

Sıra Arası Mesafe ve Ekim Normunun Arı Otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)’nda Ot ve Tohum Verimi ile Bazı Verim Parametrelerine Etkisi

Mehmet Arif ÖZYAZICI ^{1*}, Semih AÇIKBAŞ ¹

¹ Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): arifozyazici@siirt.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) bitkisinde, farklı sıra arası mesafe ve ekim normlarının ot ve tohum verimi ile bazı verim bileşenlerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Siirt ili koşullarında 2022-2023 vejetasyon devresinde yürütülmüştür. Üç farklı sıra arası mesafe (15, 30 ve 45 cm) ve üç farklı ekim normu (1, 2 ve 3 kg da⁻¹) araştırma konusunu oluşturmaktadır. Çalışmada, bitki boyu, yan dal sayısı, yaprak sayısı, yeşil ve kuru ot verimi, çiçek kömeci sayısı, çiçek salkımı sayısı, kömecteki çiçekçik sayısı ve tohum verimi parametreleri incelenmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda sıra aralığının, yeşil (p<0.01) ve kuru (p<0.05) ot verimi ile tohum verimi (p<0.05) ve tohum verimine etkili parametreler (p<0.01) üzerine anlamlı etkileri olmuştur. Ekim normu, çiçek salkımı sayısı hariç, incelenen diğer parametreleri önemli ölçüde etkilemiştir. Araştırma sonucuna göre, sıra arası mesafe arttıkça; yeşil ve kuru ot verimi, önemli ölçüde azalırken, çiçek kömeci sayısı, çiçek salkımı sayısı ve kömecteki çiçekçik sayısında artış gözlemlenmiştir. Tohum verimi geniş sıra aralığında (45 cm) önemli ölçüde azalmıştır. Kullanılan tohumluk miktarının artışına paralel olarak, yan dal sayısı ve tohum verimi ve tohum verimine etkili parametreler azalırken, incelenen diğer parametreler artmıştır. Arı otu yetiştiriciliğinde, ot ve tohum üretimi amacıyla 15 cm sıra arası mesafe ile bitkilerin ekilmesi; ot üretiminde 3 kg da⁻¹, tohum için 1 kg da⁻¹ ekim normunun uygulanması önerilmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :15.02.2025

Kabul Tarihi :25.03.2025

Anahtar Kelimeler

Arı otu
bitki boyu
kuru ot verimi
çiçek kömeci sayısı
çiçek salkımı sayısı

Effect of Row Spacing and Sowing Rate on Forage and Seed Yield and Some Yield Parameters in Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Abstract

In this study, it was aimed to determine the effects of different row spacing and sowing norms on forage and seed yield and some yield components in phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). The study was carried out in the 2022-2023 vegetation period in Siirt province conditions. Three different row spacings (15, 30 and 45 cm) and three different sowing norms (1, 2 and 3 kg da⁻¹) constitute the subject of the research. In the study, plant height, number of lateral branch per plant, number of leaves, green forage and hay yield, number of flower raceme per plant, inflorescences numbers per plant, number of floret per raceme and seed yield parameters were examined. As a result of statistical analysis, row spacing had significant effects on green forage (p<0.01) hay yield (p<0.05), and seed yield (p<0.05), and parameters effective on seed yield (p<0.01). Sowing rate applications significantly affected other parameters examined, except for the number of inflorescences. According to the research results, while green forage and hay yield decreased significantly as the row spacing increased, an increase was observed in the number of flower raceme, number of inflorescences and number of floret per raceme. Seed yield decreased significantly in wide row spacing (45 cm) compared to other row spacings. In parallel with the increase in the amount of seed used, the number of lateral branches and seed yield and parameters effective on seed yield decreased, while increases occurred in other parameters examined. In phacelia cultivation, it is recommended to plant plants with a distance between rows of 15 cm for forage and seed production; 3 kg da⁻¹ sowing norm for forage production and 1 kg da⁻¹ for seed.

Research Article

Article History

Received :15.02.2025

Accepted :25.03.2025

Keywords

Phacelia
plant height
hay yield
number of flower raceme
inflorescences numbers

1. Giriş

Anavatanı Kaliforniya (Kuzey Amerika) olan arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth), Hydrophyllaceae familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir (Kliszcz ve ark., 2023). Arı otu; örtü bitkisi (Scavo ve ark., 2022; Gerhards ve ark., 2024), yeşil gübreleme bitkisi (Brant ve ark., 2009) ve yüksek kalitede nektar ve polen üreten iyi bir bal özü bitkisidir (Orsi ve Bionoi, 1987; Engels ve ark., 1994; Petanidou, 2003). Birçok ülkede toprakta nematodların sayısını azalttığı için toprağın biyo-temizleyicisi olarak bilinmekte (Djordjevic ve ark., 2005); çiçeklerinin bol miktarda polen ve nektar oluşturması ve uzun süreli çiçekli kalması nedeniyle Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde “Arı Merası” olarak yararlanılmaktadır (Geren ve Kaymakkavak, 2007). Ara ürün (Cherniavskih ve ark., 2018) ve karışık ekim (Zuk-Golaszewska ve ark., 2019) bitkisi olarak da yaygın şekilde kullanılan *P. tanacetifolia*; yeşil kütlesindeki %17.97-21.84 oranında protein, %2.18-2.88 oranında yağ ve %39.85-42.54 oranında çözünür karbonhidrat içeriği ile aynı zamanda gelecek vadeden bir yem bitkisidir (Cherniavskih ve ark., 2018). Bitki gelişiminin ilk devreleri yeşil yem olarak (Kosolapov ve ark., 2021), tomurcuklanma ve %50 çiçeklenme devrelerinde hasat edilerek kuru ot olarak (Akbay ve ark., 2020) değerlendirilebildiği gibi, çiçeklenmeden sonraki devrede tek başına veya yonca ile karışım silajı yapılarak iyi kalitede silaj bitkisi olarak (Djordjevic ve ark., 2005) kullanılması da mümkündür.

Biyolojik çeşitliliğin korunması, ekili toprakların kalitesinin korunması veya iyileştirilmesi, yetiştirilen ürünlerde zararlı maddelerin oluşumunun önlenmesi gibi prensip ve işlevleri kapsayan sürdürülebilir tarım, aynı zamanda beklenen bu işlevleri yerine getirebilecek dengeli ekim uygulamalarına da vurgu yapar (Kubíková ve ark., 2022). Bu nedenle, yüksek verimli ve kaliteli ürün elde etmek için tarımsal ürünlerde ekim zamanı, ekim sıklığı ve ekim derinliği gibi kültürel uygulamalar büyük önem

