

İzmir-Bornova Koşullarında Farklı Sıra Arası Mesafelerin Karabuğday Çeşitlerinde (*Fagopyrum esculentum* Moench.) Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkisi

Fatma İNCİ¹, Deniz İSTİPLİLER^{1*}

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): deniz.istipliler@ege.edu.tr

Özet

Bu çalışma, 2022 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında, karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'in farklı sıra arası mesafelerinde verim ve verim komponentleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada iki karabuğday çeşidi (Aktaş ve Güneş) ve iki sıra arası mesafe (20 cm ve 40 cm) kullanılmış; bitki boyu, ana dal sayısı, bin tane ağırlığı (BTA), bitkide tane sayısı ve tane verimi analiz edilmiştir. Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sonuçlara göre, çeşit etkisi özellikle ana dal sayısı ve bitkide tane sayısı üzerinde belirgin olmuş; sıra arası mesafesinin en büyük etkisi ise tane verimi üzerinde gözlenmiştir. Aktaş çeşidi daha fazla tane, Güneş çeşidi ise daha fazla ana dal üretmiştir. En yüksek tane verimi 20 cm sıra arası uygulamasında elde edilmiştir (77.19 kg da⁻¹). Bin tane ağırlığı hem çeşit hem de sıra arası mesafelerinden etkilenmemiştir. Geniş anlamda kalıtım dereceleri bitki boyu ($H^2 = 0.86$), ana dal sayısı ($H^2 = 0.98$) ve bitkide tane sayısı ($H^2 = 0.97$) için yüksek bulunurken; tane verimi ($H^2 = 0.42$) ve BTA ($H^2 = 0.45$) orta düzeyde kalıtım göstermiştir. 15 Nisan ekiminin ekim zamanının gecikmesiyle beraber verim düşüklüğüne neden olduğu düşünülmekte, daha erken ekim ve 20 cm sıra arası önerilmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :12.02.2025
Kabul Tarihi :20.03.2025

Anahtar Kelimeler

Karabuğday
sıra arası
kalıtım derecesi
verim

The Effects of Different Row Spacings on Yield Components of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) in İzmir-Bornova Conditions

Abstract

This study was carried out in 2022 in the experimental area of the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture of Ege University, in İzmir-Bornova conditions to evaluate the effects of different row spacings on yield and yield components of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Two buckwheat varieties (Aktaş and Güneş cv.) and two row spacings (20 cm and 40 cm) were used in the study. Plant height, number of main branches, thousand grain weight (BTA), number of grains per plant and grain yield were analyzed. The trial was established according to the split-plot trial design with three replications. According to the results, the cultivar effect was especially evident on the number of main branches and number of grains per plant; the greatest effect of the row spacings was observed on grain yield. Aktaş cultivar produced more grains, while Güneş cultivar produced more main branches. The highest grain yield (77.19 kg da⁻¹) was obtained in the 20 cm row spacing. Thousand grain weight was not influenced by either cultivar or row spacings. Broad sense heritability was found to be high for plant height ($H^2 = 0.86$), number of main branches ($H^2 = 0.98$) and number of grains per plant ($H^2 = 0.97$); while grain yield ($H^2 = 0.42$) and BTA ($H^2 = 0.45$) showed moderate heritability. Low yield was attributed to heat and drought stress due to late planting on 15 April; therefore, earlier planting and 20 cm row spacing are recommended.

Research Article

Article History

Received :12.02.2025
Accepted :20.03.2025

Keywords

Buckwheat
row spacing
heritability
yield

1. Giriş

Karabuğday kuzukulağigiller (Polygonaceae) familyasının *Fagopyrum* cinsine ait otsu ve tek yıllık bir bitkidir (Kan, 2011). Karabuğday isminden dolayı ilk karşılaşıldığında tahıllar familyası olan Gramineae familyasına ait olduğu düşünülse de tahıllarla hiçbir akrabalık bağı yoktur (Debnath ve ark., 2008; Guo ve ark., 2007). Ayrıca tahıllardan ayıran önemli özelliği monokotiledon (tek çenekli) sınıfında yer almayıp dikotiledon (çift çenekli) sınıfında yer almasıdır (Yavuz ve ark., 2016). Tahıllardan ayrı bir bitki olsa da karabuğday bitkisi tane kimyasal kompozisyonu ve özellikleri bakımından tahıllar ile benzer özellikler göstermektedir (Bilgiçli, 2008). Fakat karabuğdayın protein miktarı serin iklim tahıllarının protein miktarıyla aynı seviyede olmasına rağmen sindirilebilirlik düzeyi düşüktür (Eggum ve ark., 1980). Proteinlerinin globin, lisin ve albumin içeriği zengin iken glutenin ve prolamin içeriği ise fakirdir. Prolamin proteini tahılların ana deposudur ve çölyak hastaları için toksik bir yapıdadır (Aubrecht ve Biacs, 2001). Karabuğday gluten proteinini içermemektedir. Bu özelliği sayesinde karabuğday, çölyak hastaları için değerli bir bitkidir (Kan, 2014). Karabuğday Orta Asya kökenli olup ilk olarak Güneydoğu Asya'nın iç kesimlerinde yetiştirilmiş ve sonrasında Rusya, Ukrayna, ABD ve Avrupa'da da yetiştirilmeye başlanmıştır (Ahmad ve ark., 2018; Singh ve ark., 2020). Bilinen 30 türü içerisinde en fazla üretimi yapılan ilk türü yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench), ikincisi ise daha çok yem amaçlı üretimi yapılan Tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum* L. Gertn.)'dir (Chetry ve ark., 2021). Genel olarak nemli ve serin iklimin etkin olduğu bölgelerde daha verimli yetişebilen karabuğday, 10-14 haftalık kısa bir periyotta hasat olgunluğuna ulaşır (Janos ve Gocs, 2009). Karabuğday iklim isteği bakımından kısmen seçicidir (Gedik ve Uslu, 2021). Ekimden sonra topraktaki yeterli nem koşullarında 3-5 gün içinde çimlenebilen karabuğdayın en düşük 7°C'nin üstünde çimlenme sıcaklığı olması gerekmektedir

