

Makarnalık Buğdayda Ekim Sıklığının Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri

A. Yasin DALKILIÇ¹ *Rukiye KARA¹ Cengiz YÜRÜRDURMAZ² Bekir ŞİMŞEK²
Yağmur ALDEMİR² Aydın AKKAYA²

¹Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı, Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kahramanmaraş
²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş
*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): rkara46@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 05.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 15.04.2016

Öz

Kahramanmaraş koşullarında, 2012-2013 ürün yılında yapılan bu çalışmada, Zenith ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitlerinde ekim sıklıklarının (200, 300, 400, 500, 600 ve 700 tane/m²) fizyolojik özellikler üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme planına göre faktöriyel düzenleme yapılarak 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada çeşitlerin üç dönemde (gebecik, çiçeklenme ve tane dolum başlangıcı) klorofil içeriği (Ki), bitki örtüsü sıcaklığı (Bös), net fotosentez hızı (Pn), stoma iletkenliği (gs), Ci/Ca oranı (hücre içi CO₂ konsantrasyonu/atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu), mezofil iletkenliği (Mi), yaprak sıcaklığı (Ys), transpirasyon hızı (Tr) ve tane verimi (TV) incelenmiştir. Çeşitler yönünden tane dolum dönemi Tr, gs ve Ci/Ca, ekim sıklığı yönünden tane dolum dönemi yaprak sıcaklığı, ekim sıklığı x çeşit etkileşimi yönünden tane dolum dönemi Bös ile gebecik dönemi Ci/Ca oranı arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolum dönemi arasında klorofil içeriği, yaprak sıcaklığı ve Mi özelliklerinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Bunun tersine gs ve Ci/Ca özelliklerinde bu dönemler arasında artışlar meydana gelmiştir. Zenith çeşidinin tane verimi (634 kg/da), Kunduru 1149 çeşidinden (334 kg/da) önemli derecede yüksek olmuştur. Ekim sıklığında 600 tane/m² ye kadar olan artış tane verimini önemli derecede artırmış, ancak bundan sonra artan ekim sıklığı tane veriminde önemli bir artış sağlamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, ekim sıklığı, verim ve fizyolojik parametreler

The Effects on Sowing Density to Physiological Parameters in Durum Wheat

Abstract

The effects on physiological parameters of sowing densities (200, 300, 400, 500, 600 and 700 seed/m²) in durum wheat cultivars (Zenith and Kunduru 1149) were investigated in 2012-2013 growing season in Kahramanmaraş. The research with factorial arrangement was carried out by randomized complete block design with four replications. The chlorophyll content (Ki), canopy temperature (Bos), net photosynthetic rate (Pn), stomatal conductance (gs), Ci/Ca, mesophyll conductance (Mi), leaf temperature (Ys), transpiration rate (Tr) and grain yield (TV) were investigated for the durum wheat cultivars in three period (booting, anthesis and grain filling period) in the research. Differences among the cultivars Tr, gs and Ci/Ca at grain filling period, among the sowing density Ys at grain filling period, Bos and Mi at anthesis, among the sowing density x cultivars interaction Ci/Ca at booting stage, Bos at grain filling period were significantly important. Regarding the stage of development, chlorophyll content, leaf temperature and Mi declined gradually between booting and grain filling. On the contrary, gs and Ci/Ca increased between booting and grain filling. The grain yield of Zenith cultivar (634 kg/da) was significantly superior to Ceyhan-99 (334 kg/da). The planting frequency of 600 grain/m² increased the grain yield significantly, but further increases in the frequency didn't make sense.

Keywords: Durum wheat, sowing density, yield and physiological parameters

Giriş

Buğday tarımında birim alandan elde edilen verimin artırılması için öncelikle ekolojije uygun iyi bir çeşit belirlenmelidir. Çeşitlerin tane verimi ise ekim zamanı ve birim alana ekilecek tohum miktarına bağlıdır (Kazan ve Doğan 2005).

Üstün verim potansiyeli olan, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı, yetiştirme tekniklerine tepkisi olumlu çeşitlerin ıslah edilmesi ve bu çeşitlerin en uygun ekolojik koşullarda yetiştirilmesi ile birim alandan elde edilen verim dolayısıyla üretim artışı gerçekleşebilecektir (Atak ve ark. 2004). Üretimi artırmak için yapılması gereken bir diğer çalışmada uygun ekim sıklığının belirlenmesidir. Herhangi bir çeşitten belli çevre koşullarında birim alanda daha fazla verim alabilmek için ilk şart uygun bitki sıklığının sağlanmasıdır (Ertekin 2011). Bitki sıklığı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında tane veriminde azalma olduğu birçok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Şimşek 2014; Joseph et al. 1985; Çölkesen ve ark. 1994). Tahıllarda verimi etkileyen verim unsurları fertil başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve başaktaki tane ağırlığı, birim alandaki bitki sıklığına göre değişen değerlerdir. Bu nedenle çevre şartları ve çeşide göre en uygun bitki sıklığının belirlenmesi önemlidir. Bununla birlikte tohumun tarlaya tek düze bir şekilde dağıtılması ve her bitki için eşit büyüme alanı sağlanması gerekir (Kaydan ve ark. 2012).

Gerek ülkemizde ve gerekse dünyada buğday yetiştiriciliği konusunda yapılan araştırmalarda ele alınan faktörlerin etkisi incelenirken agronomik, fenolojik, fizyolojik, ekolojik, genetik vb. bir çok özellik esas alınmaktadır. Tarla denemelerinde buğdayda tane verimi, toplam verim ve hasat indeksi yanında bitki boyu, başak boyu, başaktaki tane sayısı ve ağırlığı gibi morfolojik özellikler yapılan bilimsel araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Son yıllarda yürütülen çalışmalar, stoma iletkenliği, fotosentez hızı, bitki örtüsü serinliği ve klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklerin bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmasının buğday veriminde ilerleme sağladığını göstermektedir (Fischer et al. 1998; Bavec and Bavec 2001; Reynolds et al. 2001; Koc ve ark. 2003). Topraktaki su yönünden bir sıkıntı olmadığında, sıcaklık azalması buhar basıncı azalmasıyla doğrusal ilişki vermekte (Idso et al. 1984), toprakta su azaldıkça ve stomalar kapanmaya başladıkça yaprak sıcaklığı artarak sonuçta hava sıcaklığını bile geçebilmektedir. Bu nedenle, birden fazla yörede, bitki örtüsü ve bayrak yaprak stoma iletkenliği bitkilerin tarla performansıyla doğrusal ilişkiler vermiştir (Reynolds et al. 1994). Bitki örtüsü sıcaklığı ve yaprak iletkenliği birbirleriyle ve verimle ilişkili olduğundan (Amani et al. 1996) bu iki özelliğin kombinasyonu üzerinden yapılan

