

## PAPER DETAILS

TITLE: Sorgum'da Farkli Tohum Miktarlarinin Verim Ögeleri ile Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri

AUTHORS: Süleyman AVCI,Onur ILERI,Mehmet Demir KAYA

PAGES: 979-985

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/529059>

## Sorgum'da Farklı Tohum Miktarlarının Verim Öğeleri ile Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri

Süleyman AVCI\*<sup>1</sup>, Onur İLERİ<sup>1</sup>, Mehmet Demir KAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 26160, Eskişehir

(Alınış / Received: 26.04.2017, Kabul / Accepted: 03.01.2018, Online Yayınlanma / Published Online: 08.03.2018)

### Anahtar Kelimeler

*Sorghum bicolor* L.,  
Çeşit,  
Tohum miktarı,  
Verim,  
Çimlenme

**Özet:** Bu çalışma, Eskişehir koşullarında artan tohumluk miktarlarının bazı tane sorgum çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile elde edilen tohumların çimlenme özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2013, 2014 ve 2015 yıllarında tarla ve laboratuvar deneyleri olarak yürütülmüştür. Araştırmada Beydarı, Akdarı ve Aldarı sorgum çeşitlerinin 20, 40, 60, 80 ve 100 tohum/m<sup>2</sup> tohumluk miktarlarındaki çiçeklenme gün sayısı, bayrak yaprak genişliği ve uzunluğu, salkım sayısı ve uzunluğu, bitki boyu, sap çapı ve tane verimi incelenmiştir. Tohumluk kalitesinin belirlenmesi amacıyla standart çimlenme testi, serin test ve düşük sıcaklık testleri uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen tüm özellikler üzerine yıl etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Artan tohum miktarı dekara tane verimini Aldarı ve Akdarı çeşitlerinde arttırmıştır. Beydarı çeşidinde 40 tohum/m<sup>2</sup>'den en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Artan tohum miktarıyla birlikte salkım sayısının arttığı, sap çapı ve salkım uzunluğunun ise azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlerin tohumluk kalitesi arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş, Akdarı çeşidinin tohumları daha uzun sürede çimlenmesine rağmen daha yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Sonuç olarak, çeşitlerin bitki sıklıklarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Yüksek tane verimi için Beydarı çeşidinde 40 tohum/m<sup>2</sup>, Aldarı ve Akdarı çeşitlerinde ise 80 tohum/m<sup>2</sup> sıklığında ekim yapılmasının uygun olduğu söylenebilir.

## Effects of Seeding Rates on Yield, Yield Components and Seed Germination Characteristics of Sorghum

### Keywords

*Sorghum bicolor* L.,  
Cultivar,  
Seed rate,  
Yield,  
Seed vigor

**Abstract:** This study was conducted to determine the effects of increasing seed rates on yield, yield components in the field trials and seed germination in the laboratory experiments of sorghum cultivars under Eskişehir conditions in 2013, 2014 and 2015. Time to flowering, flag leaf width and length, panicle number, panicle length, plant height, stem diameter and seed yield were investigated in grain sorghum cultivars Beydarı, Aldarı and Akdarı grown in 20, 40, 60, 80 and 100 seed/m<sup>2</sup>. To determine seed quality, standard germination, cool and cold tests were applied to seeds obtained from each treatments. The results of the research showed that year effects on the investigated characteristics were significant. Increased seed rate caused an increase in seed yield in Aldarı and Akdarı. The highest seed yield in Beydarı was obtained in 40 seed/m<sup>2</sup>. Increased panicle number and decreased stem diameter and panicle length were detected when seeding rate was increased. Significant differences for seed quality between cultivars were determined, but a longer and higher germination percentage was obtained from Akdarı. It was concluded that sorghum cultivars showed different response to seeding rates. It should be suggested that for the high seed yield, Beydarı in 40 seed/m<sup>2</sup> and Aldarı and Akdarı in 80 seed/m<sup>2</sup> in Eskişehir conditions.

### 1. Giriş

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench.), dünyada insan ve hayvan beslenmesi açısından çeltik, arpa, buğday ve mısırdan sonra gelen en önemli beşinci tahıldır [1]. Kuzey Afrika kökenli olan bitki, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak

yetiştirilmektedir [2]. İnsan ve hayvan beslenmesinde gıda kaynağı olarak kullanılan sorgum, kurak ve yarı kurak bölgelerde milyonlarca insan için besin kaynağıdır [3, 4]. Taneleri protein yönünden mısırdan zengin olmakla birlikte, arginine, lysine, methionine ve glycine bakımından fakirdir. Özellikle kanatlı üretiminde beyaz yağ eldesinde önemli bir

rolü vardır [5]. Yağışın yetersiz olduğu ve farklı stres faktörlerinin mısırın yetişmesi için uygun olmadığı bölgelerde tatmin edici verim sağlamaktadır [6, 7]. Sayılan bu olumlu özelliklerine rağmen, ülkemizde sorgumun ekim alanları istenilen düzeylere henüz ulaşamamıştır. İklimin sorgum ekimi için uygun olduğu ekolojilerde mısır ile rekabet edememektedir. Bu nedenle farklı ekolojilerde sorgum için adaptasyon ve agronomik çalışmaların yapılması önem taşımaktadır.