(Pavek, 2016). Bitkide çimlenme hava sıcaklığının 40° civarında olduğu sıcaklıklara kadar görülebilmektedir (Alkay ve Kökten, 2020). Kısa bir vejetasyon süresine sahip olan karabuğday, ekimden hasada kadar büyüme mevsimi boyunca ılıman bir iklime ihtiyaç duyar. Dona karşı çok hassastır ve özellikle çıkış ve büyüme mevsimi sonunda düşük sıcaklıklara maruz kalmaması gerekir (Acar ve ark., 2012). Olgunlaşması alt dallardan yukarıya doğru devam etmektedir. Uniform olgunlaşma görülmemekte ve çiçeklenmesi hasat zamanına kadar devam etmektedir (Radics ve Mikóházi, 2010). Bitkisel üretimde verim ve kalite çok önemlidir. Birim alanda kullanılacak ekim normu elde edilecek ürünün verim ve kalite özellikleri üstünde önemli bir faktördür (Kaya, 2018). Kullanılacak olan tohumluğun en uygun miktarda olması fazla bitki oluşumunu engeller ve bunun sonucunda bitkiler arasında oluşması muhtemel su, bitki besin elementi ve ışık rekabetinden doğan negatif etkiyi azaltmaktadır (Wan ve ark., 2023). Böylelikle üretimde kalite ve ayrıca verim artışına neden olmaktadır (Bagheri ve ark., 2011; Katar ve Katar, 2017). Karabuğdayda yapılmış olan iki yıllık bir ekim sıklığı çalışmasında en fazla sap verimi 1783.80 kg da⁻¹ ile 20 cm sıra aralığından, en fazla tohum verimi ise 101.11 kg da⁻¹ ile 40 cm sıra aralığından birinci yılda alınmıştır (Acar ve ark., 2011). Aydın ekolojik koşullarında yapılan bir diğer ekim sıklığı çalışmasında ise yüksek tane verimi için 8 kg da⁻¹ tohumluğun yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Yavuz ve ark., 2016). Son yıllarda giderek önemi artan alternatif bir ürün olan karabuğday için Türkiye'de yapılmış olan agronomik çalışmalar olmakla birlikte özellikle İzmir/Bornova lokasyonu için farklı karabuğday çeşitlerinin verim kapasitelerinin değerlendirildiği çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amaçları (i) Bornova iklim koşullarında iki farklı karabuğday çeşidinin verim performanslarının farklı sıra arası mesafe uygulamaları altında değerlendirilmesi ve (ii) Bölgede karabuğday üretimi yapan veya yapmayı düşünen üreticilerin yararlanabileceği pratik bilginin üretilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma 2022 yılı yetiştirme sezonunda Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlalarında

yürütülmüştür. Deneme lokasyonunun içerisinde bulunduğu İzmir iline ait iklimsel veriler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Denemenin yapıldığı aylara ait İzmir ili iklim verileri ve uzun yıllar ortalamaları

Table 1. Climate data of İzmir province for the months during which the experiment was conducted and long-term averages

Yıllar	İklim Değerleri	Aylar				Ortalama/Toplam
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	
*UYO	Ort. Sıcaklık (°C)	15.9	20.8	25.4	27.9	22.5
	Yağış (mm)	45.7	31.3	12.4	4.1	93.5
2022	Ort. Sıcaklık (°C)	17.7	22.3	27.5	29.9	24.35
	Yağış (mm)	18.4	6.1	14.1	0.0	38.6