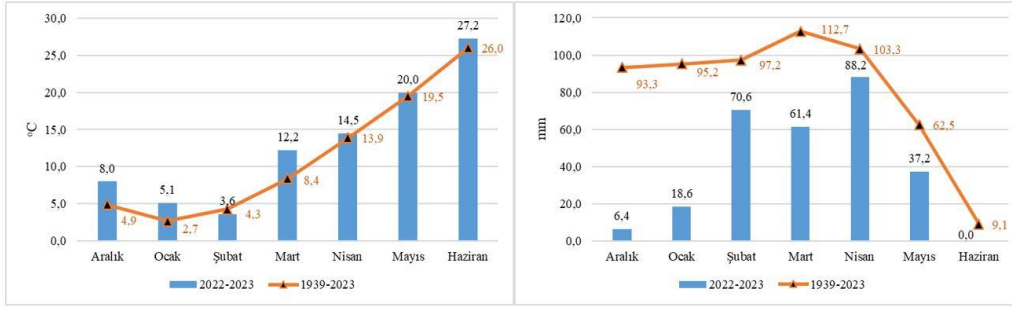
taşımaktadır. Nitekim birçok kültür bitkisi ile yapılan çalışmalarda, örneğin; karabuğday (Yavuz ve ark., 2016), şeker sorgum (Küçüksemerci ve Baytekin, 2017), nohut (Türk ve Polat, 2019), yem bezelyesi (Erkovan ve ark., 2020), buğday (Atak ve ark., 2021) bitkilerinde ekim sıklığının, verim potansiyelini ve kaliteyi etkileyen önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur. Arı otu ile yapılan sınırlı sayıdaki bazı çalışmalarda da, uygun; ekim tarihine (Genc Lermi ve Palta, 2017), tohumluk miktarlarına (Başbağ ve ark., 2001), sıra aralığı mesafesine (Bakoğlu ve Kutlu, 2006; Geren ve Kaymakkavak, 2007) vurgu yapılmıştır. Bununla birlikte, arı otu bitkisinin üreticilere tanıtılması veya yaygınlaştırılması için üretimi artırıcı ve aynı zamanda üretimi etkileyen yeterli agronomik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmaların içerisinde ekim sıklığı önemli yer tutmaktadır. Ekim sıklığının ayarlanması, arı otu gibi kuraklığa nispeten dayanıklı bitkilerin gelecekteki iklim değişikliğine uyum sağlaması ve yüksek verim elde etmesi için etkili önlemlerdir.

Bu çalışmada, ekim sıklığının yarı kurak iklim kuşağında kışlık olarak yetiştirilen arı otu (*P. tanacetifolia*)’nun ot ve tohum verimi ile bazı verim öğelerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma yeri iklim ve toprak özellikleri

Bu araştırma, Türkiye’nin yarı-kurak iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yer alan Siirt ili koşullarında 2022-2023 vejetasyon devresinde kışlık olarak yürütülmüştür. Arı otu yetiştirme dönemine ait ortalama sıcaklık değeri 12.9 °C iken, aynı dönemin uzun yıllar (1939-2023) sıcaklık ortalaması 11.4 °C olmuştur. Aynı vejetasyon devresindeki toplam yağış miktar 282.4 mm olup, uzun yıllar toplam yağış ortalaması ise 573.3 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 1) (Anonim, 2023).



Şekil 1. Siirt ili araştırma yılı (2022-23) ve uzun yıllar (1939-2023) ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri
Figure 1. Average temperature and total precipitation values for Siirt province research year (2022-23) and long years (1939-2023)

Araştırmada, tarla denemesi kurulmadan önce 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Araştırma toprakları killi-tın tekstürlü, tuzsuz ve nötr karakterde olup; kireç içeriği “az kireçli”, organik madde içeriği “çok az”, alınabilir fosfor (P) kapsamı “az” ve alınabilir potasyum (K) içeriği “fazla” düzeydedir (Tablo 1).

2.2. Araştırmanın bitkisel materyali

Çalışmada, bitkisel materyal olarak “Sağlamtimur” arı otu (*P. tanacetifolia*) çeşidi kullanılmıştır.

2.3. Araştırma konusu, tarla deneme tekniği ve uygulanan tarımsal işlemler

Deneme alanı ön bitkisi buğday olup, buğday hasadından sonra tarla sonbaharda pulluk ile derin sürülmüş, daha sonra diskaro, tırmık ve merdane geçilmek suretiyle tarla

ekime hazır hale getirilmiştir. Çalışmada, üç farklı sıra arası mesafe (15, 30 ve 45 cm) ve üç farklı ekim normu (1, 2 ve 3 kg da⁻¹) araştırma konusu olarak ele alınmıştır. Buna göre tarla denemesi, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana parsellere sıra arası, alt parsellere ise ekim normu olacak şekilde tarla denemesi dizayn edilmiştir. Parsel boyu 6 m olup, parselin yarısı ot, diğer yarısı ise tohum parametrelerinin tespiti için planlanmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre (Tablo 1), yarısı ekimle birlikte kalan diğer yarısı bitkilerin 4-5 yapraklı olduğu dönemde (Yılmaz ve Albayrak, 2017) olmak üzere saf 8 kg da⁻¹ azot (N)’lu gübre (amonyum sülfat, %21 N) ve tamamı ekim sırasında olmak üzere saf 10 kg da⁻¹ fosforlu gübre (triple süper fosfat, %43-44 P₂O₅) tüm parsellere homojen olacak şekilde uygulanmıştır.

Tablo 1. Araştırma yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20 cm)

Table 1. Some physical and chemical properties of the research area soils (0-20 cm)

Toprak özelliği	Birim	Değeri
Kum	%	35.32
Kil	%	38.18
Silt	%	29.49
pH		6.58
Elektriksel iletkenlik	µS cm ⁻¹	350
Kireç (CaCO ₃)	%	0.08
Organik madde	%	0.80
Alınabilir P	kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	5.2
Alınabilir K	kg K ₂ O da ⁻¹	80

Her parselde 6 sıra halinde arı otu ekimi yapılmış olup, ekim işlemi 08 Aralık 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiler 8-10 cm boylandığında çapa ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Hasat sırasında, parsel kenarlardan birer sıra ve parsel baş ve sonundan ise 0.5 m'lik kısımlar kenar tesiri olarak çıkarılmıştır. Buna göre, ot için biçim ve ilgili parametrelerin ölçümü tam çiçeklenme döneminde (08 Mayıs 2023), tohum hasadı ve ilgili parametrelerin ölçümü ise bitkiler fizyolojik olumu tamamladıktan sonra (01 Haziran 2023) yapılmıştır. Araştırmada, bitki boyu, yan dal sayısı, yaprak sayısı, yeşil ve kuru ot verimi, çiçek kömeci sayısı, çiçek salkımı sayısı, kömeçteki çiçekçik sayısı ve tohum verimi parametreleri incelenmiştir.