Bitki sıklığı, tane verimi açısından en önemli faktörlerden birisidir. Uygun bitki sıklığının kullanılması sulama sistemlerinin de etkinliğini artırarak optimum verim alınmasını sağlamaktadır [8]. Düşük bitki sıklığı; yabancı otların artmasına, ışık kullanım etkinliğinin azalmasına ve sonuçta verimde azalmalara neden olmaktadır. Bitki sıklığı arttığında ise, kanopide düşük ışık penetrasyonu, alt yaprakların gölgelenmesine bağlı fotosentez üretiminde azalma ve dolayısıyla verimde ciddi bir azalma meydana gelmektedir [9, 10, 11, 12, 13]. Tane sorgumunda bitki sıklığı ve verim ögeleri üzerine yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda bitki sıklığı ekolojik faktörlere göre değişiklik göstermiş ve özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde m<sup>2</sup>'de bitki sayısının azaltılması gerektiği belirtilmiştir [14, 15]. Bu çalışmada, Eskişehir koşullarında ülkemizde tescilli üç tane sorgum çeşidinin artan tohumluk miktarlarında verim ögeleri ve elde edilen tohumlarda çimlenme özellikleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak kullanılan Beydarı, Aldarı ve Akdarı çeşitlerine ait tohumlar Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Tarla denemeleri 2013, 2014 ve 2015 yıllarında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Deneme Alanlarında yürütülmüştür. Deneme yerinin toprak analiz sonuçları Tablo 1'de ve denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri ise Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, deneme alanlarında toprağın killi-tınlı yapıya sahip olduğu görülmektedir. Hafif alkali, orta derecede kireçli, tuzsuz, fosfor ve organik maddece düşük olan deneme alanları potasyumca

yeterlidir. Ayrıca deneme alanlarında drenaj ve taban suyu problemi bulunmamaktadır.

Denemenin yürütüldüğü yıllar, uzun yıllar iklim verileri karşılaştırıldığında, 2015 yılı diğer yıllar ve uzun yıllar ortalamasına göre daha yağışlı geçmiştir (Tablo 2). 2015 yılı haziran ayında (151.1 mm) ve ağustos ayında (37.2 mm) alınan yağışlar, diğer deneme yılları ile uzun yıllar değerlerine göre oldukça yüksek olarak gerçekleşmiştir.

Araştırmada, sorgum çeşitlerinde 5 farklı tohumluk miktarı (m<sup>2</sup>'de 20, 40, 60, 80 ve 100 tohum olacak şekilde) ele alınmış olup, denemeler tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuştur. Ana parsellere çeşitler ve alt parsellere bitki sıklıkları yerleştirilmiştir. Parsel uzunluğu 6 m, sıra sayısı 3 ve sıra arası mesafe 60 cm olarak ayarlanmıştır. Ekim, yıllara göre iklim şartlarına bağlı olarak 15-30 Nisan tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Denemede, 15 kg/da saf azot ve 12 kg/da saf fosfor uygulaması yapılmıştır. Ekimle birlikte, azotun 5 kg/da olan kısmı ile fosforun tamamı (Diamonyum fosfat 18-46-0 olarak) verilmiştir. Üst gübre olarak 10 kg/da'lık saf azot Amonyum nitrat (%33 N) formunda ilk sulama öncesi uygulanmıştır. Bitkiler 30-40 cm olduğunda, çiçeklenme öncesinde ve tane doldurma döneminde olmak üzere 3 kez yağmurlama sulama yöntemiyle sulanmıştır. Sorgumun erken fide döneminde bitkiler çok yavaş geliştikleri için ve yağış durumuna göre gerektikçe yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Gözlemler, bitkilerin olgunluk durumuna bağlı olarak Eylül sonu ile Ekim ayı içerisinde yapılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen parsellerde baştan ve sondan 0.5 m'lik kısım çıkarılarak tesadüfen seçilen 10 bitki üzerinde gözlemler alınmıştır. Bununla birlikte; parsel verimleri kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra parselin tamamının hasat ve harmanından elde edilmiştir.

Parsellerden elde edilen tohumların çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla kurutma kâğıtları arasında ve tamamen karanlık inkübatör içerisinde çimlendirme denemeleri yürütülmüştür. Dört tekerrürlü ve her tekerrürde 50 tohum olacak şekilde kurulan denemede, tohumlar kurutma kâğıtları arasında 25°C sıcaklıkta çimlendirilmiştir [16].

