge 3. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları (r)

Table 3. Correlation coefficients (r) between the investigated characteristics

| Özellikler | Bib | Bau | Bbs | Ts | Ta | Hl | Po | Bta |
|------------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|------|
| Bau | 0.13 | | | | | | | |
| Bbs | 0.07 | 0.55** | | | | | | |
| Ts | 0.21* | 0.41** | 0.50** | | | | | |
| Ta | 0.25* | 0.50** | 0.57** | 0.48** | | | | |
| Hl | 0.37** | 0.17 | 0.19 | 0.10 | 0.33** | | | |
| Po | -0.28** | -0.04 | -0.25* | -0.28** | -0.20 | -0.31** | | |
| Bta | 0.25* | 0.19 | 0.20 | 0.17 | 0.22* | -0.06 | -0.02 | |
| Ko | -0.08 | 0.31** | 0.19 | 0.21* | 0.38** | 0.02 | 0.18 | 0.04 |

*P < 0.05, ** P < 0.01, BiB: Bitki boyu, Bau: Başak uzunluğu, Bbs: Başakta başakçık sayısı, Ts: Başakta tane sayısı, Ta: Başakta tane ağırlığı, Hl: Hektolitre ağırlığı, Po: Protein oranı, Bta: Bin tane ağırlığı, Ko: Kavuz oranı

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

5. Kaynaklar

Ahmad, Z., Ajmal, S. U., Munir, M., Zubair, M., & Masood, M. S. (2008). Genetic diversity for morpho-genetic traits in barley germplasm. *Pakistan Journal of Botany*, 40(3), 1217-1224.

Akgün, I., & Tosun, M. (2004). Agricultural and cytological characteristics of M1 perennial rye (*Secale montanum* Guss.) as effected by the application of different doses of gamma rays. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(5), 827-833. <http://doi.org/10.3923/pjbs.2004.827.833>

Alkan, F. R., & Kandemir, N. (2015). Tokak yerel arpa çeşidi içinden seçilen saf hatların bazı gıda, yem ve tarımsal özellikler bakımından varyasyonları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 124-139.

Altındal, D. (2014). *Göller Yöresinde Yetiştirilen Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin/Popülasyonlarının Genetik Uzaklıklarının Belirlenmesi*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Anonim (1983). TSE Arpa Standardı, TS 4078, Ankara.

Anonim (1987). EBC Analysis by the European Brewery Convention Braueri-und Getranke-rundschau. CH-8047 Zurich Switzerland.

Anonim (2017). World Barley Production, Area Harvested, Yield. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Son erişim tarihi: 22 Kasım 2019).

Anonim (2020). Tarım Ürünleri Piyasaları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler> (Son erişim tarihi: 22 Haziran 2022)

Anonim (2020). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Son erişim tarihi: 19 Haziran 2022).

Anonim (2021). Ürün Raporu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler> (Son erişim tarihi: 22 Haziran 2022).

Atlı, A., Koçak, N., & Tuncer, T. (1989). Yemlik ve Maltlık Arpada Kalite Kriterleri ve Arpa Islahı Programlarında Kalite Değerlendirilmesi. *Arpa-Malt Seminerleri*. 30 Mayıs-1 Haziran, Konya, 69-83.

Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A. G., Demir, B., Hamzaoğlu, S., & Kara, İ. (2017). Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(2), 8-13. <https://doi.org/10.15316/SJAFA.2017.13>

Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen, Akçacık, A., & Ayrancı, R. (2011). Konya koşullarına uygun yüksek verimli ve kaliteli arpa genotiplerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 10-16.

Baik, B. K., & Ulrich, S. E. (2008). Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48, 233-242. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.002>

Bak, S., Taxa, F. E., Feldmann, K. A., Galbaritha, D. W., & Feyereisene, R. (2001). CYP83B1 a cytochrome P450 at the metabolic branch point in auxin and indol glucosinolat biosynthesis in arabidopsis. *The Plant Cell*, 13(1), 101-111. <https://doi.org/10.1105/tpc.13.1.101>

Bilgen, G. (1989). *Yabani x Kültür Arpa Melezlerinde Genetik Analizi ve Bunlardan Islaha Yararlanma Olanakları*. (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Biruk, G., & Demelash, K. (2016). Effect of nitrogen fertilizer level on grain yield and quality of malt barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in malda woreda, South Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 52, 8-16.