seleksiyonlar ilgi çekmeye başlamıştır. Sıcaklıkla ilgili ölçümler, verimle en kuvvetli ilişkiyi, suyun kısıtlı olmadığı, ancak sıcaklık baskısının olduğu koşullarda vermektedir (Reynolds et al. 1994). Bitki örtüsü sıcaklığında başaklanma öncesi okumalardan daha yüksek değerler elde edilmekle birlikte, verim potansiyeliyle en yakın ilişkinin, tane doldurma dönemindeki okumalarından alındığı belirtilmektedir (Reynolds et al. 1998). Çukurova Bölgesinde yapılan çalışmalar, bayrak yaprak fotosentez hızı ve stoma iletkenliği gibi özelliklerin yüksek sıcaklığa tolerans yönünden ön plana çıktığını göstermiştir (Koc ve ark. 2008). Bu çalışmada, Kahramanmaraş koşullarında yapılan tarla denemesinde, yaygın olarak kullanılan 2 makarnalık buğdayda farklı ekim sıklıkları esas alınarak, verim yanında fizyolojik parametrelerinde kıyaslanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2012–2013 ürün yılında, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Kahramanmaraş ili Türkiye'nin Doğu-Akdeniz Bölgesinde, 37° 38' kuzey paralelleri ve 36° 37' doğu meridyenleri arasında yer almakta olup, rakımı 568 m'dir. Deneme alanının uzun yıllar ve denemenin yapıldığı yıla ait bazı iklim verileri Çizelge 1'de, deneme alanından alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 1'den görüldüğü gibi, Kahramanmaraş'ta uzun yıllar ortalamasına göre toplam yağış 452.8 mm olup, araştırmanın yürütüldüğü 2012-13 ürün yılındaki toplam yağış 479.1 mm olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre, deneme yılında 26.3 mm daha fazla yağış düşmüştür. Yağış miktarı yanında, vejetasyon periyodu içerisindeki dağılımı da yıllar arasında önemli farklılık göstermiştir. Bitkilerin generatif gelişme (gebecik, başaklanma, çiçeklenme) gösterdikleri Mart ve Nisan aylarındaki yağış miktarı uzun yıllar ortalaması ürün yılına göre daha fazla olmuştur. Tane doldurma dönemine denk gelen Mayıs ayındaki yağış deneme yılında ortalamasının üzerinde olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre 14.9°C olan yıllık ortalama sıcaklık, araştırma yılında 16.4°C olmuştur.

Araştırma tesadüf blokları deneme planına göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İki çeşit ve 6 ekim sıklığı faktöriyel düzenleme yapılarak oluşturulan 12 kombinasyon her blokta şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Araştırmada, Zenith ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitleri

Çizelge 1. Deneme yılı ve uzun yıllar (1975-2011) ortalamasına ait bazı iklim verileri
Table 1. Some climate data belong to research and long terms (1975-2011)

| İklim Faktörleri | Yıllar | Kasım | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Top./Ort. |
|------------------|-----------|-------|-------|------|-------|-------|---------|-----------|
| Yağış (mm) | 2012-13 | 36.4 | 131.9 | 77.5 | 65.9 | 76.5 | 16.3 | 479.1 |
| | Uzun Yıl. | 90.9 | 112.3 | 94.8 | 76.1 | 39.3 | 5.9 | 452.8 |
| Ort. Sıcak. (°C) | 2012-13 | 13.4 | 8.6 | 11.3 | 17.1 | 22.4 | 25.4 | 16.4 |
| | Uzun Yıl. | 11.5 | 6.3 | 10.6 | 15.4 | 20.4 | 25.2 | 14.9 |

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 2. Some physical and chemical properties of soil of trial area)

| Yıllar | Bünye | pH | Kireç (%) | P ₂ O ₅ (kg/da) | K ₂ O (kg/da) | Organik Madde (%) |
|-----------|-------|------|-----------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 2012-2013 | Tınlı | 8.17 | 5.5 | 62.8 | 65.2 | 1.38 |

kullanılmıştır. Ekim sıklığı olarak 200, 300, 400, 500, 600 ve 700 tane/m² sıklıkları esas alınmıştır. Ekim, 03.01.2013 tarihinde, parsel ekim makinesiyle, 6 m uzunluğundaki parsellere, 20 cm sıra arası mesafe olacak şekilde yapılmış ve her parsel 6 bitki sırası içermiştir. Ekimle birlikte 8 kg N ve 8 kg P₂O₅ da⁻¹ olacak şekilde gübreleme yapılmış, kardeşlenme döneminde ilave olarak 10 kg da⁻¹ azot olacak şekilde üst gübreleme yapılmıştır. Deneme yılında sulama yapılmamış, yabancı ot mücadelesi yabancı ot ilacı kullanılarak yapılmıştır.

Klorofil içerikleri ve bitki örtüsü sıcaklığı değerleri gebecik, çiçeklenme ve tane tolum dönemi olmak üzere 3 dönemde ölçülmüştür. Klorofil içeriğinin ölçümünde taşınabilir klorofil photometer kullanılarak (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan), bitki örtüsü sıcaklığı ise infrared termometre kullanılarak ölçülmüştür. Gaz değişim ölçümleri de 3 dönemde LCpro+ Portable Gas Analyser cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Her parselden rastgele seçilen bitkilerin ana sapına ait bayrak yaprakta yapılan ölçümler, tam güneşli havada yapılmıştır. Yaprak sıcaklığı (Ys), Ci, Ca, net fotosentez hızı (Pn), stoma iletkenliği (gs), mezofil iletkenliği (Mi) ve transpirasyon hızının (Tr) ölçümleri esnasında havanın oransal nemi, sıcaklık, CO₂ değerleri ve aktif fotosentetik radyasyon, fotosentez cihazı tarafından ölçülmüştür. Yaprak yüzeyine gelen aktif fotosentetik radyasyon (PAR) 1000 µmol m⁻² s⁻¹ olacak şekilde ışık yoğunluğu ayarlanmıştır. Oransal nem %15.0-21.9, sıcaklık 25.0-44.2°C, CO₂ miktarı 348-392 ppm arasında belirlenmiştir. Ci (hücre içi CO₂ konsantrasyonu) değerinin Ca (atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu) değerine oranlanması sonucu Ci/Ca oranı, net fotosentez hızının hücre içi CO₂ konsantrasyonuna oranlanması sonucu mezofil iletkenliği tespit edilmiştir. Verilerin varyans analizi, SAS paket programı kullanılarak yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Anonim 1999).