**Tablo 1.** Deneme alanına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Yıllar | Derinlik<br>cm | Su ile doymuş<br>toprakta<br>pH | Kireç<br>CaCO <sub>3</sub><br>% | Toplam<br>tuz<br>% | Organik<br>madde<br>% | Bitkilere yarayışlı besin maddeleri<br>kg/da |                  | Bünye sınıfı |
|--------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|--------------|
|        |                |                                 |                                 |                    |                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                | K <sub>2</sub> O |              |
| 2013   | 0-20           | 7.83                            | 4.91                            | 0.07               | 1.13                  | 3.42                                         | 215              | Killi-Tınlı  |
|        | 20-40          | 7.54                            | 5.73                            | 0.07               | 0.62                  | 3.29                                         | 215              | Killi-Tınlı  |
| 2014   | 0-20           | 7.80                            | 5.01                            | 0.06               | 1.11                  | 3.48                                         | 221              | Killi-Tınlı  |
|        | 20-40          | 7.52                            | 5.95                            | 0.07               | 0.73                  | 3.30                                         | 220              | Killi-Tınlı  |
| 2015   | 0-20           | 7.52                            | 8.50                            | 0.02               | 1.79                  | 4.10                                         | 254              | Killi-Tınlı  |
|        | 20-40          | 7.59                            | 8.30                            | 0.02               | 1.57                  | 6.05                                         | 242              | Killi-Tınlı  |

**Tablo 2.** Deneme yerine ait 2013, 2014 ve 2015 dönemi iklim verileri

| Aylar    | Toplam yağış (mm) |       |       |           | Ortalama sıcaklık (°C) |      |      |           | Ortalama nem (%) |      |      |           |
|----------|-------------------|-------|-------|-----------|------------------------|------|------|-----------|------------------|------|------|-----------|
|          | 2013              | 2014  | 2015  | 1970-2011 | 2013                   | 2014 | 2015 | 1970-2011 | 2013             | 2014 | 2015 | 1970-2011 |
| Ocak     | 17.6              | 13.6  | 29.9  | 30.6      | 2.3                    | 3.0  | -0.8 | -0.2      | 74.6             | 84.1 | 86.3 | 75.2      |
| Şubat    | 36.2              | 5.8   | 44.8  | 26.1      | 5.0                    | 4.2  | 2.7  | 0.9       | 69.2             | 68.2 | 77.8 | 70.6      |
| Mart     | 40.1              | 23.1  | 38.9  | 27.6      | 7.1                    | 6.3  | 5.6  | 4.9       | 59.8             | 68.4 | 74.8 | 64.2      |
| Nisan    | 30.9              | 15.2  | 26.6  | 43.1      | 10.8                   | 11.5 | 7.9  | 9.6       | 63.2             | 62.7 | 64.4 | 62.7      |
| Mayıs    | 18.5              | 27.2  | 47.8  | 40.0      | 18.2                   | 15.1 | 15.5 | 14.9      | 51.5             | 66.2 | 64.7 | 59.5      |
| Haziran  | 31.3              | 70.6  | 151.1 | 23.7      | 20.0                   | 18.5 | 17.1 | 19.1      | 53.6             | 66.9 | 76.5 | 55.2      |
| Temmuz   | 2.1               | 7.5   | 0.0   | 13.1      | 21.6                   | 22.6 | 22.1 | 22.1      | 52.8             | 58.6 | 60.3 | 51.9      |
| Ağustos  | 0.0               | 27.0  | 37.2  | 9.2       | 22.4                   | 23.0 | 22.7 | 21.8      | 53.1             | 59.8 | 64.3 | 53.6      |
| Eylül    | 5.0               | 82.7  | 3.1   | 18.1      | 16.7                   | 17.4 | 20.9 | 16.7      | 54.9             | 70.7 | 63.3 | 58.4      |
| Ekim     | 73.2              | 42.9  | 34.0  | 32.8      | 9.8                    | 12.2 | 13.1 | 11.7      | 65.1             | 78.9 | 77.1 | 64.7      |
| Kasım    | 21.6              | 15.6  | 8.2   | 34.0      | 6.7                    | 6.3  | 7.9  | 5.6       | 73.5             | 80.9 | 74.3 | 70.5      |
| Aralık   | 6.6               | 26.8  | 1.1   | 40.5      | -1.7                   | 5.0  | -0.7 | 1.7       | 76.0             | 87.8 | 84.8 | 75.9      |
| Ortalama | -                 | -     | -     | -         | 11.5                   | 12.0 | 11.1 | 10.6      | 62.3             | 71.1 | 72.3 | 63.5      |
| Toplam   | 283.1             | 358.0 | 422.7 | 338.8     | -                      | -    | -    | -         | -                | -    | -    | -         |

Çimlenme hızı; ortalama çimlenme süresi (OÇS)=  $\Sigma D_n / \Sigma D$  formülüne göre hesaplanmıştır [17]. Burada, D sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, n sayım yapılan gün sayısını göstermektedir. Her parselden elde edilen tohumlardan 4×50 adet olacak şekilde 10°C'de 4 gün bekletildikten sonra 25°C'de çimlendirilerek düşük sıcaklık stresine maruz bırakılmıştır [18]. Serin testte ise tohumlar 18°C'de tamamen karanlık ortamda çimlendirilmiştir [16].

Araştırma sonucu elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak SPSS 16.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklılığın önemlilik durumları Duncan testiyle saptanmıştır.

### 3. Bulgular

Farklı tohum miktarlarında yetiştirilen tane sorgum çeşitlerinin bazı tarımsal özelliklerine ilişkin verilerle yapılan varyans analizi sonucunda elde edilen ortalama değerler Tablo 3'de özetlenmiştir. Yıllara göre incelenen tüm özellikler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Bu duruma özellikle yıllar arasındaki yağış ve sıcaklık farklılıklarının neden olduğu söylenebilir.