Bremner, J. M. (1965). Organic forms of nitrogen. In *Methods of soil analysis: Part 2 chemical and microbiological properties*. (pp.1238-1255)

Çağırın, M. İ., & Yıldırım, B. M. (1989). Selection of proanthocyanidin-free mutants in an irradiated "Kaya" barley population. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 51-60.

Çelik, H. M. (2020). *Bazı Arpa (Hordeum vulgare L.) Çeşitlerinde Verim, Verim Unsurlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Demirliçakmak, A. (1992). Türkiye'de Arpa Çeşitleri ve Gelişimi. 2. Arpa-Malt Semineri. Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi, Konya, 1(9).

Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B., & Petrovic, M. (1995). Influence of drought on morphologic and agronomic traits. *Institut Za Ratarstvo I Povrtarstvo*, 23, 203-211.

Din, J., Khan S. U., Ali, I., & Gurmani, A. R. (2011). Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *The Journal of Animal and Plant Science*, 21(1), 339-345.

Dönmez, E. (2002). *Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Çeşitlerinde Genotip x Çevre İteraksiyonları ve Stabilitelerinin Analizleri Üzerine Bir Araştırma*. (Basılmamış Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Eğilmez, S. (2021). Ürün Raporu Arpa. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, Tepge Yayın No: 339, s. 17, ISBN: 978-605-7599-78-0

Ergun, N., Aydoğan S., & Sarı A. O. (2012). Cereal production and agronomic innovation in Turkey. *Watch Letter*, 23, 36-39.

Ergün, N. (2021). *Kavuzsuz Arpa Genotiplerine (Hordeum vulgare L. var. nudum Hook. f.) Farklı Dozlarda Uygulanan Gama Işımının M₁ ve M₂ Bitkilerinin Bazı Özelliklerine Etkisi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Ertuş, M. M. (2021). A research on the determination of grain yield of some barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in late autumn sowing in the high altitude agricultural area of Anatolia. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 210-215. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss1pp210-215>

Genç, İ. (1974). *Yerli ve yabancı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde verim ve verime etkili başlıca karakterler üzerinde araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