*UYO: 1938-2022 yılları arasında kaydedilen uzun yıllar iklim verileri

Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parselleri çeşitler (Aktaş ve Güneş), alt parselleri sıra arası mesafeler (20 cm ve 40 cm) oluşturmuştur. Ekim işlemi 15 Nisan 2022 tarihinde 8 kg da⁻¹ tohumluk miktarı olacak şekilde el ile yapılmıştır. Parsel boyutları 1.2 m x 4 m (4.8 m²) olarak düzenlenmiştir. Parsel boyutları ve parselde atılacak tohumluk miktarları sabit tutulmuş ve bu şekilde sıra arası 20 cm olan parsellerde 6 sıra ve sıra arası 40 cm olan parsellerde ise 3 sıra yer almıştır. Ekim ile birlikte 3 kg da⁻¹ saf azot düşecek şekilde 15.15.15 (N-P-K) kompoze gübresi verilerek azot, fosfor ve potasyum gübrelemesi tamamlanmıştır. Denemenin kurulduğu İzmir ili için uzun yıllar ve 2022 sıcaklık ve yağış ortalama/toplam değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiştir (Anonim, 2022). Denemenin yürütüldüğü 2022 yılı yağış ortalaması uzun yıllar yağış ortalamasından düşük olduğu için (Tablo 1), deneme farklı zamanlarda 3 kez yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak sulanmıştır. Yabancı ota mücadele için 3 kez elle çapalamaya gerek duyulmuştur. Hastalık

ve zararlılarla mücadelede kimyasal ilaç kullanılmamıştır. Hasat 27 Temmuz’da el ile yapılmıştır. Her parselde tüm parseli temsil eden bitkiler arasından her parseldeki orta sıralardan tesadüfen seçilen 5’er bitkide bitki boyu (cm), bitkide ana dal sayısı (adet bitki⁻¹), bitkide tane sayısı (adet bitki⁻¹) ve bin tane ağırlığı (gr 1000 adet⁻¹) ölçümleri yapılmıştır. Tane verimi (kg da⁻¹) için tüm parseldeki bitkiler hasat edilip taneleri alındıktan sonra daha önceden alınmış beş tek bitkiden gelen tohumlar ile birleştirilerek parsel verimi (4.8 m²) için hesaplanmış ve bu değer dekara dönüştürülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin analizinde uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Verilere R istatistik programı v4.2 içerisindeki aov fonksiyonu kullanılarak ANOVA uygulanmıştır. Ayrıca varyans bileşenleri kullanılarak her bir karakter için geniş anlamda kalıtım derecesi aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{n}}$$

Eşitlik 1’de H^2 , geniş anlamda kalıtım derecesini, σ_g^2 , genetik varyansı, σ_e^2 , çevre

varyansını ve n ise tekerrür sayısını göstermektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada iki farklı karabuğday çeşidi ve sıra arası mesafesinin etkisi altında beş farklı verim özelliği değerlendirilmiştir. Sonuçlar (Tablo 2) incelendiğinde, çeşit etkisi, özellikle ana dal sayısı ve bitkide tane sayısı

gibi karakterler için ön plana çıkarken, sıra arası mesafe, en belirgin farkı parsel verimi üzerinde oluşturmuştur. Ç×S interaksyonu, yalnızca ana dal sayısı için anlamlı çıkmış, diğer karakterlerde çeşitler benzer tepkiler vermiştir.

Tablo 2. Karabuğday'da 2 farklı çeşit ve sıra arası mesafesinde belirlenen ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum değerleri ile ANOVA sonucunda elde edilmiş p-değerleri

Table 2. Average, standard deviation, maximum and minimum values determined for 2 different varieties and row spacing in buckwheat, along with p-values obtained from the ANOVA results

	Bitki boyu (cm)	Ana dal sayısı (adet bitki ⁻¹)	Bin tane ağırlığı (g)	Bitkide tane sayısı (adet bitki ⁻¹)	Tane verimi (kg da ⁻¹)
SA					
20 cm	49.37 ± 3.77	3.27 ± 0.35	18.52 ± 2.88	149.0 ± 98.39	77.19 ± 16.94
40 cm	50.21 ± 3.27	3.37 ± 0.15	17.82 ± 2.37	125.0 ± 45.02	24.2 ± 8.02
Çeşit					
Aktaş	48.44 ± 4.12	3.2 ± 0.25	18.72 ± 2.24	182.5 ± 82.42	52.64 ± 33.95
Güneş	51.13 ± 2.02	3.43 ± 0.23	17.58 ± 3.03	91.5 ± 17.09	48.75 ± 29.57
Maksimum	53.88	3.80	21.20	326	101.88
Minimum	43.02	2.80	13.30	60	11.25
Çeşit	0.207	0.011*	0.623	0.023*	0.643
SA	0.674	0.168	0.754	0.452	0.001**
Ç × S	0.232	0.040*	0.694	0.188	0.549
LSD (α : 0.05)	-	0.22	-	103.26	27.61

*: p < 0.05, **: p < 0.01, SA : Sıra Arası, Ç × S : Çeşit - Sıra arası interaksyonu

