

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.28>

Araştırma Makalesi

Farklı Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) Çeşitlerinin Karyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Osman GEDİK^{1*}, Ömer Süha USLU¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

*Sorumlu yazar: ogedik@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.02.2021

Kabul Tarihi: 20.03.2021

Özet

Bu çalışmada karabuğday (*Fagopyrum esculentum*)'a ait iki farklı çeşidin (Aktaş ve Güneş) karyolojik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarında 2021 yılında yürütülmüştür. Her iki çeşidin kromozom sayısı $2n=2x=16$ ve haploid karyotip formülleri ise $6m + 2sm$ olarak belirlenmiştir. İncelenen Aktaş çeşidinde kromozom boy aralığı $3.35 \mu m$ ile $4.78 \mu m$ arasında değişirken Güneş çeşidinde $2.89 \mu m$ ile $3.33 \mu m$ arasında değişmektedir. Kol oranı Aktaş çeşidinde 1.30 ve 1.75 arasında değişirken, Güneş çeşidinde 1.22 ve 1.86 arasında değiştiği görülmüştür. Bu iki çeşide ait kromozom boyu, kol uzunlukları ve oranı, nisbi boy, sentromer indeksi, sentromer durumu ve asimetric indeks değerleri belirlenmiştir. Ayrıca çeşitlere ait metafaz kromozomlarının resimleri çekilerek gerekli ölçümler yapılmış ve idiogramları çizilmiştir. Kullanılan her iki çeşit *Fagopyrum esculentum* türünden ıslah edildiği için karyolojik olarak benzerlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, *Fagopyrum*, kromozom sayısı, karyotip

Determination of Karyological Properties of Different Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Varieties

Abstract

In this study, the karyological characteristics of two different varieties (Aktaş and Güneş) of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) were determined. The study was carried out in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2021. The chromosome number of both varieties was determined as $2n=2x=16$ and haploid karyotype formulas as $6m + 2sm$. Chromosome length ranges from $3.35 \mu m$ to $4.78 \mu m$ in the Aktaş variety examined, while it varied between $2.89 \mu m$ and $3.33 \mu m$ in the Güneş variety. While the arm ratio varied between 1.30 and 1.75 in Aktaş variety, it was observed that it varied between 1.22 and 1.86 in Güneş variety. Chromosome length, arm lengths and ratio, relative length, centromere index, centromere state and asymmetric index values of these two varieties were determined. Also, pictures of the metaphase chromosomes of the varieties were taken, measurements were made and idiograms were drawn. Since both types of *Fagopyrum esculentum* used are bred, they are similar in terms of karyology.

Keywords: Buckwheat, *Fagopyrum*, chromosome number, karyotype

GİRİŞ

Polygonaceae familyasına ait bir bitki olan karabuğdayın (*Fagopyrum*) yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) olmak üzere iki önemli türü bulunmaktadır (Ekici ve ark., 2019). *Fagopyrum* cinsinin bilinen 26 türü arasında, *F. esculentum* (karabuğday) ve *F. tataricum* (tartar karabuğday) yetiştirilen iki türdür (Joshi ve ark., 2020). *Fagopyrum* cinsi, iki farklı ploidi düzeyinde, diploid ($2n=16$) ve poliploid ($2n=32$) türlere sahiptir. Bunlardan *F. esculentum*, *F. tataricum*, *F. suffruticosum* ve *Fagopyrum cumosum* diploidler ve *F. giganteum*, *F. giganteum*, *F. zuogilipensees* ve *F. rubifolium*, poliploidleri temsil eder (Betekhtin ve ark., 2018). Karabuğday; tek yıllık ve vejetasyon süresi kısa (80-90 gün) olan bir bitkidir. Bitki boyu, yetiştirme koşullarına göre 60-120 cm arasında değişmektedir (Acar ve ark., 2011; Güzel sarı ve Kan, 2016). İklim isteği bakımından kısmen seçicidir. Genellikle nemli ve serin iklimin hakim olduğu yerlerde çok iyi şekilde yetişmektedir. Ekimden hemen sonra 3-5 günde çimlenmektedir. Minimum çimlenme sıcaklığı 7 °C'nin üstünde olmalıdır, ayrıca 40 °C'ye kadar sıcaklıklarda çimlenme görülmektedir (Alkay ve Kökten, 2020). Vejetasyon süresi 8-14 hafta arasındadır. Bu kısa vejetasyon süresi ve gelişme için sıcaklık isteğinin düşük olması bitkinin kuzey enlemlerde ve yüksek yerlerde de (0-4200 m) yetişebilmesine imkan sağlamaktadır. Dona karşı çok hassas olup, donlu havalarda ölmektedir. Çiçeklenme zamanı, kuru hava, yüksek sıcaklık veya soğuklar çiçeklenme ve tohum bağlama üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Uygun ekim zamanı İlkbahar geç son donlardan sonra ve havaların serin olduğu dönemde