2.4. İstatistiksel değerlendirme

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş; F testi sonuçlarına göre gruplar arasındaki farklılıklar, Asgari Önemli Fark (Least Significant Difference, LSD) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ot verimi ve bazı verim bileşenleri

Farklı sıra aralıkları ve ekim normu uygulamalarında arı otunda belirlenen yeşil ve kuru ot verimi ile ot verimine etkili bazı parametrelere ait sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sıra arası mesafe ve ekim normunun arı otunda ot verimi ve bazı verim bileşenlerine etkisi¹

Table 2. Effect of row spacing and sowing norm on forage yield and some yield components in phacelia

Sıra arası mesafe (cm)	Ekim normu (kg da ⁻¹)			Ortalama
	1	2	3	
Bitki boyu (cm)				
15	95.5	98.4	103.7	99.2
30	91.7	97.7	101.0	96.8
45	84.3	98.3	100.0	94.2
Ortalama	90.5 C	98.1 B	101.6 A	
F değeri	SA= 1.682 ^{öd} , EN= 29.396 ^{**} , SAxEN= 2.649 ^{öd}			
Yan dal sayısı (adet bitki ⁻¹)				
15	3.4	3.3	2.8	3.2
30	3.6	3.5	3.5	3.5
45	4.2	3.8	3.7	3.9
Ortalama	3.7 A	3.5 AB	3.3 B	
F değeri	SA= 3.605 ^{öd} , EN= 4.941 [*] , SAxEN= 1.229 ^{öd}			
Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)				
15	12.9	14.1	17.1	14.7
30	14.0	15.3	18.3	15.9
45	16.4	17.4	18.5	17.4
Ortalama	14.4 B	15.6 AB	18.0 A	
F değeri	SA= 3.478 ^{öd} , EN= 5.105 [*] , SAxEN= 0.249 ^{öd}			
Yeşil ot verimi (kg da ⁻¹)				
15	1338.3 c	1648.9 bc	2706.7 a	1897.9 A
30	1322.0 c	1546.4 bc	1735.6 b	1534.7 B
45	896.0 d	1653.9 bc	1761.3 b	1437.1 B
Ortalama	1185.4 C	1616.4 B	2067.8 A	
F değeri	SA= 25.867 ^{**} , EN= 45.009 ^{**} , SAxEN= 7.546 ^{**}			
Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)				
15	424.4 cd	519.4 bc	888.8 a	610.8 A
30	407.4 d	489.2 bcd	560.5 b	485.7 B
45	273.2 e	516.8 bc	502.4 bcd	430.8 B
Ortalama	368.3 C	508.5 B	650.6 A	
F değeri	SA= 14.920 [*] , EN= 62.774 ^{**} , SAxEN= 13.134 ^{**}			

SA: Sıra arası mesafe, EN: Ekim normu, *: p<0.05 düzeyinde önemli farklılık, **: p<0.01 düzeyinde önemli farklılık, öd: Önemli değil, ¹: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir.

3.1.1. Bitki boyu

Araştırmada, arı otunda sıra arası mesafe arttıkça ortalama bitki boyu değerleri azalmış; 15 cm sıra aralığında bitki boyu 99.2 cm iken, 45 cm sıra aralığında yetiştirilen bitkilerde 94.2 cm olmuştur. Ancak, bu azalmaya bağlı olarak bitki boyunda ortaya çıkan değişkenlik istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Bitki boyu üzerine ekim normunun etkisi ise istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ekim normu bakımından en yüksek bitki boyu değeri ortalama 101.6 cm ile 3 kg/da ekim normu uygulamasında belirlenirken, en düşük değer ise 90.5 cm ile 1 kg/da ekim normunda saptanmıştır. Çalışmada ayrıca, sıra arası x ekim normu etkileşimini de istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır (Tablo 2). Bitki boyu üzerine, genel olarak genetik faktörler etkili olsa da (Özyiğit, 2018); kültürel uygulamalar ile ışık (Özyiğit, 2018) ve sıcaklık gibi çevre faktörlerinin (Katar ve Katar, 2016) de bitki boyu üzerine önemli etkisi vardır. Araştırmada azalan sıra arası mesafe, artan ekim normu uygulamaları bitki boyunun artışına sebep olmuştur. Bu durum, dar sıra aralıkları ve yüksek tohum miktarları ile sık ekimlerde birim alanda daha fazla bitki bulunduğundan, bitkilerin güneş ışığından ve sıcaklıktan daha fazla faydalanmak için rekabete girmeleri ve bunun sonucunda boylarının uzaması ile açıklanabilir. Hakyemez (2000) tarafından korunga, yonca ve nohut geveni bitkileri ile Ankara kıraç koşullarında, Türk (2005) tarafından korunga bitkisi ile Bursa koşullarında yapılan çalışmalarda, en uzun bitki boyu dar sıra aralıklarında ve yüksek tohum miktarlarında elde edilmiştir. Literatürdeki bu veriler, mevcut araştırma bulgularını desteklemektedir. Arı otunda yapılan bazı çalışmalarda (Uçar ve Tansı, 1996; Karadağ ve Büyükburç, 2001; Geren ve Kaymakkavak, 2007; Geren ve ark., 2009) da, mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde, sıra arası mesafe azaldıkça bitki boyunda artışların meydana geldiği rapor edilmiştir. Bingöl koşullarında yürütülen bir çalışmada (Bakoğlu ve Kutlu, 2006), arı otunda Haziran ve Temmuz ölçümlerinde sıra aralıkları (40, 50 ve 60 cm) arasında anlamlı farklılık belirlenirken;

örnekleme zamanının ortalama değerlerine göre bitki boyu yönünden, mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde, sıra aralıkları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Araştırma, arı otunda bitki boyunun ekim normundan etkilendiğini göstermektedir. Okant (2019) arı otunun bitki boyu üzerine tohumluk miktarının önemli etkisinin olduğunu, ancak tohumluk miktarının artışına bağlı olarak bitki boyunun azaldığını bildirmiştir. Önceki çalışmadaki bu sonuçların bir kısmı mevcut araştırma bulgularıyla çelişmektedir. Bununla birlikte, bakla (*Vicia faba* L.) (Wakweya ve ark., 2016), aspir (*Carthamus tinctorius* L.) (Köse ve Bilir, 2017), koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) (Özyiğit, 2018), soya fasulyesi (*Glycine max* L. Merrill) (Özel ve Acar, 2020) gibi farklı yem bitkisi ve tarla bitkisi türleri ile yapılan bazı çalışmalarda da, ekim normunun artışına paralel olarak bitki boyunun arttığı rapor edilmiştir. Literatürdeki bu sonuçlar mevcut araştırma sonuçları ile uyum içersindedir.

3.1.2. Yan dal sayısı

Arı otunda yan dal sayısı üzerine sıra aralıklarının etkisi istatistiki olarak önemsiz, ekim normunun etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Yan dal sayısı yönünden sıra arası x ekim normu etkileşimini de anlamlı bulunmamıştır. Arı otunda yan dal sayısı, sıra aralıklarına göre ortalama 3.2-3.9 adet bitki⁻¹ arasında değişiklik göstermiştir. Farklı ekim normları açısından sonuçlar incelendiğinde, en yüksek dallanma değeri ortalama 3.7 adet bitki⁻¹ ile dekara 1 kg hesabıyla tohum atılan uygulamada tespit edilirken; en düşük değer, ortalama 3.3 adet bitki⁻¹ ile dekara en fazla tohumun atıldığı ekim normunda (3 kg da⁻¹) belirlenmiştir (Tablo 2). Bitkilerde dallanma durumunu belirleyen en önemli etkenlerin başında sıra arası, sıra üzeri mesafe ve ekim normu gibi kültürel uygulamalar gelmektedir. Düşük orandaki ekim normu ve geniş sıra aralıklarında ekilen bitkilerin, doğal olarak birim alandaki bitki sayısı da az olacaktır. Birim alandaki bitki sayısının az olduğu koşullarda yetiştirilen bitkiler, özellikle besin maddeleri yönünden daha az rekabet ortamında gelişirler; bunun sonucunda, bitki