Çeşitler arasında; çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu ve bayrak yaprak genişliği önemli bulunurken, tohum miktarları arasında bayrak yaprak genişliği, sap çapı, salkım sayısı, salkım uzunluğu ve tane verimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Ayrıca, salkım sayısı ve tane verimi özellikleri bakımından çeşit × tohum miktarı etkileşiminin önemli olduğu belirlenmiştir.

İncelenen tarımsal özelliklerde yılların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Aldarı çeşidi diğer çeşitlere göre daha düşük çiçeklenme gün sayısına (87.1 gün) sahip olmasına rağmen, bayrak yaprak genişliği (5.61 cm), bitki boyu (121.6 cm) ve tane verimi (343 kg/da) bakımından daha yüksek değerler göstermiştir.

Tablo 4'te görüldüğü gibi, en yüksek bayrak yaprak genişliği 2014 yılında Beydarı çeşidinin 20 tohum/m<sup>2</sup> tohum miktarından elde edilirken, en düşük değer 4.41 cm ile 2013 yılında Akdarı çeşidinin 80 tohum/m<sup>2</sup> uygulamasında belirlenmiştir. Genel olarak yılların bayrak yaprak genişliği üzerine etkisinin iklim faktörlerinden kaynaklandığı, çeşitlerin tepkisinin farklı olduğunu göstermektedir. Özellikle Akdarı çeşidinde bu tepki oldukça belirgin olarak gözlenmiştir.

2013 yılında Akdarı çeşidinin bayrak yaprak genişliği tohumluk miktarı artarken azalmış, 2014 yılında 60 tohum/m<sup>2</sup>'ye kadar artış ve daha sonra azalış göstermiş, 2015 yılında ise tohum miktarı arttıkça bayrak yaprak genişliğinin arttığı belirlenmiştir.

Salkım sayısı tohum miktarının artmasıyla artmıştır. Özellikle 60 tohum/m<sup>2</sup>'den fazla tohumluk kullanıldığında salkım sayısında belirgin bir artış gözlenmiştir (Şekil 1). Beklendiği gibi, üç yılda da en yüksek salkım sayısı 100 tohum/m<sup>2</sup> miktarından elde edilmiştir.

Yıllara göre incelendiğinde, dekara tane verimi çeşit × tohum miktarı etkileşiminden önemli şekilde etkilenmiştir. En yüksek verim 480 kg/da ile Aldarı çeşidinde 80 tohum/m<sup>2</sup> uygulamasından, en düşük verim ise 223 kg/da ile Beydarı çeşidinde 20 tohum/m<sup>2</sup>'den 2013 yılında elde edilmiştir. Beydarı çeşidinde 40 tohum/m<sup>2</sup>, Aldarı ve Akdarı çeşitlerinde ise 80 tohum/m<sup>2</sup> verim bakımından en uygun tohumluk miktarları olarak belirlenmiştir (Şekil 2).

Üç yıllık dekara tane verimi incelendiğinde, sorgum çeşitleri tohumluk miktarlarına farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir. Aldarı çeşidinde artan tohumluk miktarıyla tane verimi artmış, 80 tohum/m<sup>2</sup> miktarıyla yapılan ekimden en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Akdarı çeşidinde ise 20 ve 40 tohum/m<sup>2</sup> miktarları benzer verim değerlerini göstermiştir. Artan tohumluk miktarları tane verimini artırmış ve en yüksek verim 384 kg/da ile 100 tohum/m<sup>2</sup> tohum miktarından elde edilmiştir.

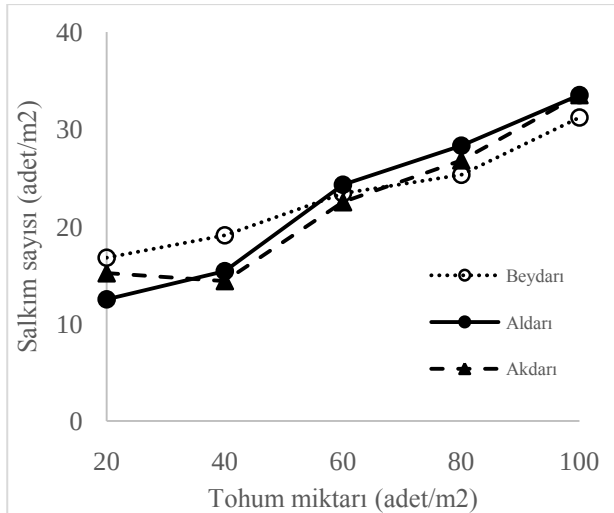
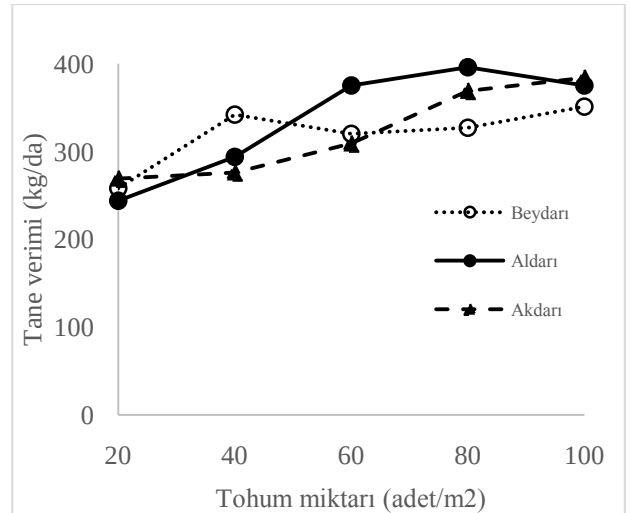
**Tablo 3.** Tohum miktarlarına göre sorgum çeşitlerinin incelenen tarımsal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları, ortalama değerleri ve farklılık gruplandırmaları