olabildiğince erken yapılmalıdır (Güneş, 2014). Karabuğday tahıllardan farklı bir bitki olsa da tanesinin kimyasal özelliği bakımından tahıllara benzerlik göstermektedir (Bilgiçli, 2008). Tohumları tahıllar gibi tek çenekli (monokotiledon) değil, çift çenekli (dikotiledon) yapıdadır (Yavuz ve ark., 2016). Tohumunun şekli, rengi ve büyüklüğü bitkinin tür ve çeşidine göre farklılık göstermektedir. Karabuğday tohumu keskin hatları olan, 3 kenarlı ve üçgen biçimindedir. Tohum kabuğu parlak, mat kahverengi, siyah veya gri olabilir (Dizlek ve ark., 2009). Karabuğday, meyilli arazilerde erozyon kontrolünde, kozmetik sanayinde, yeşil gübre, boya sanayinde, sirke, çay, ispiro gibi ürünlerin üretilmesinde kullanılmaktadır (Dizlek ve ark., 2009). Gluten içermeyen karabuğday taneleri, özellikle çölyak hastalarının tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Bal arıları için çok cazip olan nektarının toplanması için kırmızı, pembe veya beyaz renkli, kokulu, cazip çiçeklere sahiptir. Karabuğday bitkisinden üretilen balın rengi koyudur ve güçlü bir tadı vardır (Dizlek ve ark., 2009). Karabuğday, hayvansal üretimde küçük ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ile yumurta tavukçuluğunda yem olarak ta kullanılmaktadır. Çeşitli araştırmalarda yem rasyonlara katılabileceği, toplam karışımın 1/3'ü kadar ilave edilebileceği belirtilmiştir (Acar, 2009; Yavuz, 2014). Taze ve kuru otunun, silajının ve tanesinin besin maddesi içerikleri, en yaygın olarak kullanılan yem bitkileri ile karşılaştırıldığında karabuğdayın yem kalitesi yonca ve korungadan düşük, mısır, sorgum, ayçiçeği ve tritikalenin değerlerine yakın olduğu belirtilmiştir (Kara ve Yüksel, 2014). Karabuğday tohumları sahip olduğu kaliteli proteinleri, yoğun fenolik bileşikleri ve iyi dengelenmiş esansiyel amino asitleri ve mineralleri nedeniyle potansiyel bir

“fonksiyonel gıda” olarak dünya çapında tüketilmektedir (Dizlek ve ark., 2009). İnanır ve ark. (2019)’nin bildirdiği üzere geleneksel Çin tıbbında *Fagopyrum esculentum* türüne ait tohumlar dalağın yenilenmesi ve inmeyi azaltma özelliğine sahip bir bitki olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Çin tıbbında romatizmal hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıkların tedavisi için Karabuğday tanelerinin haricinde Tatar karabuğday kökü de kullanıldığı bildirilmiştir. Karabuğdayın antioksidan, hipoglisemik, antitümör, antihipertansif, yorgunluk önleyici, antienflamatuvar ve hepatoprotektif özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Karabuğday İngiliz Bitkisel Farmakopesi’nde (İlaçlar Kitabı) ise hipotansif ve hemorajik etkileri olan ilaç olarak yer aldığı belirtilmiştir (İnanır ve ark., 2019). Geleneksel tıp haricinde sahip olduğu sağlık etkileri sebebi ile karabuğday çayı Asya ve Avrupa ülkelerinde tüketilen popüler bir ürün olarak bildirilmiştir (Jing ve ark., 2016; İnanır ve ark., 2019). Bu çalışmada çok farklı özelliklere sahip karabuğday bitkisinin Türkiye’de tescil edilen iki çeşidinin (Aktaş ve Güneş) karyolojik özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan Aktaş ve Güneş karabuğday çeşitlerine ait tohumlar Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nden temin edilmiştir. Kromozom morfolojisi ve karyotip çalışmaları için bu çeşitlere ait olan tohumlar 20 °C’de petri kaplarında nemli filtre kağıdı üzerinde çimlendirilmiştir. Çimlenen tohumların belirli uzunluğa gelen radikulları (1-2 cm) %0.05’lik sulu kolkisin çözeltisinde oda sıcaklığında 2 saat süreyle ön işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra ön işlem çözeltisinden çıkarılan kök uçları