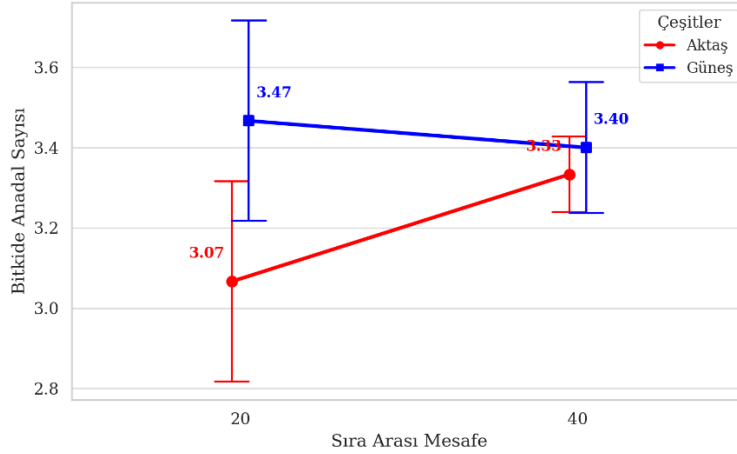
3.1. Çeşit ve sıra arası mesafelerin incelenen karakterler üzerindeki etkileri

Bitki boyu değerleri incelendiğinde, elde edilen bitki boyu değerlerinin 43.02 cm ile 53.88 arasında değiştiği görülmektedir. Bitki boyu bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sıra arası mesafelere göre bitki boyu değişimi de anlamlı bulunmamıştır. Ç × S interaksyonu da bitki boyu için istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir. Araştırmada kullanılan çeşitlerin değişen ekim sıklıklarına benzer tepki verdiğini göstermektedir (Tablo 2). Karabuğday bitkisinde bitki boyu özellikle kuru madde verimini ile yüksek derecede ilişkili olan önemli bir karakterdir (Erol ve ark., 2022). Tokat ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, farklı ekim zamanlarının karabuğdayın bitki boyu ve verim unsurları üzerindeki etkileri incelenmiş çalışma sonucunda bitki boyunun 96.3 ile 114.0 cm arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Karataş ve ark., 2020). Katar ve

Katar (2017) tarafından Eskişehir koşullarında Güneş ve Aktaş çeşitleri ile 4 farklı ekim sıklığı (6, 8, 10, ve 12 kg da⁻¹) kullanılarak yürütülen çalışmada bitki boyu değerlerinin yıllara göre varyasyon gösterdiği ve 51.8 cm ile 79.10 cm olduğu bildirmiştir. Ancak çalışmamızda bitki boyu değerleri ekim sıklığı ve çeşit faktörlerinden etkilenmemiş ve diğer çalışmalara göre daha düşük (43.02 ile 53.88 cm arasında) gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen bitki boyu değerlerinin diğer çalışmalardan düşük olması denemenin yapıldığı yıl gerçekleşen yüksek sıcaklık ve düşük yağış (Tablo 1) kaynaklı olumsuz iklimsel etkiler ile açıklanabilir. Ana dal sayısı incelendiğinde denemeden elde edilen değerlerin 2.80 ile 3.80 adet bitki⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Güneş çeşidinde (3.43 adet bitki⁻¹), Aktaş çeşidinde (3.20 adet bitki⁻¹) göre anlamlı düzeyde daha yüksek dal sayısı elde edilmiştir. Ayrıca bu karakter için Ç × S interaksyonu da anlamlı çıkmıştır, bu da farklı çeşitlerin ekim sıklığına

farklı tepkiler verdiğini göstermektedir. Bitkide ana dal sayısı bakımından çeşitler arasındaki fark 40 cm sıra arası mesafesinde önemli bulunmazken, 20 cm ekim sıra arası mesafe uygulamasında çeşitler arasındaki farklılık önemli istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Şekil 1). Bitki başına ana dal sayısı, verim ve verim bileşenleri açısından önemli bir morfolojik özelliktir. Ana dal sayısı, bitkinin fotosentetik kapasitesini ve dolayısıyla tane verimini doğrudan etkileyebilir. Tokat koşullarında yapılan bir çalışmada, 2016 yılında Nisan ayında ekilen bitkilerde ortalama ana dal sayısı 2.65 adet bitki⁻¹ iken, Haziran ayında ekilenlerde bu sayı 3.57 adet bitki⁻¹ olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, dal sayısı 2017 yılında Nisan ayında

ekilen bitkilerde ana dal sayısı 3.54 adet bitki⁻¹, Mayıs ayında ekilenlerde 3.17 adet bitki⁻¹ ve Haziran ayında ekilenlerde 3.28 adet bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir (Karataş, 2020). Konya koşullarında yapılan bir başka çalışmada bitkide ana dal sayısı 3.27 ile 3.87 arasında gözlenmiş ve çalışmanın ilk yılında bitki sıklığındaki azalmanın ana dal sayısını arttırdığı bildirilmiştir (Acar ve ark., 2011). Çalışmamızdan elde ettiğimiz ana dal sayısı değerlerinin önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bunun yanında Ç × S interaksiyonun önemli bulunması (Şekil 1) denemede kullanılan çeşitlerin farklı sıra arası mesafelerden etkilendiklerini ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Çeşit × ekim sıklığı interaksiyonu önemli bulunan bitkide ana dal sayısı karakterine ait farklı sıra arası mesafe uygulamaları (20 cm ve 40 cm) altında Güneş ve Aktaş çeşitlerinin performansları