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 3'den görüldüğü gibi klorofil içerikleri bakımından her üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmamıştır. Gebecik döneminde klorofil içeriği 50.4 ile 54.5 mg/m² arasında, çiçeklenme 46.9 ile 52.3 mg/m², tane dolum döneminde ise 42.6 ile 50.4 mg/m² arasında değişim göstermiştir. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolum periyodu süresi arasında klorofil içeriğinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Gelişme dönemlerinin ilerlemesi ile birlikte klorofil içeriği, artan sıcaklık nedeniyle oldukça düşmüştür. Yüksek sıcaklık stresi altındaki bitkilerde, kloroplastların yapısal ve fonksiyonel olarak zarar gördükleri ve klorofil içeriğinde azalma olduğu, buna bağlı olarak fotosentez hızının azaldığı belirlenmiştir (Xu et al. 1995). Başka bir araştırmada yine, bitkilerin yüksek sıcaklıklara maruz kalması halinde klorofil biyosentezinin olumsuz etkilendiği vurgulanmıştır (Havaux 1993; 1998).

Bitki örtüsü sıcaklığı yönünden çeşitler ve ekim sıklığı arasındaki farklar önemsiz olmuştur. Sadece tane dolum dönemindeki bitki örtüsü sıcaklığı yönünden çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmuştur (P ≤ 0.01). Üç dönemde de 500 ve 600 tane/m² sıklığındaki ekimlerde bitki yoğunluğunun artmasıyla birlikte bitki örtüsü daha sıcak olmuştur. Ekim sıklığının bitki örtüsü sıcaklığı üzerine etkisi her iki çeşitte de 500 tane/m²'ye kadar kararlı bir durum gösterirken, bu sıklıkta özellikle Zenith çeşidi daha düşük değer göstermiştir (Şekil 1 ve Çizelge 3). Çeşitlerin ekim sıklığına gösterdikleri bu farklı tepki, çeşit x ekim sıklığı interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Gebecik döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 25.4-26.9°C, çiçeklenme döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 19.5-20.9°C ve tane dolum döneminde bitki örtüsü sıcaklığı 26.2-28.2°C arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3).

Fahliani and Assad (2003), İran'da 9 ekmeleklik buğday çeşidinde, sapa kalkma, gebecik ve çiçeklenme dönemlerinde bitki örtüsü sıcaklığını ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, sapa kalkma dönemi (bu dönemde elverişli koşullar etkili olmuştur) dışındaki dönemlerde çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin önemli farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir. Koç ve ark. (2008), 15 buğday genotipi ile 3 yıl süre ile yaptıkları çalışmada, bitki örtüsü sıcaklığını ilk başakçığin görüldüğü dönemden süt olum başlangıcına kadar ölçmüşler ve çeşitler arasındaki farklılıkları önemsiz bulmuşlardır.

Gebecik ve çiçeklenme dönemi Tr çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz bulunmuştur. Tane dolum dönemi Tr ise çeşitler yönünden önemli olurken ($P \leq 0.01$), ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 3). Transpirasyon hızı gebecikten çiçeklenme dönemine kadar artmış, tane dolum döneminde ise hızlı bir azalma göstermiştir. Transpirasyon hızı gebecik döneminde $5.18 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, çiçeklenme döneminde $5.44 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve tane dolum döneminde $3.56 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olmuştur.

Ölçümlerin yapıldığı Mayıs ayında özellikle ölçümlerden önce gerçekleşen yağış,

çiçeklenme döneminde ölçülen Tr'nin daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Qui et al. (2008), iki yıllık denemede transpirasyon hızını ilk yıl $4.8-5.8 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ikinci yıl $7.3-8.4 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ olarak belirlemişler ve transpirasyon hızının sulama sıklıklarından önemli derecede etkilendiğini belirtmişlerdir.

Gebecik ve çiçeklenme dönemi gs çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz olurken, tane dolum dönemi gs çeşitler yönünden önemli ($P \leq 0.01$), ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Ekmeleklik buğdayla yapılan bir çalışmada, stoma iletkenliğinin çeşitlere göre çiçeklenme öncesi $0.412-0.664 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, çiçeklenme sonrası $0.273-0.647 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Rees et al. 1993). Jiang et al. (2000), stoma iletkenliğinin çiçeklenme döneminde $0.250-0.590$, süt olum döneminde $0.080-0.330$, geç sarı olum döneminde $0.210-0.570 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kuşçu (2006) stoma iletkenliğini $0.30-0.37 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında bulurken, Monneveux et al. (2006), stoma iletkenliğini $0.26-0.34 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ arasında bulmuşlardır. Genotiplerin ortalaması olarak gs gebecikten tane dolum dönemine doğru giderek

Çizelge 3. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik (Geb), çiçeklenme (Çiç) ve tane dolum dönemlerine (TDD) ait klorofil içeriği, bitki örtüsü sıcaklığı ve transpirasyon hızları

Table 3. Chlorophyll content, canopy temperature and transpiration rate belong to booting (Geb.), anthesis (Çiç.) and grain filling stage (TDD) of two durum wheat varieties in different sowing rates