asetik alkol (1 glasiyal asetik asit; 3 ethanol) çözeltisinde 24 saat boyunca buzdolabında +4 °C’de fikse edilmiştir. Fikse işlemi biten kök uçları daha sonra kullanılmak üzere %70’lik alkol içerisinde buzdolabında depolanmıştır. Karyotip incelemelerinde kromozomların gözlemlenebilir olması için boyanmaları gerekmektedir. Boyama işlemi için %70’lik alkol içerisinde depolanan kök uçları 60 °C’deki etüvde 1 N HCl asit içerisinde 8 dakika hidroliz edilmiştir. Hidroliz işlemi sonunda oda sıcaklığında 1 saat karanlık ortamda Feulgen boyası içerisinde kök uçları boyanmıştır (Elçi, 1982). Bir saatin sonunda boyadan çıkarılan kök uçları 3 defa su ile yıkanmış ve daha sonra su içerisinde bırakılmıştır. Metafaz kromozomlarının görüntülemek için preparatlar yapılmış ve bu preparatlardaki uygun metafaz kromozomlarına ait fotoğraflar Nikon E200 araştırma mikroskopunda 100X büyütme ve Nikon Digital Sight DS Fi2 marka mikroskop kamerası ile çekilmiştir. Kromozomların sentromer durumları Levan ve ark. (1964)’na göre belirlenmiştir. Karyotip asimetrisi belirlenirken; Huziwara (1962)’ya göre (TF%), Arano (1963)’ya göre (AsK %), Greilhuber and Speta (1976)’ya göre Syi ve Rec indeksleri, Watanabe ve ark. (1999)’na göre A indeksi ve Romero (1986)’ya göre A1 ve A2 indeksleri belirlenmiştir.

BULGULAR

İncelenen preparatlardan karyolojik ölçümler için uygun olan hücrelerin resmi çekilerek; uzun kol, kısa kol ve her bir kromozomun boyu, toplam boy, nispi boyu, kol oranı ve sentromer indeksleri ve kromozom asimetri indekslerine ait değerler aşağıda verilmiştir.

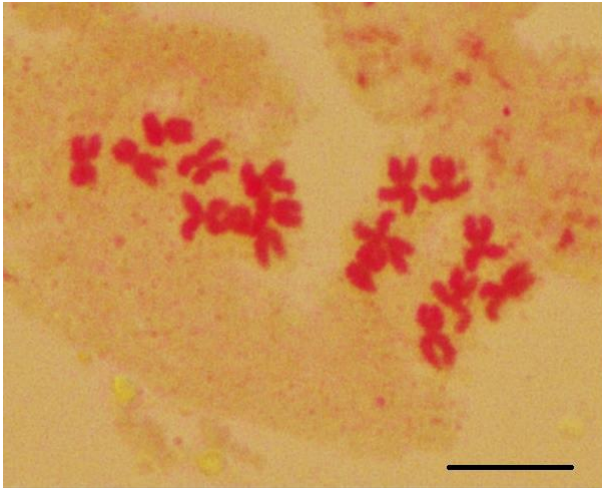
Aktaş Çeşidi

Aktaş çeşidinin kromozom sayısı $2n=2x=16$ olarak tespit edilmiştir. Bu çeşidin haploid karyotip formülünü 6 median bölge (m) ve 2 submedian bölge (sm) kromozom oluşturmaktadır. Metafaz kromozom uzunluğu 3.35-4.78

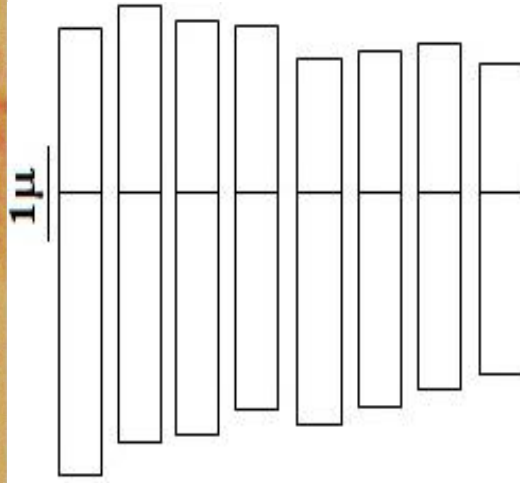
μm arasında değişmektedir. Kromozom kol oranları 1.31 ve 1.75 μm arasında değişmektedir. Nispi boyu 10.21 ve 14.57 μm Sentromer indeksi 36.36 ve 43.50 μm arasında değişmektedir (Çizelge 1, Şekil 1-2).