| Faktör                 | Bayrak yaprak genişliği (mm) | Bayrak yaprak uzunluğu (mm) | Bitki boyu (cm)    | Sap çapı (mm)       | Tane verimi (kg/da) | Salkım sayısı (adet/m <sup>2</sup> ) | Çiçeklenme gün sayısı (gün) | Salkım uzunluğu (cm) |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| <i>Yıl</i>             |                              |                             |                    |                     |                     |                                      |                             |                      |
| 2013                   | 5.24 <sup>b</sup>            | 31.0 <sup>b</sup>           | 109.7 <sup>b</sup> | 17.38 <sup>a</sup>  | 343 <sup>a</sup>    | 22.6 <sup>b</sup>                    | 90.0 <sup>b</sup>           | 17.1 <sup>c+</sup>   |
| 2014                   | 5.88 <sup>a</sup>            | 37.8 <sup>a</sup>           | 121.8 <sup>a</sup> | 12.53 <sup>b</sup>  | 306 <sup>b</sup>    | 24.5 <sup>a</sup>                    | 93.4 <sup>a</sup>           | 18.5 <sup>b</sup>    |
| 2015                   | 5.32 <sup>b</sup>            | 30.9 <sup>b</sup>           | 109.3 <sup>b</sup> | 13.12 <sup>b</sup>  | 328 <sup>ab</sup>   | 21.3 <sup>b</sup>                    | 86.7 <sup>c</sup>           | 20.2 <sup>a</sup>    |
| <i>Çeşit</i>           |                              |                             |                    |                     |                     |                                      |                             |                      |
| Beydarı                | 5.59 <sup>a</sup>            | 32.3                        | 115.0 <sup>b</sup> | 14.15               | 317 <sup>b</sup>    | 23.2                                 | 92.8 <sup>a</sup>           | 18.4                 |
| Aldarı                 | 5.61 <sup>a</sup>            | 33.1                        | 121.6 <sup>a</sup> | 14.25               | 343 <sup>a</sup>    | 22.8                                 | 87.1 <sup>c</sup>           | 18.6                 |
| Akdarı                 | 5.24 <sup>b</sup>            | 34.3                        | 104.2 <sup>c</sup> | 14.62               | 318 <sup>b</sup>    | 22.5                                 | 90.4 <sup>b</sup>           | 18.9                 |
| <i>Tohum miktarı</i>   |                              |                             |                    |                     |                     |                                      |                             |                      |
| 20                     | 5.63 <sup>a</sup>            | 34.2                        | 111.3              | 15.55 <sup>a</sup>  | 272 <sup>c</sup>    | 14.8 <sup>d</sup>                    | 90.2                        | 19.7 <sup>a</sup>    |
| 40                     | 5.52 <sup>ab</sup>           | 32.9                        | 109.5              | 14.71 <sup>ab</sup> | 297 <sup>c</sup>    | 16.3 <sup>d</sup>                    | 90.6                        | 18.9 <sup>ab</sup>   |
| 60                     | 5.65 <sup>a</sup>            | 34.2                        | 112.4              | 14.04 <sup>b</sup>  | 335 <sup>b</sup>    | 23.4 <sup>c</sup>                    | 89.5                        | 18.5 <sup>b</sup>    |
| 80                     | 5.23 <sup>b</sup>            | 32.3                        | 120.0              | 14.02 <sup>b</sup>  | 356 <sup>ab</sup>   | 26.8 <sup>b</sup>                    | 89.7                        | 18.1 <sup>b</sup>    |
| 100                    | 5.37 <sup>ab</sup>           | 32.5                        | 114.8              | 13.38 <sup>b</sup>  | 367 <sup>a</sup>    | 32.7 <sup>a</sup>                    | 90.5                        | 17.9 <sup>b</sup>    |
| <i>Varyans analizi</i> |                              |                             |                    |                     |                     |                                      |                             |                      |
| Yıl (Y)                | **                           | **                          | **                 | **                  | **                  | **                                   | **                          | **                   |
| Çeşit (Ç)              | **                           | öd                          | **                 | öd                  | öd                  | öd                                   | **                          | öd                   |
| Tohum mik. (T)         | *                            | öd                          | öd                 | *                   | **                  | **                                   | öd                          | **                   |
| Ç x T                  | öd                           | öd                          | öd                 | öd                  | **                  | *                                    | öd                          | öd                   |
| Y x Ç x T              | **                           | öd                          | öd                 | öd                  | **                  | *                                    | öd                          | öd                   |

\*, \*\*: %5 ve %1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil. +: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