| Çeşitler | Ekim Sık. | Klorofil içeriği (mg/m^2) | | | Bitki Örtüsü Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) | | | Transpirasyon Hızı ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) | | |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------|------|------|---|------|--------|--|------|--------|
| | | Geb | Çiç | TDD | Geb | Çiç | TDD | Geb | Çiç | TDD |
| Zenith | 200 | 51.6 | 51.9 | 50.4 | 26.3 | 20.6 | 27.2 | 5.83 | 5.34 | 3.71 |
| | 300 | 52.1 | 48.8 | 42.6 | 25.4 | 19.5 | 28.1 | 5.79 | 5.70 | 4.09 |
| | 400 | 52.8 | 50.3 | 49.2 | 26.0 | 19.9 | 27.5 | 4.89 | 5.22 | 3.55 |
| | 500 | 52.5 | 51.2 | 48.9 | 26.6 | 19.7 | 26.2 | 4.73 | 5.79 | 3.75 |
| | 600 | 50.4 | 52.1 | 47.5 | 26.0 | 20.9 | 27.8 | 4.15 | 5.25 | 3.75 |
| | 700 | 54.5 | 46.9 | 47.9 | 26.7 | 20.1 | 27.3 | 5.04 | 5.79 | 3.64 |
| Ortalama | | 52.4 | 50.2 | 47.7 | 26.2 | 20.1 | 27.3 | 5.07 | 5.51 | 3.75 |
| Kundururu 1149 | 200 | 53.2 | 49.2 | 48.5 | 26.6 | 20.0 | 27.1 | 5.37 | 5.94 | 3.50 |
| | 300 | 52.9 | 52.3 | 47.4 | 25.7 | 20.3 | 27.1 | 4.82 | 4.81 | 3.35 |
| | 400 | 51.7 | 51.0 | 44.9 | 26.2 | 20.4 | 27.6 | 5.42 | 4.84 | 3.34 |
| | 500 | 53.1 | 49.2 | 49.1 | 26.9 | 19.7 | 28.2 | 5.24 | 5.43 | 3.77 |
| | 600 | 51.6 | 50.6 | 49.4 | 26.0 | 19.8 | 27.6 | 5.09 | 4.99 | 2.93 |
| | 700 | 51.8 | 50.3 | 45.1 | 26.1 | 19.9 | 27.0 | 5.76 | 6.12 | 3.36 |
| Ortalama | | 52.4 | 50.4 | 47.4 | 26.3 | 20.0 | 27.4 | 5.28 | 5.36 | 3.37 |
| Çeşit x Ek. Sık. Ort. | | 52.4 | 50.3 | 47.6 | 26.3 | 20.1 | 27.4** | 5.18 | 5.44 | 3.56 |
| LSD çeşit | | 1.31 | 1.75 | 3.20 | 0.53 | 0.58 | 0.41 | 0.47 | 0.52 | 0.27** |
| LSD ekim sıklığı | | 2.27 | 3.02 | 5.55 | 0.92 | 1.01 | 0.71 | 0.80 | 0.90 | 0.47 |
| VK | | 4.25 | 5.90 | 11.5 | 3.44 | 4.95 | 2.53 | 15.3 | 16.3 | 12.9 |

** $P < 0.01$ düzeyinde önemli,

** ; Significant at the 0.01 probability level

artış göstermiştir. Stoma iletkenliğinin gelişme dönemi ilerledikçe azalması beklenirken Mayıs ayının yağışlı geçmesi tersi bir durum yaratmıştır. Reynolds et al. (2000), bu dönemlerdeki stoma iletkenliğinin sırasıyla 0.680, 0.590 ve 0.320 mol H₂O m⁻² s⁻¹ olduğunu, gelişme dönemi ilerledikçe yapraklardaki yaşlanmaya bağlı olarak stoma iletkenliğinin azaldığını belirtmişlerdir.

Net fotosentez hızı bakımından her üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu önemli olmamıştır (Çizelge 4). Net fotosentez hızı gebecik dönemde 18.0-21.5 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹, çiçeklenme döneminde 14.5-18.0 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ ve tane dolum döneminde ise 15.2-17.2 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ arasında değişmiştir. Gelişme dönemi ilerledikçe, yaprağın yaşlanmasına bağlı olarak genotiplerin Pn giderek azalma gösterirken çiçeklenme ve tane dolum dönemi benzerlik göstermiştir. Net fotosentez hızının klorofil kaybıyla da çok yakından ilişkili olduğu; buğdayın verim potansiyelinde yaprak yaşlanması kadar, gelişme dönemleri boyunca fotosentez hızındaki değişimlerin de etkili olduğu belirtilmiştir (Reynolds et al. 2000).

Yaprak sıcaklığı gebecik ve çiçeklenme döneminde çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden önemsiz olurken, tane dolum döneminde ekim sıklığı yönünden önemli (P≤ 0.01), çeşit ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Yaprak sıcaklığı gebecik döneminde 32.6°C, çiçeklenme döneminde 32.7°C ve tane dolum döneminde 28.3°C olmuştur. Tane dolum döneminde Tl ölçümünün yapıldığı dönemdeki günlük sıcaklık değerinin

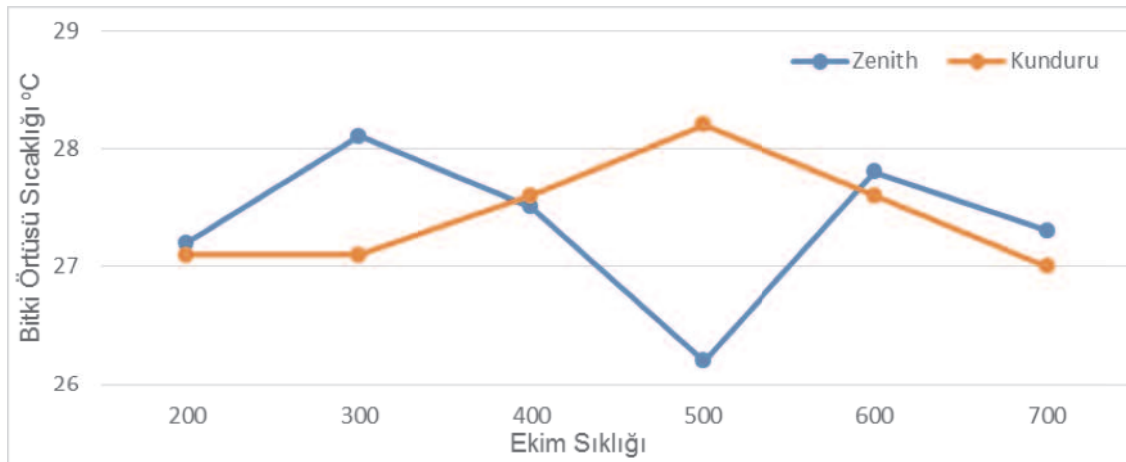
düşük olması makarnalık buğday çeşitlerinin yaprak sıcaklığının düşük çıkmasına neden olmuştur.

Delgado et al. (1994), ekmeklik buğdaylarda iki yıl süre ile yaptıkları çalışmada, ortalama günlük maksimum sıcaklıkların ilk ve ikinci yıl sırasıyla 32 ve 36°C olduğunu, yaprak sıcaklıklarının da buna paralel bir şekilde ilk yıl 31.7°C iken, ikinci yıl 34.7°C'ye yükseldiğini belirtmişlerdir.

Ci/Ca oranı; gebecik döneminde çeşitler ve ekim sıklığı, çiçeklenme döneminde çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı, tane dolum döneminde ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı yönünden önemsiz olmuştur. Gebecik döneminde çeşit x ekim sıklığı (P≤ 0.05), tane dolum döneminde de çeşit (P≤ 0.01) yönünden önemli olmuştur (Çizelge 5).