Çizelge 1. Aktaş çeşidine ait karyomorfolojik parametreler

Kromozom No	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa Kol	Kol Oranı	Nisbi Boy	Sentromer İndeksi	Sentromer Durumu
1	4.78	3.02	1.76	1.72	14.57	36.82	sm
2	4.69	2.69	2.01	1.34	14.31	42.75	m
3	4.44	2.60	1.84	1.41	13.52	41.45	m
4	4.11	2.32	1.79	1.30	12.53	43.50	m
5	3.92	2.49	1.42	1.75	11.95	36.36	sm
6	3.80	2.29	1.51	1.52	11.59	39.68	m
7	3.71	2.10	1.61	1.31	11.32	43.36	m
8	3.35	1.96	1.39	1.41	10.21	41.51	m



Şekil 1. Aktaş çeşidine ait metafaz kromozomları ($2n=16$), scala bar: 10 μm



Şekil 2. Aktaş çeşidine ait haploid idiogram ($2n=16$)

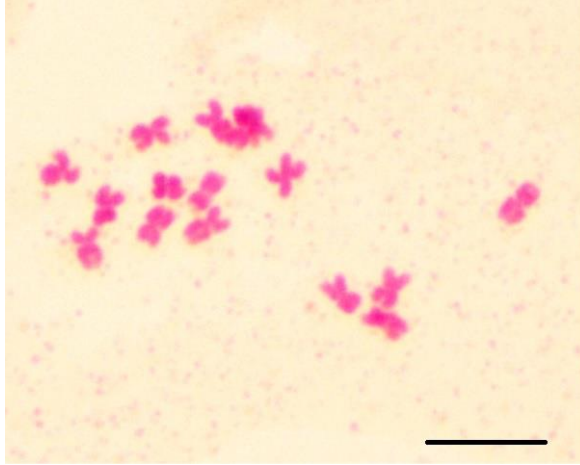
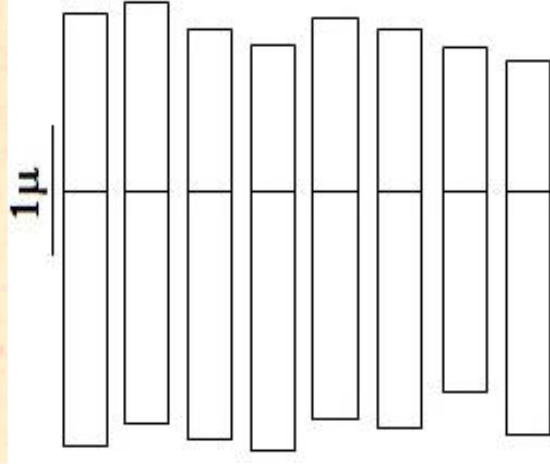
Güneş Çeşidi

Güneş çeşidinin kromozom sayısı $2n=2x=16$ olarak tespit edilmiştir. Bu çeşidin haploid karyotip formülünü 6 median bölge (m) ve 2 submedian bölge (sm) kromozom oluşturmaktadır. Metafaz kromozom uzunluğu 2.89-3.33

μm arasında değişmektedir. Kromozom kol oranları 1.22 ve 1.86 μm arasında değişmektedir. Nispi boyu 11.75 ve 13.52 μm , sentromer indeksi 34.97 ve 44.96 μm arasında değişmektedir (Çizelge 2, Şekil 3-4).