Figure 1. Performances of Güneş and Aktaş varieties under different row spacing applications (20 cm and 40 cm) for the number of main stems per plant, where the variety × planting density interaction was found to be significant

Bin tane ağırlığı değerleri açısından hem çeşitler hem de ekim sıklıkları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Elde edilen minimum ve maksimum BTA değerleri 13.30 g ve 21.20 g olarak ölçülmüştür. Bin tane ağırlığı, kullanılan çeşitler ve farklı ekim sıklıklarından etkilenmemiştir (Tablo 2). Yavuz ve ark. (2016), Aydın ekolojik koşullarında yürüttükleri çalışmada karabuğday BTA değerlerini farklı ekim sıklıkları için 25.6 g ile 30.7 g arasında bulmuşlardır. Biçer ve Özyazıcı (2020), tarafından Siirt koşullarında ikinci ürün karabuğdayda farklı vermikompost uygulamalarının incelendiği araştırmada BTA

değerleri 18.95 g ile 23.77 g arasında gözlenmiştir. Siirt koşullarında yapılan bir başka çalışmada ise beş farklı azot dozu uygulaması altında karabuğday BTA ortalama değerleri 19.39 ile 23.52 arasında değişkenlik göstermiştir (Özyazıcı, 2020). Bu çalışmada gözlenen BTA değerlerinin düşük olması çalışmaların farklı çevrelerde yürütülmesinden kaynaklı özellikle ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerlerindeki değişimlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bitkide tane sayısı bakımından denemeden elde edilen minimum ve maksimum değerler 60 ve 326 adet bitki⁻¹ olarak ölçülmüş, çeşitlerin etkisi

istatistiksel olarak önemli bulunmuş, Aktaş çeşidi (182.5 adet bitki⁻¹), Güneş çeşidinden (91.5 adet bitki⁻¹) daha fazla tane üretmiştir. Ekim sıklığı fark yaratmamış, interaksiyon da anlamlı bulunmamıştır. Bu karakter için kullanılan çeşitler arasındaki farklılıkların baskın olduğu söylenebilir. Bitki başına tane sayısı, doğrudan tane verimini belirleyen temel verim bileşenlerinden biridir. Yue ve ark. (2013) tane sayısının karabuğdayda verimi etkileyen en önemli parametrelerden biri olduğunu bildirmiştir. Kolarić ve ark. (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada, bitki başına tane sayısı ile tane verimi arasında güçlü ve anlamlı bir pozitif korelasyon ($r = 0.81$) bulunmuştur. Aynı çalışmada, dar sıra aralığı ve uygun besleme uygulamalarının, bitki başına tane sayısını artırarak toplam verimi olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Bu sonuçlar, bitki başına tane sayısının artırılmasının, karabuğday verimini artırmada etkili bir strateji olduğunu göstermektedir. Çalışmamızdaki değerlere bakıldığında aradaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmasada, bitki başına tane sayısının sıra arası mesafe daraldığında daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bu açıdan bakıldığında sonuçlar Kolarić ve ark. (2021) ile uyumlu görülmektedir. Tane verimi bakımından 20 cm sıra arası mesafesi (77.19 kg da⁻¹), 40 cm sıra arası (24.2 kg da⁻¹) mesafesine göre anlamlı biçimde daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2). Her ne kadar Aktaş çeşidi Güneş çeşidinden daha fazla tane verimine sahip olsada çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Tane veriminde ekim sıklığının doğrudan etkisi öne çıkmaktadır. Bu karakter bakımından parseller arasında yüksek bir varyasyon gözlenmiş, minimum ve maksimum değerler sırasıyla 11.25 ve 101.88 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Karabuğdayda tane verimi hem tarımsal üretkenlik hem de ekonomik karlılık açısından temel bir verim karakteridir. Tane verimini etkileyen birçok agronomik faktör arasında bitki boyu, tane sayısı, bin tane ağırlığı ve fotosentetik kapasite gibi özellikler önemli rol oynar (Fang ve ark., 2018). Ayrıca, farklı genotiplerin çevresel koşullara verdiği tepkiler değişkenlik