Ekim sıklığının gebecik dönemi Ci/Ca oranı üzerine etkisi her iki çeşitte de 300 tane/m²'den 600 tane/m²'ye kadar kararlı bir durum gösterirken, bu sıklıkta özellikle Zenith çeşidi daha düşük değer göstermiştir (Şekil 2 ve Çizelge 5). Çeşitlerin ekim sıklığına gösterdikleri bu farklı tepki, çeşit x ekim sıklığı interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Genotiplerin ortalaması olarak Ci/Ca oranı gebecik dönemde 0.544, çiçeklenme döneminde 0.641 ve tane dolum döneminde 0.669 olmuştur.

Gebecik döneminde meydana gelen yetersiz yağış (özellikle Nisan ayı sonu, Çizelge 1) sonucu bitki strese girmiş ve bunun sonucu olarak, bitki bünyesinde bulunan suyu kaybetmemek için stomalarını kapatmış, buna paralel olarak yapraklardaki CO₂ difüzyonu sınırlanmıştır.



Şekil 1. Tane dolum dönemi bitki örtüsü sıcaklığına ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksyonu
Figure 1. Variety x sowing rate interaction at canopy temperature of grain filling stage

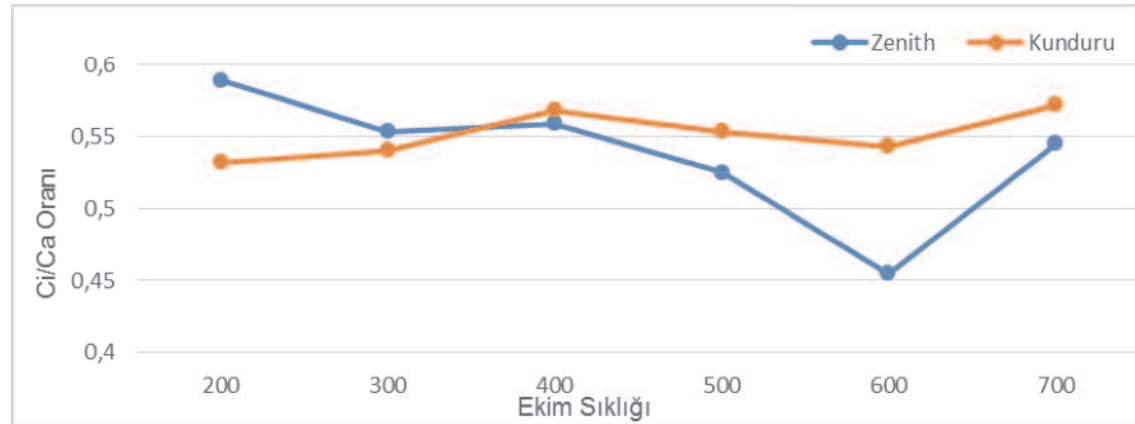
Çizelge 4. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik, çiçeklenme ve tane dolum dönemlerine ait stoma iletkenliği, net fotosentez hızı ve yaprak sıcaklığı

Table 4. Stomatal conductance, net photosynthetic rate and leaf temperature belong to booting, anthesis and grain filling stage of two durum wheat varieties in different sowing rates

| Çeşitler | Ekim Sık. | Stoma iletkenliği (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) | | | Net fotosentez hızı (µmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) | | | Yaprak sıcaklığı (°C) | | |
|-----------------------|-----------|--|-------|--------|--|------|------|--------------------------|------|--------|
| | | Geb. | Çiç. | TDD | Geb. | Çiç. | TDD | Geb. | Çiç. | TDD |
| Zenith | 200 | 0.355 | 0.373 | 0.430 | 19.4 | 16.6 | 16.8 | 32.6 | 32.7 | 28.5 |
| | 300 | 0.340 | 0.393 | 0.580 | 21.5 | 17.8 | 16.7 | 32.8 | 32.4 | 28.2 |
| | 400 | 0.278 | 0.325 | 0.443 | 18.7 | 15.8 | 16.1 | 32.3 | 32.8 | 28.1 |
| | 500 | 0.258 | 0.375 | 0.460 | 18.3 | 15.7 | 16.6 | 32.6 | 32.9 | 28.5 |
| | 600 | 0.225 | 0.338 | 0.478 | 19.2 | 16.5 | 16.4 | 32.3 | 32.5 | 28.1 |
| | 700 | 0.263 | 0.385 | 0.420 | 18.1 | 17.7 | 15.2 | 32.5 | 32.8 | 28.5 |
| Ortalama | | 0.286 | 0.364 | 0.468 | 19.2 | 16.7 | 16.3 | 32.5 | 32.7 | 28.3 |
| Kunduru 1149 | 200 | 0.290 | 0.425 | 0.365 | 20.3 | 17.3 | 16.7 | 32.5 | 32.8 | 28.6 |
| | 300 | 0.250 | 0.288 | 0.378 | 18.0 | 14.8 | 17.2 | 32.3 | 33.3 | 28.1 |
| | 400 | 0.303 | 0.330 | 0.398 | 18.5 | 15.5 | 18.2 | 32.7 | 32.1 | 28.1 |
| | 500 | 0.283 | 0.345 | 0.428 | 19.0 | 18.0 | 16.9 | 32.5 | 32.7 | 28.5 |
| | 600 | 0.260 | 0.318 | 0.310 | 18.4 | 14.5 | 15.5 | 32.6 | 32.4 | 28.0 |
| | 700 | 0.330 | 0.400 | 0.355 | 20.1 | 17.1 | 17.2 | 32.7 | 33.0 | 28.5 |
| Ortalama | | 0.285 | 0.350 | 0.372 | 19.1 | 16.2 | 16.9 | 32.6 | 32.7 | 28.3 |
| Çeşit x Ek. Sık. Ort. | | 0.286 | 0.357 | 0.420 | 19.2 | 16.5 | 16.6 | 32.6 | 32.7 | 28.3 |
| LSD çeşit | | 0.04 | 0.06 | 0.05** | 1.55 | 1.30 | 1.20 | 0.19 | 0.49 | 0.17 |
| LSD ekim sıklığı | | 0.07 | 0.11 | 0.09 | 2.69 | 2.26 | 2.08 | 0.33 | 0.86 | 0.29** |
| VK | | 23.1 | 30.8 | 21.4 | 13.8 | 13.5 | 12.3 | 1.01 | 2.57 | 1.02 |

** P<0.01 düzeyinde önemli,

**, Significant at the 0.01 probability level



Şekil 2. Gebecik dönemi Ci/Ca oranına ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksyonu

Figure 3. Variety x sowing rate interaction at Ci/Ca ratio of booting stage

Nitekim Cornic (2000), yetersiz nem koşullarında stomaların kapandığını ve buna bağlı olarak hücre içi CO₂ konsantrasyonunda bir azalmanın söz konusu olduğunu, sonuçta Ci/Ca oranının da düştüğünü belirtmiştir.