Çizelge 2. Güneş çeşidine ait karyomorfolojik parametreler

Kromozom No	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa Kol	Kol Oranı	Nisbi Boy	Sentromer İndeksi	Sentromer Durumu
1	3.33	1.96	1.37	1.43	13.52	41.14	m
2	3.25	1.79	1.46	1.22	13.20	44.96	m
3	3.17	1.92	1.25	1.53	12.90	39.54	m
4	3.11	1.99	1.13	1.76	12.66	36.26	sm
5	3.11	1.76	1.35	1.31	12.64	43.37	m
6	3.09	1.82	1.26	1.44	12.54	40.91	m
7	2.66	1.55	1.11	1.39	10.80	41.85	m
8	2.89	1.88	1.01	1.86	11.75	34.97	sm

**Şekil 3.** Güneş çeşidine ait metafaz kromozomları (2n=16), scala bar: 10 µm**Şekil 4.** Güneş çeşidine ait haploid idiogram (2n=16)**Çizelge 3.** Karabuğday çeşitlerine (Aktaş ve Güneş) ait poliplid seviyesi, kromozom boy aralığı, total kromozom uzunluğu ve asimetri indeksler değerleri (Rec, TF %, As K %, Syi, A, A1, A2)

Çeşit	2n	Poliplid Seviyesi	Kromozom Boy Aralığı	Toplam							
				Kromozom Uzunluğu	Rec	TF %	As K %	Syi	A	A1	A2
Aktaş	16	2x	3.35-4.78	32.80	85.78	40.63	59.38	68.42	0.18	0.31	0.12
Güneş	16	2x	2.89-3.33	24.60	92.35	40.43	59.58	67.86	0.19	0.32	0.08

İncelenen çeşitlere ait olan kromozom morfolojileri ve asimetri indeksleri Çizelge 3'te görülmektedir. Çeşitler $2n=2x=16$ kromozom sayısı ve poliplidi derecesine sahip olduğu görülmektedir. Kromozom boy aralığında küçük farklılıklar olup Güneş çeşidinin kromozomları Aktaş çeşidinin kromozomlarından daha küçük olduğu

görülmektedir. Toplam kromozom uzunluğu Aktaş çeşidinde $32.80 \mu\text{m}$ iken Güneş çeşidinde $24.60 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir. Asimetri indekslerine bakıldığında TF % (toplam yüzde formu) indeksi Aktaş çeşidinde 40.63 iken Güneş çeşidinde 40.43 olarak, As K (%) (karyotip asimetri indeksi) Aktaş çeşidinde 59.38 iken Güneş çeşidinde

59.58 olarak, Rec ve Syi indeksleri Aktaş çeşidinde sırasıyla 85.78, 68.42 iken, Güneş çeşidinde sırasıyla 92.35, 67.86 olarak belirlenmiştir. A1 (kromozom içi asimetri) indeksi Aktaş çeşidinde 0.31, Güneş çeşidinde 0.32 olarak, A2 (kromozomlar arası asimetri) indeksleri Aktaş çeşidinde 0.12, Güneş çeşidinde 0.08 olarak, A (karyotip asimetrisinin derecesi) indeksi Aktaş çeşidinde 0.18, Güneş çeşidinde 0.19 olarak belirlenmiştir.

Literatür çalışmalarına bakıldığında; Cheng ve ark. (2020)'nın yapmış oldukları çalışmada *F. esculentum* ssp. *ancestrale* türünün kromozom sayısını $2n=16$ ve kol oranını ise 1.033 ve 1.563 arasında olduğu, *F. esculentum*'un kromozom sayısının $2n=16$ ve kol oranı ise 1.119 ve 1.406 arasında değiştiğini bildirmiştir. *F. cymosum* türü $2n=2x=15m+1sm$ olarak belirlenmiş olup kol oranının 1.063 ve 1.744 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmadaki kol oranına bakıldığında Aktaş ve Güneş çeşidinin sırasıyla 1.31 ve 1.75 μm ve 1.22 ve 1.86 μm arasında değişmekte olup literatürdeki türler ile uyumlu durumdadır. En uzun kromozomun en kısa kromozoma oranı *F. cymosum* türü için 1.967, *F. esculentum* ssp. *ancestrale* türü için 1.561 ve *F. esculentum* türü için 2.267 olarak belirlenirken (Cheng ve ark., 2020) Aktaş çeşidinde 1.42, Güneş çeşidinde ise 1.15 olarak belirlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada *Fagopyrum esculentum* türünden tescil edilen iki farklı karabuğday çeşidinin karyolojik özellikleri belirlenmiştir. Çeşitlerin kromozom sayıları $2n=16$ olarak belirlenmiş ve gerekli ölçümler yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda bu iki çeşit aynı türden ıslah edildiği için karyolojik özellikleri bakımından bazı farklılıklar görülmesine rağmen genel

itibarı ile birbirine yakın değerlere sahip oldukları görülmüştür.