boyunun kısa olmasına da bağlı olarak dallanma artar. Ek olarak bitki sıklığı arttıkça, ışık ve havadan daha fazla yararlanmak isteyen bitkiler arasında oluşan rekabet nedeniyle, bitkiler dallanmayı azaltmakta (Özyiğit, 2018); sıra aralığı arttıkça bitkiler dallanarak yanlara doğru genişlemektedir (Türk, 2005). Arı otu ile yapılan bir çalışmada, her ne kadar yan dal sayısı yönünden dekara atılan tohumluk miktarları arasında fark önemli çıkmasa da, tohum miktarının artışına bağlı olarak yan dal sayısının azaldığı belirlenmiştir (Okant, 2019). Farklı bitki türleri ile yapılan sıra aralığı ve/veya ekim normu çalışmalarında, örneğin; Türkeç ve ark. (1993)'nın kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), Kızıl ve Arslan (2003)'in çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.), Katar ve Katar (2017a)'ın ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz), Katar ve Katar (2017b)'ın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench), Özyiğit (2018)'in koca fiğ (*V. narbonensis*) bitkisi ile elde ettikleri sonuçlar, mevcut araştırma bulgularını desteklemektedir.

3.1.3. Yaprak sayısı

Arı otunda, sıra aralıklarının yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemsiz olmuştur. Sıra aralıklarına göre bitkide yaprak sayısı 14.7-17.4 adet arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 2). Bununla birlikte, sıra arası mesafe arttıkça bitkide yaprak sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, geniş sıra aralıklarında dal sayısındaki artışın yaprak sayısını artırması ile açıklanabilir. Sakız fasulyesi (*Cyamopsis tetragonobla* (L.) Taub.) (Cebeci ve ark., 2016) ve yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) (Şirin ve Okant, 2021) bitkilerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgular rapor edilmiştir. Ayrıca, bitkide yaprak sayısı bakımından sıra aralıkları arasındaki farkın istatistiki anlamda önemsiz olması; Karadaş (2008)'in sorgum x sudan otu melezinde, Özköse ve ark. (2015)'nin silajlık sorgum çeşitlerinde yaptığı araştırma sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ekim normunun etkileri incelendiğinde, yaprak sayısı bakımından uygulanan ekim normları arasında istatistiki olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Buna göre en yüksek yaprak sayısı 3 kg da⁻¹ ekim

normunda (18.0 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise 1 kg da⁻¹ ekim normunda (14.4 adet bitki⁻¹) saptanmıştır. Yaprak sayısı yönünden sıra arası x ekim normu interaksiyonu istatistiksel anlamda önemsiz çıkmıştır (Tablo 2). Ekim normu arttıkça bitki boyunun artmasının bir sonucu olarak yaprak sayısının da arttığı söylenebilir. Farklı bitki türleri ile yapılan bazı çalışmalarda da, örneğin; şeker sorgum (Küçüksemerci ve Baytekin, 2017) ve silajlık mısır (Bayram ve ark., 2017) bitkilerinde ekim sıklığının artışına paralel olarak yaprak oranının önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir.

3.1.4. Yeşil ot verimi

Sıra arası mesafe ve ekim normunun, arı otunun yeşil ot verimi üzerine istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli etkisi olmuştur. Ekim normunun ortalaması olarak en yüksek yeşil ot verimi 1897.9 kg da⁻¹ ile 15 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden elde edilmiştir. Sıra arası mesafenin artışı ile yeşil ot veriminin düştüğü çalışmada, en düşük verimler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 30 ve 45 cm sıra aralıklarında belirlenmiştir. Ekim normu uygulamaları incelendiğinde, sıra aralıklarının ortalaması olarak en yüksek yeşil ot verimi 3 kg da⁻¹ ekim normunda (2067.8 kg da⁻¹), en düşük yeşil ot verimi ise 1 kg da⁻¹ ekim normu uygulamasında (1185.4 kg da⁻¹) tespit edilmiştir (Tablo 2). Arı otunda, yeşil ot verimi yönünden sıra aralıkları arasındaki anlamlı farklılıklar Bakoğlu ve Kutlu (2006), Geren ve Kaymakkavak (2007) tarafından da rapor edilmiş; Bakoğlu ve Kutlu (2006) en yüksek yeşil ot veriminin 50 cm, Geren ve Kaymakkavak (2007) 17.5 cm sıra aralığından elde edildiğini bildirmişlerdir. Mevcut araştırmada, sıra arası genişledikçe yeşil ot verimlerinin önemli ölçüde azaldığı dikkati çekmiştir. Bu sonuçlar, Geren ve Kaymakkavak (2007)'in bulguları ile uyumludur. Farklı yem bitkisi türleri ile yapılan bazı çalışmalarda (Türk ve Çelik, 2006; Özköse ve ark., 2015; Cebeci ve ark., 2016; Alatürk ve ark., 2021; Şirin ve Okant, 2021) da en yüksek yeşil ot verimleri dar sıra aralıklarında elde edilmiştir. Çalışmada, ekim normu arttıkça yeşil ot verimi de artmıştır.

Artan bitki sıklığı ile birim alandaki bitki sayısının da doğal olarak artması nedeniyle verimdeki bu artış, beklenen bir sonuçtur. Farklı ekolojilerde farklı yem bitkisi türleri ile yapılan benzer çalışmalarda da aynı sonuçlar bildirilmiştir (Türk ve Çelik, 2006; Bayram ve ark., 2017; Küçüksemerci ve Baytekin, 2017). Arı otunda farklı tohum miktarlarının etkisinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek yeşil ot veriminin 1.5 kg da^{-1} ekim normundan alındığı ve mevcut araştırma bulgusundan farklı olarak tohum miktarı arttıkça yeşil ot değerlerinde azalma kaydedildiği rapor edilmiştir (Okant, 2019). Çalışmada, sıra arası x ekim normu interaksyonu da anlamlı ($p<0.01$) bulunmuştur. Genel olarak sıra arası mesafe artışıyla verim düşmekle birlikte, dekara 2 ve 3 kg ekim normu uygulamalarında her ne kadar istatistiksel olarak önemsiz olsa da, sıra arasının 30 cm'den 45 cm'ye çıkarılmasıyla verimde bir miktar artışlar gözlemlenmiştir. Bu durum, interaksyonun önemli çıkmasında etkili olmuştur (Tablo 2).