**Tablo 4.** Tohum miktarlarına göre sorgum çeşitlerinin bayrak yaprak genişliği, salkım sayısı ve tane verimine ait ortalamalar

| Çeşit (Ç)         | Tohum miktarı (adet/m <sup>2</sup> ) | Bayrak yaprak genişliği (mm) |       |      | Salkım sayısı (adet/m <sup>2</sup> ) |       |      | Tane verimi (kg/da) |       |      |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------|------|--------------------------------------|-------|------|---------------------|-------|------|
|                   |                                      | 2013                         | 2014  | 2015 | 2013                                 | 2014  | 2015 | 2013                | 2014  | 2015 |
| Beydarı           | 20                                   | 5.25                         | 7.13  | 5.55 | 13                                   | 17    | 21   | 223                 | 301   | 351  |
|                   | 40                                   | 5.58                         | 5.75  | 5.40 | 20                                   | 20    | 18   | 342                 | 334   | 351  |
|                   | 60                                   | 5.51                         | 5.88  | 5.82 | 25                                   | 30    | 16   | 326                 | 299   | 341  |
|                   | 80                                   | 5.08                         | 5.52  | 5.02 | 31                                   | 29    | 16   | 333                 | 261   | 388  |
|                   | 100                                  | 5.21                         | 5.88  | 5.30 | 33                                   | 33    | 28   | 306                 | 319   | 454  |
| Aldarı            | 20                                   | 5.61                         | 5.68  | 5.45 | 10                                   | 15    | 13   | 264                 | 250   | 210  |
|                   | 40                                   | 5.56                         | 5.82  | 5.80 | 19                                   | 16    | 12   | 374                 | 254   | 244  |
|                   | 60                                   | 5.93                         | 5.94  | 5.05 | 26                                   | 24    | 23   | 413                 | 365   | 349  |
|                   | 80                                   | 5.65                         | 5.96  | 4.85 | 32                                   | 28    | 25   | 480                 | 331   | 378  |
|                   | 100                                  | 5.47                         | 5.98  | 5.37 | 35                                   | 29    | 37   | 435                 | 323   | 368  |
| Akdarı            | 20                                   | 5.19                         | 5.86  | 4.95 | 9                                    | 22    | 15   | 306                 | 274   | 226  |
|                   | 40                                   | 4.63                         | 6.38  | 4.75 | 16                                   | 15    | 13   | 260                 | 250   | 319  |
|                   | 60                                   | 4.66                         | 6.30  | 5.77 | 17                                   | 28    | 22   | 319                 | 331   | 279  |
|                   | 80                                   | 4.41                         | 5.38  | 5.20 | 27                                   | 28    | 26   | 377                 | 356   | 374  |
|                   | 100                                  | 4.89                         | 4.72  | 5.52 | 31                                   | 35    | 35   | 466                 | 337   | 348  |
| LSD <sub>%5</sub> |                                      |                              | 0.85  |      |                                      | 6.0   |      |                     | 75.5  |      |
| CV                |                                      |                              | %11.1 |      |                                      | %19.4 |      |                     | %16.5 |      |

**Şekil 1.** Farklı tohum miktarlarında sorgum çeşitlerinden elde edilen salkım sayısı**Şekil 2.** Farklı tohum miktarlarında sorgum çeşitlerinden elde edilen tane verimi

**Tablo 5.** Tohum miktarlarına göre sorgum çeşitlerinden elde edilen tohumlukların çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi ve düşük sıcaklık çimlenme yüzdesine ait varyans analiz sonuçları, ortalama değerleri ve farklılık gruplandırmaları

| Faktör                 | Çimlenme (%)      | Ort. çimlenme süresi (gün) | Düşük sıcaklık çimlenme (%) |
|------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <i>Yıl</i>             |                   |                            |                             |
| 2013                   | 98.2 <sup>a</sup> | 2.05 <sup>b</sup>          | 98.7 <sup>a+</sup>          |
| 2014                   | 98.7 <sup>a</sup> | 1.98 <sup>c</sup>          | 97.0 <sup>b</sup>           |
| 2015                   | 97.1 <sup>b</sup> | 2.23 <sup>a</sup>          | 96.5 <sup>b</sup>           |
| <i>Çeşit</i>           |                   |                            |                             |
| Beydarı                | 97.8 <sup>b</sup> | 1.97 <sup>b</sup>          | 96.7 <sup>b</sup>           |
| Aldarı                 | 97.3 <sup>b</sup> | 1.87 <sup>c</sup>          | 96.4 <sup>b</sup>           |
| Akdarı                 | 98.8 <sup>a</sup> | 2.44 <sup>a</sup>          | 99.1 <sup>a</sup>           |
| <i>Tohum miktarı</i>   |                   |                            |                             |
| 20                     | 97.7              | 2.07                       | 97.2                        |
| 40                     | 98.6              | 2.10                       | 97.5                        |
| 60                     | 98.3              | 2.09                       | 97.2                        |
| 80                     | 97.8              | 2.10                       | 97.5                        |
| 100                    | 97.5              | 2.10                       | 97.6                        |
| <i>Varyans analizi</i> |                   |                            |                             |
| Yıl (Y)                | **                | **                         | **                          |
| Çeşit (Ç)              | **                | **                         | **                          |
| Tohum mik. (T)         | öd                | öd                         | öd                          |
| Ç x T                  | öd                | öd                         | öd                          |
| Y x Ç x T              | öd                | öd                         | öd                          |