Üç gelişme döneminde de çeşitler, ekim sıklığı ve çeşit x ekim sıklığı interaksyonu yönünden mezofil iletkenlikleri önemsiz olmuştur (Çizelge 5). Mezofil iletkenliği gebecik döneminde 87.7 mmol m⁻² s⁻¹, çiçeklenme döneminde 64.7 mmol m⁻² s⁻¹ ve tane dolum

döneminde 64.4 mmol m⁻² s⁻¹ olmuştur. Koç ve ark. (2003), tane dolum döneminde çeşitlerin Mi eski çeşitlerde 69.7-81.3 mmol m⁻² s⁻¹, yeni çeşitlerde ise 65.9-68.9 mmol m⁻² s⁻¹ arasında belirlemişlerdir. Mezofil iletkenliğinde meydana gelen azalma Ci den daha fazla Pn de meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır (Allahverdiyev et al. 2015).

Tane verimi yönünden çeşit ve ekim sıklığı arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin ortalaması

Çizelge 5. İki makarnalık buğday çeşidinin farklı ekim sıklıklarında gebecik, çiçeklenme ve tane dolum dönemlerine ait Ci/Ca oranı ve mezofil iletkenliği

Table 5. Ci/Ca ratio and mesophyll conductance belong to booting, anthesis and grain filling stage of two durum wheat varieties in different sowing rates

| Çeşitler | Ekim Sık. | Ci/Ca | | | Mezofil iletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) | | |
|-----------------------|-----------|---------|-------|--------|--|------|-------|
| | | Geb. | Çiç. | TDD | Geb. | Çiç. | TDD |
| Zenith | 200 | 0.589 | 0.645 | 0.680 | 81.4 | 64.1 | 63.2 |
| | 300 | 0.553 | 0.640 | 0.730 | 96.1 | 69.7 | 58.3 |
| | 400 | 0.559 | 0.627 | 0.698 | 83.2 | 64.4 | 59.3 |
| | 500 | 0.525 | 0.678 | 0.686 | 86.9 | 58.7 | 62.1 |
| | 600 | 0.455 | 0.631 | 0.695 | 108.2 | 65.6 | 60.3 |
| | 700 | 0.545 | 0.639 | 0.709 | 82.6 | 70.4 | 55.2 |
| Ortalama | | 0.537 | 0.643 | 0.699 | 89.7 | 65.5 | 59.7 |
| Kunduru 1149 | 200 | 0.532 | 0.663 | 0.638 | 96.4 | 65.5 | 68.5 |
| | 300 | 0.540 | 0.608 | 0.644 | 81.4 | 62.5 | 69.9 |
| | 400 | 0.568 | 0.640 | 0.630 | 80.4 | 59.7 | 74.4 |
| | 500 | 0.553 | 0.607 | 0.671 | 85.1 | 75.0 | 64.2 |
| | 600 | 0.543 | 0.644 | 0.609 | 83.2 | 56.3 | 69.4 |
| | 700 | 0.572 | 0.667 | 0.639 | 87.1 | 64.1 | 68.3 |
| Ortalama | | 0.551 | 0.638 | 0.638 | 85.6 | 63.9 | 69.1 |
| Çeşit x Ek. Sık. Ort. | | 0.544 * | 0.641 | 0.669 | 87.7 | 64.7 | 64.4 |
| LSD çeşit | | 0.03 | 0.04 | 0.04** | 1.0 | 7.0 | 8.0 * |
| LSD ekim sıklığı | | 0.04 | 0.06 | 0.06 | 20.0 | 10.0 | 10.0 |
| VK | | 7.93 | 9.64 | 8.95 | 17.9 | 18.6 | 20.0 |

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli,
*, **, Significant at the 0.05 and 0.01 probability level

olarak, en yüksek tane verimi (634 kg/da) 600 tane/m² ekim sıklığından alınırken, en düşük tane verimi (334 kg/da) 200 tane/m² ekim sıklığından alınmıştır (Çizelge 6). Ekim sıklığında çeşitler arasında ters ilişki görülmektedir. Zenith çeşidi için 600 tane/m² ye kadar olan artış tane verimini önemli derecede artırmış, ancak bundan sonra artan ekim sıklığı tane veriminde önemli bir artış sağlamamıştır. Kunduru 1149 çeşidi için en yüksek verim 400 tane/m² ekim sıklığında elde edilmiştir. Şimşek (2014), Özdemir ve Olgun (2011) ve Ertekin (2011) ekim sıklığının tane verimi üzerindeki etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğunu, ekim sıklığındaki artışa paralel olarak tane veriminin arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 6'dan görüldüğü gibi, tane verimi yönünden çeşit x ekim sıklığı interaksyonu istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Zenith çeşidinde ekim sıklığının 600 tane/m²ye kadar artmasına bağlı olarak tane verimi artmış, ekim sıklığının 700 tane/m²ye çıkması durumunda azalmıştır. Kunduru 1149 çeşidinde ise ilk ekim sıklıklarında genellikle yatay bir durum olmuş, 400 tane/m² ekim sıklığından sonra tane verimi azalmıştır (Şekil 3). Ekim sıklığındaki artışa karşı tane