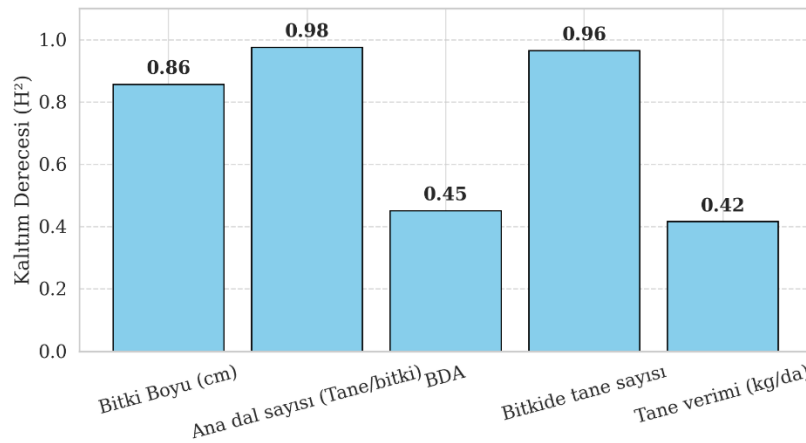
gösterebildiği için, genotip x çevre interaksiyonlarının dikkatle incelenmesi, yüksek verimli ve stabil çeşitlerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Kandel ve Shrestha, 2019). Çalışmamızdan elde edilen tane verimi değerleri 11.25 ile 101.88 kg da⁻¹ arasında çok geniş bir varyasyon göstermiş ve farklı sıra arası mesafeler tane verimi karakterini önemli ölçüde etkilemiştir. Çanakkale ve Bingöl lokasyonlarında Aktaş ve Güneş çeşitleri ile yürütülen çalışmada Akçura ve ark. (2020), 25 cm sıra arası mesafe ve metrekarede 300 adet bitki sıklığının her iki lokasyonda da en yüksek tane verimini sağladığını belirlemişlerdir. Çanakkale'de 220 kg da⁻¹, Bingöl'de ise 189 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Çalışmamızda ise en yüksek verim değeri 101.8 kg da⁻¹ ile Aktaş çeşidinin 20 cm sıra arası uygulamasından elde edilmiştir. Her ne kadar optimum sıra arası mesafe Akçura ve ark. (2020) ile uyumlu olsa da verim değerleri arasındaki büyük fark dikkat çekmektedir. Aydın ekolojik koşullarında yapılan diğer çalışmada ise en uygun tohumluk miktarı bizim çalışmamızda kullandığımız değer olan 8 kg da⁻¹ olarak bulunmuş ve tane verimlerinin 244.2 ile 297.7 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Yavuz ve ark., 2016). BTA karakterinde olduğu gibi, tane verimi içinde gözlenen düşük değerler çalışmamızın yapıldığı yıla ait iklim şartlarının olumsuz etkileriyle açıklanabilir. Nitekim Yavuz ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada deneme süresince ölçümlenen ortalama sıcaklık 20.3 °C ve toplam yağış ise 224.4 mm'dir. Bizim çalışmamızda bu değerler 24.39 °C ve 38.6 mm olarak kaydedilmiştir.

3.2. İncelenen karakterler için geniş anlamda kalıtım dereceleri

Bu çalışmada, beş önemli morfolojik ve verim karakterine ait geniş anlamda kalıtım dereceleri (H^2) ANOVA tabanlı varyans bileşenlerinden hesaplanarak değerlendirilmiştir (Şekil 2). Elde edilen sonuçlara göre en yüksek kalıtım derecesi ana dal sayısı (tane bitki⁻¹) karakterinde ($H^2 = 0.98$) gözlenmiş, bu karakteri sırasıyla bitkide tane sayısı ($H^2 = 0.97$) ve bitki boyu ($H^2 = 0.86$)

izlemiştir. Öte yandan, tane verimi (kg da^{-1}) ve BTA karakterlerinin kalıtım dereceleri sırasıyla 0.42 ve 0.45 olarak hesaplanmış olup bu değerler orta düzeyde kalıtıma işaret etmektedir (Şekil 2). Geniş anlamda kalıtım (H^2), genotip için genel genetik varyansa atfedilebilir fenotipik varyans oranı olarak tanımlanır (Schmidt ve ark., 2019). Bir özelliğin geniş anlamda kalıtımı, genetik etkilerden kaynaklanan özellik varyasyonunun oranı olarak tanımlanır ve bu nedenle tüm potansiyel genetik varyasyon kaynaklarını (eklemeli, maternal, paternal, baskınlık ve epistaz etkileri) içerir (Hoffmann ve Merilä, 1999). Geniş anlamda kalıtım derecesi 0 ile 1 arasında bir değer alır ve bu değer yüksek olması, ilgili özelliğin ortaya çıkışında genetik etkilerin ön planda olduğunu, düşük olması ise özelliğin daha çok çevresel etkiler altında şekillendiğini gösterir. Karabuğdayda verim özelliklerinin kalıtım derecelerini inceleyen çeşitli araştırmalar, bu özelliklerin genetik kontrolü ve ıslah potansiyeli hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Japonya'da Tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) ile yapılan bir çalışmada, 'Hokuriku No. 4' ve 'Ishisoba' çeşitlerinin melezlenmesiyle elde edilen F_2 ve F_3 populasyonlarında çiçeklenme