\*, \*\*: %5 ve %1 düzeyinde önemli, öd: önemli değil. +: Harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Farklı tohum miktarları uygulanarak yetiştirilen tane sorgum çeşitlerinden elde edilen tohumların, tohumluk kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çimlenme testleri sonucunda, yıllar ve çeşitler arasındaki farklılıkların önemli olduğu tohum miktarı ve çeşit x tohum miktarı interaksiyonun ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu Tablo 5'te görülmektedir. Yılların, elde edilen tohumların çimlenme kabiliyeti üzerine etkisi önemli bulunmuştur. 2015 yılında daha düşük çimlenme yüzdesi (%97.1) ve düşük sıcaklık çimlenme yüzdesi (%96.5) elde edilirken, 2.23 gün ile daha uzun ortalama çimlenme süresi belirlenmiştir. Çeşitler arasında ise Akdarı çeşidinin ortalama çimlenme süresi 2.44 gün ile diğer çeşitlere göre daha uzun olduğu belirlense de, çimlenme yüzdesi (%98.8) ve düşük sıcaklık çimlenme yüzdesi (%99.1) diğer çeşitlerden daha yüksek gerçekleşmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bazı tane sorgum çeşitlerinin Eskişehir koşullarında bitki sıklığına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla üç yıl süreyle yürütülen bu çalışma sonucunda, artan tohumluk miktarları sorgumda bayrak yaprak genişliği, salkım çapı ve salkım uzunluğunu önemli şekilde azaltırken, metrekaredeki salkım sayısını ve tane verimini arttırmıştır. Benzer bulgular Snider vd. [19] tarafından tohum miktarı ve bitki sıklığı arttıkça sap çapının azaldığını, ayrıca en yüksek verime dar sıra aralığında (19 cm) düşük bitki sıklığı (116.000 tohum/ha) ile ulaşıldığını belirlemiştir.

2013 yılında Akdarı çeşidinin bayrak yaprak genişliği tohum miktarı artarken azalmış, 2014 yılında 60 tohum/m<sup>2</sup>'ye kadar artış ve daha sonra azalış göstermiş, 2015 yılında ise tohumluk miktarı arttıkça bayrak yaprak genişliğinin arttığı belirlenmiştir. Tabo

vd. [20] incelediği iki sorgum çeşidinin bitki sıklığına farklı tepki verdiğini ve yaprak alan indeksinin artan bitki sıklığı ile arttığını bildirmiştir.

Çeşitlerin tane verimleri tohum miktarlarından önemli şekilde etkilenmiştir. Beydarı çeşidinde daha seyrek ekimde (40 tohum/m<sup>2</sup>) en yüksek verim elde edilirken, Aldarı ve Akdarı çeşitlerinde 80 tohum/m<sup>2</sup> verim bakımından en uygun tohum miktarları olarak belirlenmiştir. Benzer bulgular Tabo vd. [20] tarafından bildirilmiş ve verim bakımından çeşitlerin bitki sıklığına farklı tepkiler gösterdiği ifade edilmiştir. Ogunlela ve Okoh [21] ise çeşide ve bitki sıklığına göre uygulanacak azot dozunun farklı olmakla birlikte, en uygun bitki sıklığının 50000 bitki/ha olduğunu belirlemiştir. Sulama yapılmadan Avustralya'da sorgum çeşitlerinden en yüksek verimin incelenen en yüksek bitki sıklığı olan 100.000 bitki/ha'dan elde edildiği Wade ve Douglas [22] tarafından bildirilmiştir. Fernandez vd. [23] çift sıra ekim ile sulu koşullarda sorgumdan daha yüksek tane verimi elde etmiştir. Emeklier ve Köksoy [24] Ankara şartlarında Beydarı çeşidi ile yaptıkları çalışmada 40×20 cm bitki sıklığında (20 bitki/m<sup>2</sup>) yapılan erken ekimin en yüksek tane verimini sağladığını ancak ekimin gecikmesi ile tane veriminin azaldığını bildirmiştir.

Üç yıl süreyle yürütülen bu araştırma sonucunda, çeşitlerin incelenen özellikleri bakımından yıllar arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Sorgum çeşitlerinin tohum miktarlarına, dolayısıyla bitki sıklıklarına farklı tepkiler verdiği belirlenmiştir. Beydarı çeşidi düşük tohum miktarında daha yüksek tane verimi üretirken, Aldarı çeşidi yüksek tohum miktarında en yüksek verimi sağlamıştır. Üretilen tohumlarda tohumluk kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan testlerde, yıl içerisindeki iklim

şartlarının tohumluk kalitesine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bitki sıklığının tohumların çimlenmesi üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Bu nedenle, gerek tane amaçlı, gerekse tohumluk üretim amacıyla ekim yapılsın, çeşitlere göre dekara verimi en yüksek olan tohumluk miktarlarının tercih edilmesi gerektiği söylenebilir. Eskişehir koşullarında, verim bakımından yeterli düzeyde performans gösterdiği belirlenen tane sorgumun, hem üretim hem de tohumluk üretim amacı ile yetiştirilebileceği, Aldarı ve Akdarı çeşitlerinde 80 tohum/m<sup>2</sup>, Beydarı çeşidinde ise 40 tohum/m<sup>2</sup> sıklığında ekim yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