- Hurkman, Q. J., Vensel W. H., Tanaka C. K., Whitehand, L., & Altenbach, S. B. (2009). Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm protome of the developing wheat grain. *Journal of Cereal Science*, 49, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.06.014>
- İlker, E. (2006). Arpa melezlerinde verim ve verim özellikleri arasındaki ilişkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(3), 1-11.
- Kacar, B., & İnal, A. (2010). Bitki Analizleri. Nobel Yayınları, Ankara.
- Kaplan, Z. (2019). *Tarm 92 Arpa Çeşiti ile Bundan Elde Edilen Yapay Mutant Genotiplerin Verim ve Bazı Verim Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Karaduman, Y. (2006). Kavuzsuz arpa potansiyeli. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 74, 21-26.
- Karahan, T. (2020). İki ve altı sıralı arpa (*Hordeum vulgare L.*) hat/çeşitlerinde genotip, çevre ve genotip x çevre etkisinin kalite ile verim özellikleri üzerine etkisi. (Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Karahan, T., & Akgün, İ. (2021). İki ve altı sıralı arpa (*Hordeum vulgare L.*) genotiplerinde tane verimi ve stabilite analizi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 77-86. <https://doi.org/10.55979/tjse.1134663>
- Karakoca, A. T. (2020). *Arpada Farklı Gama Radyasyon Dozu Uygulamalarının M2 Generasyonunda Bazı Tarımsal Özellikler Üzerine Mutagenik Etkilerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Karakoca, T. A., & Akgün, İ. (2020). Farklı gama radyasyon dozu uygulamalarının M2 generasyonunda bazı tarımsal özellikler üzerine mutagenik etkilerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 96-104. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.580095>
- Kartal, G., Öztürk, A., & Çağlar, Ö. (2003). Erzurum koşullarında farklı azot dozlarının arpanın maltlık özelliklerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 9-16.
- Kaya, Y., & Akçura, M. (2022). İklim değişiminin farklı büyüme tabiatına sahip bazı arpa çeşitleri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(1), 107-118. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1017266>
- Kendal, E. (2012). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde İklim Değişikliğinin Arpa Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi. *Uluslararası Gıda Tarım ve Gastronomi Kongresi*, 15-19 Şubat, Antalya, 68-70.
- Kendal, E., & Doğan, Y. (2012). Bazı yazlık arpa genotiplerinin verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(2), 77-84.
- Kendal, E., Kılıç, H., Tekdal, S., & Altıkat, A. (2010). Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 49-58.
- Khalif, I., Najma, P., & Chowdhry, M. A. (2004). Correlation and path coefficient analyses in bread wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6(4), 633-635.
- Kızılgeçici, F., Yıldırım, M., Akıncı, C., & Albayrak, Ö. (2019). Arpada tane verimi ve kalite özellikleri üzerine genotip ve çevrenin etkileşimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 346-353. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.499013>
- Kızılgeçici, F., Yıldırım, Ö., Albayrak, M., & Akıncı, C. (2016). Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 161-169. <https://doi.org/10.21597/jist.2016321851>
- Kilercioğlu, B. (2020). Güney Marmara koşullarında farklı azot dozlarının kavuzsuz arpa çeşidinin (*Hordeum vulgare L. var. nudum hook. f.*) verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Kim, T. H., Taylor, F., & Hicks, K. B. (2008). Bioethanol production from barley hull using SAA (soaking in aqueous ammonia) pretreatment. *Bioresource Technology*, 99(13), 5694-5702. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.10.055>
- Koç, A., & Akgün, İ. (2018). Batı Akdeniz'de ICARDA-CIMMYT ekmeçlik buğday genotiplerinin verim ve kalite yönünden karşılaştırılması. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 365, 22-33.
- Korkut, K. Z., Sağlam, N., & Başer, İ. (1993). Ekmeçlik ve makarnalık buğdaylarda verimi etkileyen bazı özellikler üzerine araştırmalar. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 111-118.
- Köse, E. D. Ö., Mut, Z., & Kardeş, M. Y. (2021). Bilecik koşullarında kavuzsuz arpa genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(3), 608-615.
- Kün, E. (1996). Tahıllar 1 (Serin İklim Tahılları). 3. Baskı. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- McClung, A. M., Cantrell, R. G., Quick, J. S., & Gregory, R. S. (1986). Influence of the Rht1 semidwarf gene on yield, yield components, and grain protein in durum wheat. *Crop Science*, 26(6), 1095-1099. <https://doi.org/10.2135/cropsci.1986.0011183X002600060001x>
- Muruza, H., & Çelik, C. (2020). Bazı arpa (*Hordeum vulgare L.*) çeşitlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği, besin maddeleri içerikleri ve enerji değerlerinin karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35, 133-139. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.673760>
- Oral, E., Kendal, E., & Doğan, Y. (2017). Bazı yazlık arpa (*Hordeum vulgare L.*) genotiplerinin verim ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 31-38. <https://doi.org/10.21597/jist.2017.82>
- Öktem, A., & Çölkesen, M. (2000). Harran Ovasında yetiştirilen iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare conv. distichon*) çeşitlerinde verim ve bazı agronomik karakterlerin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3-4), 53-64.
- Öngün, B. (2021). *Van Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa (Hordeum vulgare L.) Çeşit ve Hatlarının Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Baenziger, P. S., & Grombacher, A. W. (1992). Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crops Science*, 32, 98-103. <https://doi.org/10.2135/cropsci.1992.0011183X003200010022x>
- Quinde, Z., Ullrich, S. E., & Baik, B. K. (2004). Genotypic variation in color and discoloration potential of barley-based food products. *Cereal Chemistry*, 81(6), 752-758. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.6.752>
- Rachovska, G., & Dimova, D. (2000). Effect of sodium azide and gamma rays on M1 quantitative characteristics of the productivity and their connection with M2 mutation changes in winter common wheat. *Rasteniev" dni Nauki*, 37(7), 413-419.
- Rademacher, W. (2009). Control of Lodging in Intense European Cereal Production. In *Proceedings of the 36th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America*. (pp. 61-69)
- Rode, L. M., & Beauchemin, K. A. (1995). Utilization of barley based diets for feedlot cattle. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, 46, 606-607. <https://doi.org/10.4141/A04-060>
- Sade, B., Topal, A., & Soylu, S. (1999). Konya Sulu Koşullarında Yetiştirilebilecek Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*. 8-11 Haziran, Konya, 91-96.
- Sarker, A., & Sharma, B. (1989). Effect of mutagenesis on M1 parameters in lentil [*Lens culinaris*]. *Lentil Experimental News Service*.
- Sırat, A., & Sezer, İ. (2017). Bafra ovasında yetiştirilen bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare conv. distichon*) çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(01), 77-87.
- Sırat, A., & Sezer, İ. (2016). Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare conv. distichon*) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerine bir araştırma. *Tarla Bükileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel Sayı-1), 151-157.
- Sönmez, A. C., & Yüksel, S. (2019). İleri kademe arpa (*Hordeum vulgare L.*) genotiplerinin verim ve bazı fizyolojik özelliklerinin Eskişehir koşullarında belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 60-68. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.530281>
- Sönmez, A., Olgun, M., Yüksel, S., Belen, S., Yıldırım, Y., Çakmak, M., & Önder, O. (2020). Arpa (*Hordeum vulgare L.*) İslah materyalinin bazı maltlık kalite özellikleri ile bu özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(2), 155-161.
- Swanston, J. S., Thomas W. T. B., Keith, R. P., & Middlefell-Williams, J. E. (2017). Variation in grain size and shape in a population of hull-less barley and its influence on yield and quality traits. *Journal of Agricultural Science*, 155, 117-128. <https://doi.org/10.1017/S0021859615001240>
- Şentürk, Ş., & Akgün, İ. (2014). Bazı tritikale genotiplerinin Batı Geçit Bölgesinde verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 16-26.