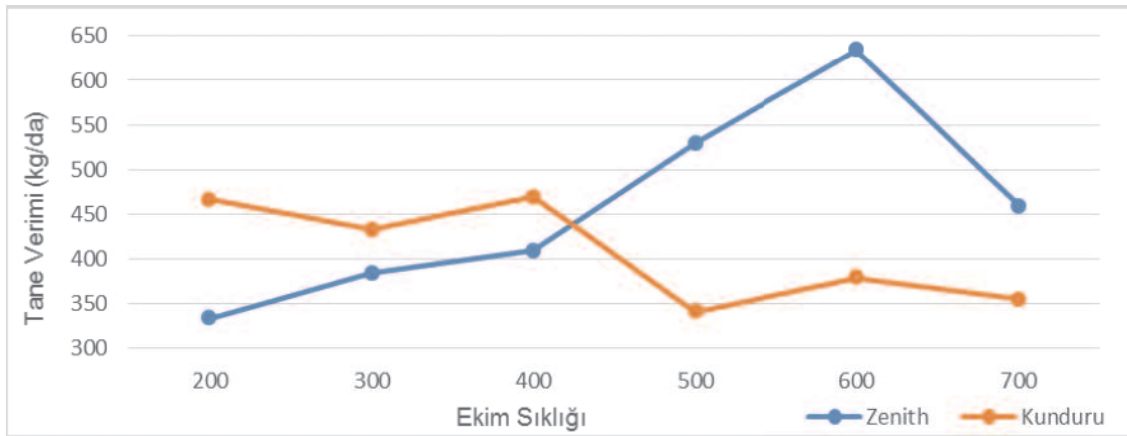
verimi yönünden çeşitlerin gösterdiği tepki farklı olduğundan çeşit x ekim sıklığı interaksyonu istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Yerel çeşitlerden seçilmiş ve uzun bolu bir çeşit olan Kunduru 1149 çeşidi seyrek ekimlerde daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum bu çeşidin farklı bitki sıklıklarını tolere etme yeteneğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Klorofil içeriği ile Tr, Ys ve Mi; Tr ile Ys; gs ile Pn ve Ci/Ca; Pn ile Mi arasında olumlu ve önemli ilişki belirlenmiştir. Klorofil içeriği ile gs ve Ci/Ca; gs ile Ys ve Mi; Pn ile Ys ve Ci/Ca oranı; Ys ile Ci/Ca ve Mi; Ci/Ca ile Mi arasında olumsuz ve önemli ilişki tespit edilmiştir. Önemli olmamakla birlikte tane verimi ile Bös, gs, Pn, Ci/Ca oranı ve Mi arasında ters bir ilişki söz konusu olmuştur (Çizelge 7).

Meksika'da kısa boylu yazlık buğday genotipleri ile yürütülen bir araştırmada, yaprak fotosentez hızı ile stoma iletkenliğinin olumlu ilişkili; çiçeklenme öncesi fotosentez hızı ile verim ve verim unsurlarının ilişkisiz olduğu, ancak tüm ölçüm dönemlerinin ortalaması olarak fotosentez hızı ile tane verimi ve birim alandaki tane sayısı arasında olumlu ilişkiler

olduğu belirtilmiştir (Fischer et al. 1981). Tane veriminin; çiçeklenme sonrası klorofil kaybıyla olumsuz, klorofil içeriği ile olumlu, çiçeklenme öncesi, çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası stoma iletkenliği ve bitki topluluğu sıcaklık düşüşü ile olumlu ilişkili olduğu belirtilmiştir (Reynolds et al. 1994). Net fotosentez hızı ile Ci/Ca oranı arasında olumsuz ilişki olduğu belirtilmiştir (Del Pozo et al. 2005). Tavakoli et al. (2011) Tr ve gs arasında olumlu korelasyonlar olduğunu belirtmişlerdir. Koç ve ark. (2003) ve Del Pozo et al. (2005), stoma iletkenliği ile Ci/Ca oranı arasında önemli ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Fischer et al. (1998) ve Del Blanco et al. (2000) yaptıkları çalışmalarda

mezofil iletkenliği ile net fotosentez hızı arasında olumlu ve önemli ilişkiler belirlemişlerdir. Ayrıca, transpirasyon hızı ile fotosentez hızı arasında bizim bulgularımızın aksine olumlu bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Guo et al. 2008). Delgado et al. (1994), Bahar (2004) ve Monneveux et al. (2006) gibi araştırmacılar, tane verimi ile net fotosentez hızı arasındaki ilişkiyi önemli, Fischer et al. (1981), önemsiz bulmuştur. Rees et al. (1993), fotosentez hızının, tane verimi ile çiçeklenme öncesi ve sonrasında olumlu, Reynolds et al. (2000), gebecik, çiçeklenme ve tane dolumu olmak üzere 3 gelişme devresinde, net fotosentez hızı ile tane veriminin önemli derecede ilişkili olduğunu saptamışlardır.



Şekil 3. Tane verimine ilişkin çeşit x ekim sıklığı interaksiyonu

Figure 3. Variety x sowing rate interaction of grain yield

Çizelge 6. Zenith ve Kunduru 1149 çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarına göre tane verimleri

Table 6. Grain yields of Zenith and Kunduru 1149 varieties according to sowing rates

| Çeşitler | Ekim Sıklığı | | | | | | Ortalama |
|----------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
| | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | |
| Zenith | 334 | 384 | 409 | 529 | 634 | 459 | 458a |
| Kunduru | 466 | 433 | 469 | 341 | 379 | 355 | 419b |
| Ortalama | 400b | 409b | 439b | 435b | 506a | 407b | |

Çizelge 7. Tane verimi (TV) ile fizyolojik karakterler arası ilişkiler

Table 7. Relationships between grain yield (TV) and physiological characters

| Özellik | TV | Ki | Bös | Tr | gs | Pn | Ys | Ci/Ca |
|---------|-------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Ki | 0.09 | | | | | | | |
| Bös | -0.01 | -0.04 | | | | | | |
| Tr | 0.06 | 0.22** | -0.24** | | | | | |
| gs | -0.13 | -0.35** | 0.06 | 0.04 | | | | |
| Pn | -0.09 | 0.06 | 0.12 | -0.10 | 0.21* | | | |
| Ys | 0.12 | 0.30** | -0.23** | 0.87** | -0.36** | -0.31** | | |
| Ci/Ca | -0.05 | -0.34** | -0.08 | 0.07 | 0.73** | -0.38** | -0.23** | |
| Mi | -0.02 | 0.19* | 0.19 | -0.09 | -0.24** | 0.82** | -0.05 | -0.80** |

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli

, **, Significant at the 0.05 and 0.01 probability level

Sonuç

Çeşitler yönünden tane dolum dönemi Tr, gs ve Ci/Ca, ekim sıklığı yönünden tane dolum dönemi yaprak sıcaklığı, ekim sıklığı x çeşit interaksyonu yönünden tane dolum dönemi Bös ile gebecik dönemi Ci/Ca oranı arasında istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur. Gelişme dönemine bakıldığında, gebecik döneminden tane dolum dönemi arasında klorofil içeriği, yaprak sıcaklığı ve Mi özelliklerinde kademeli olarak düşüşler olmuştur. Bunun tersine gs ve Ci/Ca özelliklerinde bu dönemler arasında artışlar meydana gelmiştir. Tane verimi yönünden en uygun çeşit Zenith çeşidi olmuş ve en yüksek tane verimine ulaşmak için 600 tane/m² ekim sıklığı yeterli olup, daha sık ekim tane veriminde önemli artış sağlamamıştır.