3.1.5. Kuru ot verimi

Ekim normunun ortalaması olarak en yüksek kuru ot verimi 610.8 kg da^{-1} ile 15 cm sıra aralığı uygulamasından elde edilirken, 30 ve 45 cm sıra aralıklarında düşük kuru ot verimleri (sırasıyla, 485.7 ve 430.8 kg da^{-1}) saptanmıştır. Yine yeşil ot verimi ile paralel olarak, 3 kg da^{-1} ekim normunda en yüksek ortalama kuru ot verimi (650.6 kg da^{-1}), 1 kg da^{-1} ekim normunda da en düşük kuru ot verimi (368.3 kg da^{-1}) elde edilmiştir. Sıra aralıklarının ($p<0.05$) ve ekim normu uygulamalarının ($p<0.01$) kuru ot verimine bu etkileri anlamlı bulunmuştur (Tablo 2). Arı otu ile yapılan sınırlı sayıdaki bazı çalışmalarda, mevcut araştırma bulgularına benzer şekilde, sıra aralığının kuru ot verimini önemli ölçüde etkilediği (Bakoğlu ve Kutlu, 2006; Geren ve Kaymakkavak, 2007); yapılan bu çalışmalarda en yüksek kuru ot veriminin 50 cm (Bakoğlu ve Kutlu, 2006) ve 17.5 cm (Geren ve Kaymakkavak, 2007) sıra aralıklarında alındığı belirlenmiştir. Yeşil ot veriminde olduğu gibi sıra arası mesafe daraldıkça kuru ot verimi artmıştır. Bu sonuçlar, Geren ve Kaymakkavak (2007)'in bulguları ile

uyumludur. Ayrıca, kuru ot verimi yönünden elde edilen bu sonuçlar; Türk (2005) ve Türk ve Çelik (2006)'in korunga, Cebeci ve ark. (2016)'nın sakız fasulyesi, Alatürk ve ark. (2021)'nin yem bezelyesi, Gökalp ve ark. (2021)'nin gazal boynuzu ve Şirin ve Okant (2021)'in yem şalgamı bitkisinde elde ettikleri bulgular ile de uyumludur. Tohum miktarlarının etkisine bakıldığında, ekim normunun artışına paralel olarak arı otunun kuru ot veriminin de arttığı görülmüştür. Çalışmada, ekim normunun artışı ile birlikte bitki boyu ve yaprak sayısı artmıştır; daha fazla yeşil yaprak, bitkide fotosentezin artışına ve bunun sonucu olarak daha fazla besin maddesi ve kuru madde birikimine neden olur. Bu durum, yüksek miktardaki ekim normu uygulamasıyla kuru ot veriminin yüksek olması ile sonuçlanmıştır. Tohumluk miktarlarının kuru ot/kuru madde verimine etkisinin önemli olduğu ve bu anlamda bitki sıklığı arttıkça verimin arttığı diğer bazı bitki türleri ile yapılan çalışmalarda (Cusicanqui ve Lauer, 1999; Türk ve Çelik, 2006; Tan ve ark., 2014; Bayram ve ark., 2017; Gökalp ve ark., 2021) da bildirilmiştir. Arı otu ile Şanlıurfa koşullarında yapılan bir çalışmada, en yüksek kuru ot veriminin 1.5 kg da^{-1} ekim normundan alındığı ve daha sonraki artan ekim normlarında (2.0 ve 2.5 kg da^{-1}) kuru ot verimin azaldığı ancak bu azalmanın önemsiz olduğu rapor edilmiştir (Okant, 2019). Çalışmada ayrıca, sıra arası x ekim normu interaksyonu da istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. İnteraksyonun anlamlı çıkması; 2 kg da^{-1} ekim normunda sıra arası mesafe arttıkça verimin önce azalması daha sonraki uygulamada artmasıyla, benzer şekilde 45 cm sıra aralığında ekim normu uygulamasıyla önce artış daha sonraki uygulamada ise istatistiksel olarak önemli sayılabilecek bir azalış olmasıyla açıklanabilir (Tablo 2).

3.2. Tohum verimi ve bazı verim bileşenleri

Farklı sıra aralıkları ve ekim normu uygulamalarında arı otunda belirlenen tohum verimi ile verime etkili bazı parametrelere ait sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sıra arası mesafe ve ekim normunun arı otunda tohum verimi ve bazı verim bileşenlerine etkisi¹
Table 3. Effect of row spacing and sowing norm on seed yield and some yield components in phacelia

Sıra arası mesafe (cm)	Ekim normu (kg da ⁻¹)			Ortalama
	1	2	3	
Çiçek kömeci sayısı (adet bitki ⁻¹)				
15	4.1 b	2.8 d	2.3 e	3.0 B
30	4.6 a	4.2 ab	3.6 c	4.1 A
45	4.4 ab	4.2 ab	4.1 b	4.2 A
Ortalama	4.4 A	3.7 B	3.3 C	
F değeri	SA= 23.341 ^{**} , EN= 40.111 ^{**} , SAxEN= 7.655 ^{**}			
Çiçek salkımı sayısı (adet bitki ⁻¹)				
15	16.8	13.9	12.2	14.3 B
30	16.1	15.4	15.1	15.5 B
45	20.7	19.2	16.8	18.9 A
Ortalama	17.9	16.2	14.7	
F değeri	SA= 17.373 ^{**} , EN= 3.726 ^{öd} , SAxEN= 0.484 ^{öd}			
Kömeçteki çiçekçik sayısı (adet)				
15	138.4 cde	127.7 de	120.3 e	128.8 B
30	173.3 b	169.3 b	157.0 bc	166.6 A
45	201.4 a	155.7 bc	144.0 cd	167.0 A
Ortalama	171.0 A	150.9 B	140.4 B	
F değeri	SA= 85.046 ^{**} , EN= 19.305 ^{**} , SAxEN= 4.633 ^{**}			
Tohum verimi (kg da ⁻¹)				
15	13.61 b	13.33 b	11.45 c	12.80 A
30	15.18 a	13.80 ab	10.30 c	13.09 A
45	10.56 c	8.80 d	8.00 d	9.12 B
Ortalama	13.12 A	11.97 B	9.92 C	
F değeri	SA= 13.435 [*] , EN= 34.018 ^{**} , SAxEN= 3.315 [*]			

SA: Sıra arası mesafe, EN: Ekim normu, *: p<0.05 düzeyinde önemli farklılık, **: p<0.01 düzeyinde önemli farklılık, öd: Önemli değil, /: Aynı grupta aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir.

3.2.1. Çiçek kömeci sayısı

Arı otunda tane verimi üzerine olumlu yönde en büyük direkt etkiye sahip karakter çiçek kömeci sayısıdır. Bu nedenle, arı otunda çiçek kömeci sayısının artmasıyla önemli bir verim artışı meydana gelebilmektedir. Çiçek kömeci sayısı yönünden, sıra aralıkları ve ekim normu uygulamaları arasındaki farklılıklar ile ikili interaksiyon istatistiki olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekim normunun ortalaması olarak en yüksek çiçek kömeci sayısı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 4.1 ve 4.2 adet bitki⁻¹ ile sırasıyla 30 ve 45 cm sıra aralıklarında saptanmıştır. En düşük değer ise 15 cm sıra arası mesafesinde yetiştirilen bitkilerde (3.0 adet bitki⁻¹) belirlenmiştir. Sıra aralıklarının ortalaması olarak en yüksek çiçek kömeci sayısı 4.4 adet bitki⁻¹ ile 1 kg da⁻¹ ekim normunda, en düşük değer ise 3 kg da⁻¹ ekim normunda (3.3 adet bitki⁻¹) belirlenmiştir. İkili interaksiyon