- Taş, B., & Yürür, N. (2002). Bursa ekolojik koşullarında bazı yabancı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare distichon*) çeşitlerinin kimi verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 117-127.
- Whitman, C. E., Hatfield, J. L., & Reginato, R. J. (1985). Effect of slope position on the microclimate, growth, and yield of barley. *Agronomy Journal*, 77(5), 663-669.
- Yağdı, K., & Ekingen, H. R. (1995). Beş ekmeklik buğday çeşidinin diallel melez döllerinde bazı agronomik özelliklerinin kalıtımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 81-93.
- Yılkan, Y., Öztürkci, Y. Ö., Arpalı, D., & Akkol, S. (2020). Van ekolojik koşullarında iki sıralı arpa çeşitlerinde fenolojik dönemler, tane verimi ve bazı verim bileşenleri arasındaki ilişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(4), 751-760. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.746577>
- Yüksel, S., İkincikarakaya, S. Ü., Akçura, M., Bolat, N., Çakmak, M., Belen, S., Karaduman, Y., & Şentürk, Ş. (2011). Bazı kavuzsuz arpa (*Hordeum vulgare* L. Var. nudum) hatlarının kuru şartlarda yazlık ve kışlık olarak adaptasyonlarının belirlenmesi. *IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, Bursa, 50-56.
- Yüksel, S., İkincikarakaya, S. Ü., Cevat Sönmez, A., Belen, S., & Yıldırım, Y. (2017). Eskişehir ekolojik koşullarında bazı arpa hat ve çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 252-257. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349240>.