süresi, bitki boyu ve bitki başına toplam tohum ağırlığı gibi üç tarımsal özelliğin kalıtım dereceleri incelenmiştir. F_3 populasyonunda geniş anlamda kalıtım dereceleri bitki boyu için 0.62 ve toplam tohum ağırlığı için 0.75 olarak bulunmuştur. Dar anlamda kalıtım dereceleri ise sırasıyla 0.26 ve 0.51 olarak belirlenmiştir (Li ve ark., 2012). Çalışmamızda geniş anlamda kalıtım dereceleri bitki boyu için 0.86 ve tane verimi için 0.42 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Elde edilen diğer kalıtım derecesi değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde yüksek kalıtım derecesi gösteren bitki boyu, ana dal sayısı ve bitkide tohum sayısı özelliklerinin büyük ölçüde genetik faktörler tarafından kontrol edildiği ve çevresel etkilerden görece az etkilendiği görülmektedir. Dolayısıyla, bu karakterlerde seleksiyonun başarıyla uygulanabileceği ve genetik ilerlemenin hızlı olabileceği söylenebilir. Diğer yandan göreceli olarak düşük kalıtım derecesine sahip BTA ve tane verimi karakterlerinin çevresel koşullardan daha fazla etkilendiği görülmüştür. Bu karakterlerde genetik ilerlemenin daha yavaş olabileceği ve çoklu çevre denemeleri ile desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 2. Çalışmada incelenen özelliklere ait geniş anlamda kalıtım dereceleri
Figure 2. Broad-sense heritability estimates for the traits examined in the study

4. Sonuçlar

Bu çalışmada karabuğdayda verim ve verimle ilişkili morfolojik özelliklerin çevresel ve genetik etkiler altındaki tepkileri

incelenmiştir. Çalışmada kullanılan çeşitlerden Aktaş ana dal sayısı, Güneş çeşidi ise bitkide tane sayısı bakımından ön plana çıkmıştır. Ayrıca, çalışmamızda en yüksek tane veriminin 20 cm sıra arası mesafede elde edilmesi, bu sıra

aralığının verim açısından uygun bir uygulama olduğunu göstermektedir. Kalıtım dereceleri bakımından bitki boyu gibi bazı karakterlerin yüksek değerlere sahip olması bu özelliklerde seleksiyonla ıslahın daha başarılı olabileceğini gösterirken, çevresel etkilerden daha fazla etkilenen tane verimi ve BTA gibi karakterlerde ıslah yöntemi ve seleksiyon sürecinin daha dikkatli belirlenmesi gerektiğini göstermiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz verim bileşenlerinin diğer çalışmalardan daha düşük bulunması, denemenin yürütüldüğü İzmir koşullarında 15 Nisan tarihinin karabuğday ekimi için geç bir tarih olması sebebiyle bu dönemde yaşanan yüksek sıcaklık ile düşük yağış miktarından kaynaklanan iklimsel streslerle ilişkilendirilmiştir. Bitkinin sıcaklıklardan daha az etkilenmesi ve verim potansiyelinin daha iyi ortaya çıkması için ekimin İzmir ve benzer iklim koşullarında daha erken bir tarihte yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

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

Çıkar Çatışması Beyanı

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

Açıklama

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Acar, R., Güneş, A., Aktaş, A.H., 2012. Karabuğdayla sağlıklı yaşama merhaba. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Karabuğday Proje Bülteni, 1:1-2.
- Acar, R., Güneş, A., Topal, İ., Gummadov, N., 2011. Farklı bitki sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı verim unsurlarına

etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(3): 47- 51.

- Ahmad, M., Ahmad, F., Dar, E.A., Bhat, R.A., Mushtaq, T., Shah, F., 2018. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) a neglected crop of high altitude cold arid regions of Ladakh: biology and nutritive value. *International Journal of Pure And Applied Bioscience*, 6:395-406.

- Alkay, R., Kökten, K., 2020. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) önemi ve kullanım alanları. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 24: 16-2.

- Akçura, S., İzci, B., Kökten, K., Özdemir, S., 2020. İki lokasyonda sıra arası mesafe ve ekim sıklığının karabuğday çeşitlerinin tane verimi ve ham protein oranı üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(1):195-204.

- Anonim, 2022. İzmir ili'nin iklim durumu ve verileri, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İzmir.

- Aubrecht, E., Biacs, P.A., 2001. Characterization of Buckwheat Grain Proteins and its Products. *Acta Alimentaria*, 30:71-80.

- Bagheri, H., Sharghi, Y., Yazdani, M., 2011. The study of planting density on some agronomic traits of spring canola cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(10):1302-1305.

- Biçer, A., Özyazıcı, G., 2020. İkinci ürün olarak yetiştirilen karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.)'da vermikompost dozlarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(9):273-287.

- Bilgiçli, N., 2008. Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle production. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(2): 113-115.