incelendiğinde, 1 kg da⁻¹ ekim normunda sıra aralığının 15 cm'den 30 cm'ye çıkarılmasıyla çiçek kömeci sayısında artış, daha sonraki artan sıra arası mesafesinde ise bir miktar düşme göstermesi; 2 kg da⁻¹ ekim normunda 30 ve 45 cm sıra aralıklarında benzer, buna karşılık 3 kg da⁻¹ ekim normunda sıra aralıklarının artışına bağlı olarak çiçek kömeci sayısının artış göstermesi, interaksiyonun anlamlı çıkmasına yol açmıştır (Tablo 3). Literatürde arı otu bitkisiyle ilgili olarak ekim sıklığına göre çiçek kömeci sayısı değişimine yönelik bulgulara rastlanılmamıştır. Arı otunda, çiçek kömeci sayısı; Dağ (2013) tarafından azot dozlarına göre 5.3-6.6 adet/bitki, Ertürk (2019) tarafından azot ve fosfor dozlarına göre 3.3-4.3 adet bitki⁻¹, Akdoğan ve Kır (2020) tarafından farklı fosfor dozlarına göre 5.6-11.3 adet bitki⁻¹ arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

3.2.2. Çiçek salkımı sayısı

Sıra aralıklarına göre çiçek salkım sayısı irdelendiğinde, 45 cm sıra aralığıyla yetiştirilen bitkilerde ortalama 18.9 adet bitki⁻¹ ile en fazla çiçek salkımı meydana gelmiştir. En düşük çiçek salkımı sayısı 15 (14.3 adet bitki⁻¹) ve 30 (15.5 adet bitki⁻¹) cm sıra aralıkları ile yetiştirilen arı otu bitkilerinde saptanmıştır. Çiçek salkımı sayısı yönünden sıra aralıkları arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Ekim normunun çiçek salkımı sayısı üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz olmuştur. Ekim normuna göre çiçek salkımı sayısı ortalama 14.7-17.9 adet bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Çalışmada, sıra arası x ekim normu interaksyonu da önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Geren ve ark. (2009), arı otunda salkım sayısının sıra aralıklarına göre önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ve sıra arası mesafe arttıkça salkım sayısının arttığını bildirmişlerdir. Katar ve Katar (2017b) karabuğday bitkisinde ekim normunun artışıyla bitki başına salkım sayısının azaldığını ve bu azalışın anlamlı olduğunu rapor etmişlerdir. Öte yandan, arı otu ile yapılan çalışmalarda çiçek salkımı sayısını; Karadağ ve Büyükburç (1999) 13.35-22.10 adet bitki⁻¹, Dağ (2013) 25.13-32.47 adet bitki⁻¹ ve Akdoğan ve Kır (2020) 16.9-35.0 adet bitki⁻¹ arasında belirlemişlerdir.

3.2.3. Kömeçteki çiçekçik sayısı

Kömeçteki çiçekçik sayısı, sıra aralığı ve ekim normu uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir ($p<0.01$). Ekim normu ortalaması olarak kömeçteki çiçekçik sayısı en fazla 30 ve 45 cm sıra aralıklarında gelişen bitkilerde (sırasıyla, 166.6 ve 167.0 adet) gözlemlenmiştir. Dar sıra aralığında (15 cm) yetişen bitkilerde ise kömeçteki çiçekçik sayısı ortalama 128.8 adet olup, en az değeri göstermiştir. Sıra aralıklarının ortalaması olarak en fazla kömeçteki çiçekçik sayısı 1 kg da⁻¹ ekim normunda elde edilirken, ekim normunun artması kömeçteki çiçekçik sayısını düşürmüştür (Tablo 3). Çalışmada, 2 ve 3 kg da⁻¹ ekim normlarında sıra aralığının 15 cm'den 30 cm'ye çıkarılmasıyla kömeçteki

çiçekçik sayısında artış, daha sonraki artan sıra arası mesafesinde ise önemli azalışlar olması sıra aralığı x ekim normu interaksyonunun anlamlı ($p<0.01$) çıkmasına yol açmıştır (Tablo 3). Literatürde arı otu bitkisiyle ilgili olarak ekim sıklığına göre kömeçteki çiçekçik sayısı değişimine yönelik bulgulara rastlanılmamıştır. Arı otunda kömeçteki çiçekçik sayısı, farklı azot dozlarına göre Dağ (2013) tarafından 100.8-112.2 adet ve Tuncer (2014) tarafından 129.3-166.0 adet, Akdoğan ve Kır (2020) tarafından farklı fosfor dozlarına göre 46.0-115.0 adet bitki⁻¹ arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

3.2.4. Tohum verimi

Arı otunda tohum verimi üzerine, sıra aralıklarının ($p<0.05$) ve ekim normu ($p<0.01$) uygulamalarının etkisi anlamlı bulunmuştur. Ekim normu ortalaması olarak en yüksek tohum verimi, istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 30 ve 15 cm sıra aralıklarında yetiştirilen bitkilerden elde edilirken (sırasıyla, 13.09 ve 12.80 kg da⁻¹), sıra aralığının 45 cm'ye çıkmasıyla tohum veriminde önemli düşüş gerçekleşmiştir (Tablo 3). Araştırmada, her ne kadar 30 ve 45 cm sıra aralıklarında yetiştirilen bitkilerde tohum verimine etkili parametreler yönünden yüksek değerler elde edilmesine rağmen, sıra arasının genişlemesi birim alandaki bitki sayısını azalttığından, özellikle 45 cm sıra aralığında tohum veriminin önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur. Geren ve ark. (2009), arı otunda tohum veriminin sıra aralıklarına göre önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini ve sıra arası mesafe arttıkça tohum veriminin azaldığını ve en yüksek tohum veriminin 17.5 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden elde edildiğini rapor etmişlerdir. Farklı bitki türleri ile yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde, örneğin; mürdümükte en yüksek tohum veriminin 30 cm sıra aralığından elde edildiği ve 40 cm sıra aralığında verimin önemli ölçüde düştüğü (Kökten ve ark., 2011), yem bezelyesinde en yüksek tohum veriminin 40 cm sıra aralığında yetiştirilen bitkilerden elde edildiği ve sıra aralığının 60 cm'ye çıkarılmasıyla tohum veriminde önemli azalmaların olduğu (Tan ve ark., 2014), yoncada 20 cm sıra arası