#### Kaynakça

- [1] Oyier, M., Owuoche, J., Cheruiyot, E., Oyoo, M., Rono, J. 2016. Utilization of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench.) hybrids in Kenya: A review. International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 9(2016), 65-76.
- [2] Dillon, S. L., Shapter, M. F., Henry, R. J., Izquierdo, L., Lee, L., Slade, L. 2007. Domestication to crop improvement: Genetic resources for sorghum and saccharum (Andropogoneae). Annals of Botany, 100 (2007), 975-989.
- [3] Sing, B. D. 1995. Tropical grain legumes as important human foods. Economic Botany, 46 (1995), 310-321.
- [4] Sharma, K. K., Ortiz, R. 2000. Program for the application of genetic transformation for crop improvement in the semi-arid tropics. In vitro Cellular & Developmental Biology Plant, 36 (2000), 83-92.
- [5] Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Bursa, 189s.
- [6] FAO 1996. Global information and early warning system on food and agriculture. Special Report Preliminary Assessment of 1996 Food Crop Production and 1996/97 Cereal Import Requirements in the CIS.
- [7] Gutierrez-Miceli, F. A., Garcia-Gomez, R. C., Rosales, R. R., Abud-Archila M., Angela, O. L. M., Cruz, M. J. G., Dendooven, L. 2008. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. Bioresource Technology, 99 (2008), 6174-6180.
- [8] Alderfasi, A. A., Selim, M. M., Alhammad, B. A. 2016. Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. Journal of Water Resource and Protection, 8 (2016), 1-11.
- [9] Jettner, R., Loss, S. P., Siddique, K. H. M., Martin, L. D. 1998a. Response of faba bean to sowing rates in southwestern Australia. I. seed yield and economic optimum plant density. Australian Journal of Agriculture Research, 49 (1998a), 989-998.
- [10] Jettner, R., Loss, S. P., Siddique, K. H. M., Martin, L. D. 1998b. Response of faba bean to sowing rates in southwestern Australia. II. Canopy development radiation absorption and dry matter partitioning. Australian Journal of Agriculture Research, 49 (1998b), 999-1008.
- [11] Lemerle, D., Causens, R. D., Gill, L. S., Peltzer, S. J., Moerkerk, M., Murphy, C. E., Collins, D., Cullis B. R. 2004. Reliability of higher seeding rates of wheat for increased competitiveness with weeds in low rainfall environment. Journal of Agriculture Science, 142 (2004), 395-409.
- [12] Lemerle, D., Verbeek, B., Diffey, S. 2006. Influence of field pea (*Pisum sativum*) density on grain yield and competitiveness with annual ryegrass (*Lolium rigidum*) in south-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46 (2006), 1465-1472.
- [13] Zand, N., Shakiba, M. R. 2013. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on some attribute of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1(2013), 1577-1582.
- [14] Adjei-Twum, D. 1987. Effects of plant density and tillage on growth and grain yield of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under dryland conditions in a semi-arid area in Ethiopia. The Journal of Agricultural Science, 108 (1987), 395-401.
- [15] Mekdad, A. A. A., Rady, M. M. 2016. Productivity Response to plant density in five sorghum bicolor varieties in dry environments. Annals of Agricultural & Crop Sciences, 1(2016), 1009-1016.
- [16] Şener, A., Kaya, M. D. 2016. Bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin çimlenme, çıkış ve verimi üzerine tohum uygulamalarının etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(2016), 376-383.
- [17] ISTA, 2003. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Switzerland.
- [18] Milosevic, M., Vujakovic, M., Karagic, D. 2010. Vigour tests as indicators of seed viability. Genetika, 42 (2010), 103-118.
- [19] Snider, J. L., Raper, R. L., Schwab, E. B. 2012. The effect of row spacing and seeding rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Industrial Crops and Products, 37 (2012), 527-535.
- [20] Tabo, R., Olabanji, O., Ajayi, G., Flower, O. 2004. Effect of plant population density on the growth and yield of sorghum varieties grown on a

- Vertisol. African Crop Science Journal, 10 (2004), 31-38.
- [21] Ogunlela, V. B., Okoh, P. N. 1989. Response of three sorghum varieties to N supply and plant density in a tropical environment. Fertilizer Research, 21 (1989), 67-74.
- [22] Wade, L. J., Douglas, A. C. L. 1990. Effect of plant density on grain yield and yield stability of sorghum hybrids differing in maturity. Australian Journal of Experimental Agriculture, 30 (1990), 257-264.
- [23] Fernandez, C. J., Fromme, D. D., Grichar, W. J. 2012. Grain sorghum response to row spacing and plant population in the Texas Coastal Bend Region. International Journal of Agronomy, Article ID 238634. doi:10.1155/2012/238634, 6 pages.
- [24] Emeklier, H. Y., Köksoy, N.F. 1997. Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench)'da ekim zamanı ve bitki sıklığının verim ögelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(1997), 20-28.