- Chettry, U., Chrungoo, N.K., 2021. Beyond the cereal box: breeding buckwheat as a strategic crop for human nutrition. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76: 399–409.
- Debnath, N.R., Rasul, M.G., Sarker, M.M.H., Rahman, M.H., Paul, A.K., 2008. Genetic divergence in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *International Journal of Sustainable Crop Production*, 3(2):60-68.
- Eggum, B.O., Kreft, I., Javornik, B., 1980. Chemical composition and protein quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Foods for Human Nutrition*, 30(3-4): 175-179.
- Erol, S., Arslan, Ö., Aşık, B.B., Karabağ, T., Çarpıcı, E.B., 2022. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'da kuru madde verimi ile bazı verim komponentleri ve kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin korelasyon ve path analizi ile belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(2): 223-235.
- Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, Y., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X.Z., Yi, Z., 2018. Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). *Field Crops Research*, 219:160–168.
- Gedik, O., Uslu, Ö., 2021. Farklı karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşitlerinin karyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(2): 240–246.
- Guo, Y.Z., Chen, Q.F., Yang, L.Y., Huang, Y.H., 2007. Analyses of the seed protein contents on the cultivated and wild buckwheat *Fagopyrum esculentum* resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(7): 1465-72.
- Hoffmann, A.A., Merilä, J., 1999. Heritable variation and evolution under favourable and unfavourable conditions. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(3):96-101.
- Janos, L., Gocs, L., 2009. Second crop buckwheat in Nyırseg regions. *Analele Universităţii din Oradea, Fascicula: Protecţia Mediului*, 19: 190-195.
- Kan, A., 2011. Konya ekolojik koşullarında yetiştirilen karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench) bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(4): 67-71.
- Kan, A., 2014. A new plant for Turkey; Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), *Biological Diversity and Conservation*, 7(2): 154-158.
- Kandel, M., Shrestha, J., 2019. Genotype x environment interaction and stability for grain yield of buckwheat (*Fagopyrum Tataricum* Geartn). *Syrian Journal of Agricultural Research*, 6(3): 466-476.
- Karataş, R., Özyılmaz, B., Koyutürk, Ö., Yazıcı, L., Gökalp, S., 2020. Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench)'ın Tokat şartlarında farklı ekim zamanlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*, 2020: 152-158.
- Katar, D., Katar, N., 2017. Eskişehir ekolojik koşullarında farklı karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşidinde uygun ekim normunun belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 31-39.
- Kaya, E., 2018. Kütahya-Altıntaş koşullarında farklı ekim normları ve zamanlarının karabuğday (*Fagopyrum esculentum* M.) da verim ve bazı verim unsurları üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kolarić, L., Popović, V., Živanović, L., Ljubičić, N., Stevanović, P., Šarčević, Todosijević, L., Simić, D., Ikanović, J., 2021. Buckwheat yield traits response as influenced by row spacing, nitrogen, phosphorus, and potassium management. *Agronomy*, 11(12):2371.

- Li, C., Kobayashi, K., Yoshida, Y., Ohsawa, R., 2012. Genetic analyses of agronomic traits in Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn.). *Breeding science*, 62(4): 303-309.
- Özyazıcı, G., 2020. Azotlu gübre dozlarının karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.) bitkisinin tohum verimi ve bazı tarımsal özelliklerine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3): 635-648.
- Pavek, P.L.S., 2016. Plant guide for buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Pullman Plant Materials Center. Pullman, WA, USA.
- Radics, L., Mikóházi, D., 2010. Principles of Common Buckwheat Production. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4 (Special Issue 1): 57-63.
- Schmidt, P., Hartung, J., Rath, J., Piepho, H.P., 2019. Estimating broad-sense heritability with unbalanced data from agricultural cultivar trials. *Crop Science*, 59(2): 525-536.
- Singh, M., Malhotra, N., Sharma, K., 2020. Buckwheat (*Fagopyrum* sp.) genetic resources: What can they contribute towards nutritional security of changing world?. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67:1639–1658.
- Wan, C., Gao, S., Wang, J., Lei, X., Ge, J., Tao, J., Wang, Q., Dang, P., Wang, M., Yang, P., Gao, J., 2023. Optimal planting density combined with phosphorus input promotes common buckwheat resource use efficiency and productivity to increase grain yield. *Agricultural Water Management*, 287: 108468.
- Yavuz, H., Yiğit, A., Ereku, O., 2016. Farklı ekim sıklıklarının karabuğday'da (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı tane kalitesi özelliklerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 17–22.
- Yue, L., ZhiXin, S., Z., TaoXiong, S., T., KaiFeng, H., K., ChangJiang, X., C., QingFu, C., 2013. Preliminary study on relationship of common buckwheat quality with ecological factors and agronomic traits. *Guangxi Zhiwu / Guihaia*, 33(4):468-474.

Atf Şekli	İnci, F., İstipliler, D., 2025. İzmir-Bornova Koşullarında Farklı Sıra Arası Mesafelerin Karabuğday Çeşitlerinde (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 9(3): 667-676. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15782277 .
To Cite	İnci, F., İstipliler, D., 2025. The Effects of Different Row Spacings on Yield Components of Common Buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.) in İzmir-Bornova Conditions. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 9(3): 667-676. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15782277 .