AÇIKLAMA

Yazarlar karabuğday tohumun temin edildiği Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Acar, R. 2009. Karabuğday'ın (köşeli buğday) tarımı. Konya Ticaret Borsası Dergisi, 31:30-37.
- Acar, R., Güneş, A., Gummadov, N., Topal, İ. 2011. Farklı bitki sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Meonch.) verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 47-51.
- Alkay, R., Kökten, K. 2020. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench) önemi ve kullanım alanları. Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi, 24:16-21.
- Arano, H. 1963. Cytological studies in subfamily carduoideae (Compositae) of Japan. IX. The karyotype analysis and phylogenetic considerations on *Pertya* and *Ainsliaea*. Bot Mag. 76:32–39.
- Betekhtin, A., Rybicka A., Wolna, J., Hasterok, R. 2018. Chapter four - chromosomes and chromosome studies in buckwheat. Buckwheat Germplasm in the World. Academic Press 37-44.
- Bilgiçli, N. 2008. Utilization of buckwheat flour in glutenfree egg noodle production. Journal of Food, Agriculture & Environment, 6(2): 113-115.
- Cheng, C., Fan, Y., Tang, Y., Zhang, K., Joshi, D.C., Jha, R., Janovská, D., Meglic, V., Yan, M., Zhou, M. 2020. *Fagopyrum esculentum* ssp. *ancestrale*-A hybrid species between diploid *F. cymosum* ve *F. esculentum*. Front. Plant Sci. 11:1073.
- Dizlek, H., Özer, M.S., İnanç, E., Gül, H. 2009. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) bileşimi ve

- gıda sanayiinde kullanım olanakları. GIDA, 34 (5): 317-324.
- Ekici, L., İnanır, C., Albayrak, S. 2019. Karabuğdayın fitokimyası, farmakolojisi ve biyofonksiyonel özellikleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16: 713-722.
- Elçi, Ş. 1982. Sitogenetikte gözlemler ve araştırma yöntemleri. Fırat Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Yayınları, Elazığ, 47-60.
- Greilhuber, J., Speta, F. 1976. C-banded karyotypes in the *Scilla hohenackeri* group, *S. persica* and *Puschkinia* (Liliaceae). Plant Syst Evol., 126(2):149–188.
- Güneş, A. 2014. Tescil Edilen Çeşitlerin Uygulamaya Aktarılması Bilgi ve İletişim Formu.
- Güzelsarı, U., Kan, Y. 2016. Karaman ekolojik şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilen karabuğdayın (*Fagopyrum esculentum* Moench.) agronomik ve kalite özelliklerinin araştırılması. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 200- 204.
- Huziwara, Y. 1962. Karyotype analysis in some genera of Compositeae. VIII Further studies on the chromosome of aster. American Journal of Botany. 49:116–119.
- İnanır, C., Albayrak, S., Ekici, L. 2019. Karabuğdayın fitokimyası, farmakolojisi ve biyofonksiyonel özellikleri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16:713-722.
- Jing, R., Li, H.Q., Hu, C.L., Jiang, Y.P., Qin, L.P., Zheng, C.J. 2016. Phytochemical and pharmacological profiles of three *Fagopyrum* buckwheats. International Journal of Molecular Sciences, 17(4):589.
- Joshi, D.C., Zhang, K., Wang, C., Chandora, R., Khurshid, M., Li, J., He, M., Georgiev, M.I., Zhou, M. 2020. Strategic enhancement of genetic gain for nutraceutical development in buckwheat: A genomics-driven perspective, Biotechnology Advances, 39:107479.
- Kara, N., Yüksel, O. 2014. Karabuğdayı hayvan yemi olarak kullanabilir miyiz? Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3): 295-300.
- Levan, A., Fredga, K., Sanberg, A.A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hered., 52: 201-220.
- Romero, Z.C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. Taxon. 35: 526-530.
- Watanabe, K., Yahara, T., Denda, T., Kosuge, K. 1999. Chromosomal evolution in the genus *Brachyscome* (Asteraceae, Astereae): Statistical tests regarding correlation between changes in karyotype and habit using phylogenetic information. J. Plant Res., 112: 145–161.
- Yavuz, H. 2014. Aydın ekolojik koşullarında farklı ekim sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yavuz, H., Yiğit, A., Erekul, O., 2016. Farklı ekim sıklıklarının karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* Moench.) verim ve bazı tane kalitesi özelliklerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 17–22.