mesafesinde yetiştirilen çeşitlerden 40 cm'ye göre tohum verimi bakımından daha yüksek değerler elde edildiği (Kavut, 2016) rapor edilmiştir. Ekim normunun tohum verimi üzerindeki etkileri incelendiğinde, ekim normunun artışına bağlı olarak tohum veriminde önemli azalmalar olmuş; en yüksek tohum verimi 1 kg da⁻¹ ekim normunda (13.12 kg da⁻¹) gerçekleşirken, en düşük verimin ortalama 9.92 kg da⁻¹ ile 3 kg da⁻¹ ekim normundan elde edildiği saptanmıştır (Tablo 3). Ekim normunun artması ile tohum veriminde azalmalar meydana geldiği çemen (Kızıllı ve Arslan, 2003), korunga (Türk ve Çelik, 2005), koca fiğ (Özyiğit, 2018) gibi farklı yem bitkisi türleri ile yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir. Çalışmada, sıra aralığı x ekim normu interaksyonu da istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır. Dekara 1 ve 2 kg ekim normu uygulamalarında sıra aralıklarına göre tohum veriminde benzer eğilim gözlemlenirken, 3 kg da⁻¹ ekim normunda sıra aralığı mesafe arttıkça tohum veriminde azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Ekim normu ve sıra aralığı mesafelerine göre ortaya çıkan bu farklılık interaksyonun anlamlı çıkmasına neden olmuştur (Tablo 3). Öte yandan, farklı amaca yönelik olarak arı otu ile yapılan çalışmalarda, tohum verimini; Karadağ ve Büyükburç (1999) 4.85-12.35 kg da⁻¹, Geren ve ark. (2009) 41.2-59.1 kg da⁻¹, Genç Lermi ve Palta (2016) 80-171 kg da⁻¹, Genç Lermi ve Palta (2017) 23-96 kg da⁻¹, Akdoğan ve Kır (2020) 43.6-90.4 kg da⁻¹ ve Türk ve Alagöz (2020) 13.0-20.9 kg da⁻¹ arasında belirlemişlerdir. Literatürdeki bu sonuçlar ile kıyaslandığında, genel olarak Siirt ekolojik koşullarında düşük miktarda tohum verimi elde edildiği görülmüştür. Tohum verimi yönünden literatür verileri ile ortaya çıkan bu farklılıklar, bitkilerin farklı ekolojik koşullar ve kültürel uygulamalar altında yetiştirilmeleri ile açıklanabilir. Özellikle kuraklık nedeniyle çiçeklenme süresinin kısa olması ve buna bağlı olarak bitkilerin daha az besin maddesi üretmesi sonucu tane dolumunun daha zayıf olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Kurak veya yarı kurak ekolojilerde kışlık ara devrede, hem ot hem de tohum üretimi amacıyla arı otu tarımı yapılması mümkündür. Araştırma sonucuna göre, her iki amaç için yetiştiriciliğinde 15 cm sıra arası mesafe ile bitkilerin ekilmesi; ot üretiminde 3 kg da⁻¹, tohum üretiminde ise 1 kg da⁻¹ ekim normunun uygulanması önerilmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, 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.

Kaynaklar

- Akbay, F., Kamalak, A., Erol, C., 2020. Arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nın vejetatif dönemlerinin ot verimine, besin madde içeriğine ve metan üretimine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4): 981-985.
- Akdoğan, H.A., Kır, B., 2020. Farklı fosfor dozlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda tohum verimi ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı: 99-105.
- Alatürk, F., Çınar, Ç., Gökkuş, A., 2021. Farklı sıra aralıklarının bazı yem bezelyesi çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1): 53-57.
- Anonim, 2023. Resmi İklim İstatistikleri-Siirt İli. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (<https://www.mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=SIIRT>), (Erişim tarihi: 22.10.2023).

- Atak, M., Kısa, Ö., Atış, İ., 2021. Ekim sıklığının buğday (*Triticum* sp.) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2): 387-398.
- Bakoğlu, A., Kutlu, M.A., 2006. Bingöl sulu şartlarında yetişen arı otunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'na uygulanan değişik sıra aralığının bazı tarımsal özelliklere ve arı merası olarak kullanılmasına etkisi üzerinde bir araştırma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(1): 33-38.
- Başbağ, M., Saruhan, V., Gül, İ., 2001. Diyarbakır koşullarında farklı tohumluk miktarlarının arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *GAP 2. Tarım Kongresi*, 24-26 Ekim 2001, Şanlıurfa, s. 985-992.
- Bayram, G., Turgut, İ., Şenyiğit, E., 2017. İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırdaki ekim şekilleri ile farklı bitki sıklıklarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı): 97-101.
- Brant, V., Neckár, K., Pivec, J., Duchoslav, M., Holec, J., Fuksa, P., Venclová, V., 2009. Competition of some summer catch crops and volunteer cereals in the areas with limited precipitation. *Plant, Soil and Environment*, 55: 17-24.
- Cebeci, G., Gökkuş, A., Alatürk, F., 2016. Farklı ekim sıklığının sakız fasülyesinde (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. *Alinteri*, 30(B): 53-59.
- Cherniavskih, V.I., Dumacheva, E.V., Gorbacheva, A.A., Vorobyova, O.V., Ermakova, L.R., 2018. The use of morphobiological characteristics in the selection of *Phacelia tanacetifolia* Benth. *International Journal of Green Pharmacy*, 12(2): 433-436.
- Cusicanqui, J.A., Lauer, J.G., 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 91: 911-915.
- Dağ, V., 2013. Farklı azot dozlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia*)'nda verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Djordjevic, N., Dinic, B., Grubic, G., Vuckovic, S., Simic, A., 2005. The quality and chemical composition of *Phacelia tanacetifolia* Benth. and lucerne silages. *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity*, Proceedings of the 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Tartu, Estonia, 29-31 August, 10: 294-297.
- Engels, W., Schulz, U., Rodle, M., 1994. Use of the Tübingen mix for bee pasture in Germany, p- 57–65. In A. Matheson (Ed.). Forage for Bees in an Agricultural Landscape. International Bee Research Association, Cardiff, UK.
- Erkovan, Ş., İleri, O., Erkovan, H.İ., Koç, A., 2020. Eskişehir ekolojisinde uygun ekim zamanı ve ekim sıklığının yem bezelyesinin yaş ot verimi ve bazı özelliklerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 225-232.
- Ertürk, A., 2019. Kahramanmaraş koşullarında farklı azot ve fosfor dozlarının arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nda verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Genc Lermi, A., Palta, S., 2017. Effects of different sowing dates on flowering phenology of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10): 6199-6204.

- Genç Lermi, A., Palta, Ş., 2016. Arı otu bitkisinin sonbahar ekim periyodunda farklı ekim zamanlarının tohum verimi ve verim componentleri üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 366-371.
- Genç Lermi, A., Palta, Ş., 2017. İlkbahar ekim döneminde farklı ekim tarihlerinin arı otunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tohum verimi ile ilgili özellikleri üzerine etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1): 143-149.
- Geren, H., Kaymakkavak, D., 2007. Farklı sıra arası uzaklıklarının kimi arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) çeşitlerinde ot verimi ile verim ve kalite özelliklerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 71-85.
- Geren, H., Avcioglu, R., Kaymakkavak, D., 2009. Effects of different row spacings on the seed yield and some other characteristics of phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) varieties. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2): 383-386.
- Gerhards, R., Schumacher, M., Merkle, M., Malik, W.A. Piepho, H.P., 2024. A new approach for modelling weed suppression of cover crops. *Weed Research*, 64(3): 219-226.
- Gökalp, S., Topal, H., Yazıcı, L., Noyan, Ö.F., Karadağ, Y., 2021. Sıra aralığı ve tohum miktarlarının gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) ot verimi ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31(1): 21-35.
- Hakyemez, B.H., 2000. Çok yıllık yonca, korunga ve nohut geveninde bitki sıklığının yem verimine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karadağ, Y., Büyükburç, U., 1999. Tokat koşullarında yetiştirilen arı otunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) verim ve adaptasyonu üzerinde bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 155-169.
- Karadağ, Y., Büyükburç, U., 2001. Arıotunda (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) farklı sıra aralığının ot ve tohum verimlerine etkileri. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 17-21 Eylül, Tekirdağ, s. 143-148.
- Karadağ, S., 2008. Farklı ekim sıklıklarında ikinci ürün olarak ekilen sorgum x sudan otu melezinin verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Katar D., Katar, N., 2016. Determination of the effect of plant density on yield and yield components for two different coriander cultivars (*Coriandrum sativum* L.). *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(1): 33-42.
- Katar, D., Katar, N., 2017a. Farklı sıra aralıklarında uygulanan ekim normlarının ketenciğin (*Camelina sativa* (L.) Crantz) verim ve verim unsurlarına etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1): 76-85.
- Katar, D., Katar, N., 2017b. Eskişehir ekolojik koşullarında farklı karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşidinde uygun ekim normunun belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 31-39.
- Kavut, Y.T., 2016. Kimi yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinde sıra arası mesafelerinin tohum verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 40-45.
- Kızıllı, S., Arslan, N., 2003. Bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarında farklı ekim normlarının verim ve verim özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4): 395-401.

- Kliscz, A., Puła, J., Mozdzen, K., Tatoj, A., Zandi, P., Stachurska-Swakon, A., Barabasz-Krasny, B., 2023. Wider use of honey plants in farming: Allelopathic potential of *Phacelia tanacetifolia* Benth. *Sustainability*, 15: 3061.
- Kosolapov, V.M., Cherniavskih, V.I., Dumacheva, E.V., Konoplev, V.V., Tseiko, V.I., Markova, E.I., 2021. The search for source material of *Phacelia tanacetifolia* benth for breeding for fodder productivity. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 901: 012006.
- Kökten, K., Bakoğlu, A., Kavurmacı, Z., 2011. Elazığ koşullarında mürdümük (*Lathyrus sativus* L.)’te farklı sıra arasının tohum verimi ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 37-42.
- Köse, A., Bilir, Ö., 2017. Aspir bitkisinde (*Carthamus tinctorius* L.) farklı sıra arası mesafelerin ve ekim normunun taç yaprak verimi ve bazı bitkisel özellikler üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1): 40-47.
- Kubíková, Z., Smejkalová, H., Hutýrová, H., Kintl, A., Elbl, J., 2022. Effect of sowing date on the development of lacy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *Plants*, 11: 3177.
- Küçüksemerci, O., Baytekin, H., 2017. Çanakkale koşullarında yetiştirilen şeker sorgumda ekim sıklığının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1): 95-100.
- Okant, M., 2019. Ariotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)’nda farklı tohum miktarlarının bitkisel özellikleri ile kalitesi üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1): 47-51.
- Orsi, S., Bionoi, A., 1987. *Phacelia tanacetifolia*: Its honey potential. *Informatore Agrario*, 43: 51-53.
- Özel, A., Acar, R., 2020. Ekim normunun soya fasulyesinde (*Glycine max* L. Merrill) ot verimine etkileri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(3): 141-147.
- Özköse, A., Mülâyim, M., Acar, R., 2015. Effect of row spacing on some yield and yield components of silage sorghum cultivars in Konya conditions. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(1): 10-18.
- Özyiğit, Y., 2018. Antalya sahil koşullarında koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) yetiştiriciliği için uygun ekim normunun belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(1): 72-78.
- Petanidou, T., 2003. Introducing plants for bee-keeping at any cost?-Assessment of *Phacelia tanacetifolia* as nectar source plant under xeric Mediterranean conditions. *Plant Systematics and Evolution*, 238: 155-168.
- Scavo, A., Fontanazza, S., Restuccia, A., Pesce, P.R., Abbate, C., Mauromicale, G., 2022. The role of cover crops in improving soil fertility and plant nutritional status in temperate climates, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42: 93.
- Şirin, M., Okant, M., 2021. Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.)’nın farklı ekim zamanları ile farklı sıra aralıklarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(1): 49-57.
- Tan, M., Kursun Kırıcı, K., Dumlu Gul, Z., 2014. Effects of row spacing and seeding rate on hay and seed yield of Eastern Anatolian forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotype. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 96-100.
- Tuncer, K., 2014. Farklı azot dozlarının ariotunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) bitkisel özellikleri ve ot kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yozgat.
- Türk, M., 2005. Farklı ekim sıklıklarının korunganın (*Onobrychis sativa* L.) kuru ot ve ham protein verimi üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(3): 292-298.

- Türk, M., Alagöz, M., 2020. The effects of different nitrogen doses on seed yield and some agricultural characteristics of *Phacelia* (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *Turkish Journal of Science and Engineering*, 2(2): 53-56.
- Türk, M., Çelik, N., 2005. Farklı sıra araları ve tohum miktarlarının korunga (*Onobrychis sativa* L.)'nın tohum verimi üzerine etkileri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(2): 43-57.
- Türk, M., Çelik, N., 2006. The effects of different row spaces and seeding rates on the hay and crude protein yields of sainfoin *onobrychis sativa*. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(02): 175-181.
- Türk, Z., Polat, T., 2019. Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı ekim zamanı ve ekim sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un bazı tarımsal özelliklerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 20-31.
- Türkeç, A., Göksoy, A.T., Turan, Z.M., 1993. Kolzada en uygun ekim normunun saptanması üzerinde bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 163-172.
- Uçar, H., Tansı, V., 1996. Çukurova koşullarında farklı ekim zamanı ve sıra aralığının arıotunun (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) tane verimi ve arı mer'ası olarak kullanılması bakımından etkileri. *Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yem bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, s. 415-421.
- Wakweya, K., Dargie, R., Meleta, T., 2016. Effect of sowing date and seed rate on faba bean (*Vicia faba* L.) growth, yield and components of yield at Sinana, Highland conditions of Bale, Southeastern Ethiopia. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 3(1): 25-34.
- Yavuz, H., Yiğit, A., Erekul, 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.
- Yılmaz, H., Albayrak, S., 2017. Eskişehir ekolojik koşullarında azotlu gübrelemenin arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'nun ot verimi üzerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1): 96-103.
- Yurtsever, N., 1984. Deneyisel İstatistik Metotlar, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Zuk-Golaszewska, K., Wanic, M., Orzech, K., 2019. The role of catch crops in field plant production-A review. *Journal of Elementology*, 24: 575-587.

Atıf Şekli	Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., 2025. Sıra Arası Mesafe ve Ekim Normunun Arı Otu (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)'nda Ot ve Tohum Verimi ile Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 9(3): 712-725. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15795584 .
To Cite	Özyazıcı, M.A., Açıkbaş, S., 2025. Effect of Row Spacing and Sowing Rate on Forage and Seed Yield and Some Yield Parameters in <i>Phacelia</i> (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.). <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 9(3): 712-725. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.15795584 .