Kaynaklar

- Allahverdiyev T.I., Talai J.M., Huseynova I.M. and Aliyev J.A., 2015. Effect of drought stress on some physiological parameters, yield, yield components of durum (*Triticum durum* desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics, 1-1; 50-62
- Amani I., Fischer R.A. and Reynolds M.P., 1996. Canopy Temperature Depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. J. Agron. Crop Sci., 176(2):119-129
- Anonim, 1999. SAS Inst., 1999, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Atak M., Çiftçi C., Y. ve Ünver S., 2004. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. Anadolu, J of AARI 14 (1), 41-61
- Bahar B., 2004. Çukurova taban ve kıraç koşullarında bazı ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinde stoma iletkenliği ve diğer yaprak özellikleri ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst, Doktora Tezi, Adana, (yayınlanmamış)
- Bavec F. and Bavec M., 2001. Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. Commun. Soil Sci. Plant Anal. Res., 32: 2709–2719
- Cornic G. 2000. Drought Stress inhibits photosynthesis by decreased stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends in Plant Science, 5:187-188
- Çölkesen M., Eren N. ve Öktem A., 1994. Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim sıklığının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisi üzerinde bir araştırma. İzmir Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994, Cilt I, Agronomi Bildirileri, 341-344
- Delgado M.I., Reynolds M.P., Larque-Saavedra A. and Nava S.T., 1994. Genetic diversity for photosynthesis in wheat under heat stressed field environments and its relation to productivity. Wheat Special Report, No.30, 17 pages, Mexico
- Del Blanco, I.A., Rajaram, S., Kronstad, W.E. and Reynolds, M.P. 2000. Physiological Performance of Synthetic Hexaploid Wheat-Derived Populations. Crop Sci., 40(5):1257-1263
- Del Pozo A., Perez P., Morcuende R., Alanso A. and Martinez-Carrasco R., 2005. Acclimatory Responses of Stomatal Conductance and photosynthesis to elevated CO₂ and temperature in wheat crops grown at varying levels of n supply in a Mediterranean environment. Plant Science, 169:908-916
- Ertekin M.C., 2011. Sırtta ekim yönteminde farklı ekim sıklıklarının makarnalık buğdayın (*T. durum* L.) verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Diyarbakır s. 14-18
- Fahlani R.A. and Assad M.T., 2003. Evaluation of Three physiological criteria for selecting drought resistant wheat genotypes, Proceedings of the Tenth International Wheat Genetics Symposium, 1-6 September 2003, Poestum, Italy, 664-666
- Fischer R.A., Bidinger F, Syme J.R and Wall P.C. 1981. Leaf Photosynthesis, leaf permeability, crop growth, and yield of short spring wheat genotypes under irrigation. Crop Sci., 21(3):367-373
- Fischer R.A., Rees D., Sayre K.D., Lu Z.M., Condon A.G. and Larque-Saavedra A., 1998. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci., 38:1467-1475
- Guo S., Tang Y., Gao F., Ai W. and Qin L. 2008. Effects of low pressure and hypoxia on growth and development of wheat. Acta Astronautica, 63:1081-1085
- Havaux M. 1993. Rapid photosynthetic adaptation to heat stress triggered in potato leaves by moderately Elevated Temperatures, Plant Cell Environ., 16:461-467
- Havaux M. 1998. Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts. Trends Plant Sci., 3:147-151
- Idso S.B., Reginate R.J., Hatfield J.I. and Pinter P.J.Jr. 1984. Measuring yield reducing plant water potential depression in wheat by infrared thermometry. Irrig. Sci., 2: 205-212

- Jiang G.M., Hao N.B., Bai K.Z., Zhang Q.D., Sun J.Z., Guo R.J., Ge Q.Y. and Kuang, T.Y. 2000. Chain Correlation between variables of gas exchange and yield potential in different winter wheat cultivars. *Photosynthetica*, 38(2):227-232
- Joseph K. D. S. M., M. Alley M., D. Brann E. W. and Grawella D., 1985. Row Spacing and Seeding Rate Effects on Yield and Yield Components of Soft Red Winter Wheat. *Agronomy J.*, 77(2):211-214
- Kaydan D., Tepe I., Yağmur M. ve Yergin R., 2012. Ekim yöntemi ve sıklığının buğdayda tane verimi, bazı verim öğeleri ve yabancı otlar üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 310-323
- Kazan, T. ve Doğan R., 2005. Pehlivan ekmeçlik buğday (*Triticum aest. var. ast. L.*) çeşidinde ekim zamanı ve ekim sıklığı üzerine araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (1):63-76
- Koc M., Barutcular C. and Genc İ., 2003. Photosynthesis and Productivity of Old and Modern Durum Wheats in a Mediterranean Environment. *Crop Science*; 43:6, 2089-2097
- Koc M., Barutcular C. and Tiryakioğlu M., 2008. Possible heat-tolerant cultivar improvement through the use of flag leaf gas exchange Traits in a Mediterranean Environment. *J. Sci Food Agric. Res.*, 88:1638 1647
- Kuşcu A. 2006. Yazlık ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum L.*) veriminde son çeyrek yüzyılda gerçekleşen ilerlemelerin morfolojik ve fizyolojik esasları. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, (Basılmamış) Adana,
- Monneveux P., Rekika D., Acevedo E. and Merah O. 2006. Effect of drought on leaf gas exchange, carbon isotope discrimination, transpiration efficiency and productivity in field grown durum wheat genotypes. *Plant Sci.*, 170:867-872
- Özdemir S. ve Olgun M., 2011. Farklı lokasyonlar da ekilen buğday çeşitlerinin optimum ekim sıklığının belirlenmesi. eskişehir osmangazi üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Eskişehir s. 23-29
- Şimşek B., 2014. Makarnalık buğdayda ekim sıklığının değerlendirilmesinde geleneksel bir ölçünün kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Kahramanmaraş, s. 14-27
- Qiu G.Y., Wang L., He X., Zhang X., Chen S., Chen J. and Yang Y. 2008. Water use efficiency and evapotranspiration of winter wheat and its response to irrigation regime in the North China Plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148:1848-1859
- Rebetske G.J., Condon A.G. and Richards R.A., 2002. Selection for reduced carbon isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed wheat. *Crop Sci.*, 42:739-745
- Rees D., Sayre K., Acevedo E., Navas T., Lu Z., Zeiger E. and Limon A. 1993. Canopy temperatures of wheat: relationship with yield and potential as a technique for early generation selection, *Wheat Special Report No. 10*, 32 Pages, Mexico
- Reynolds M.P, Balota M, Delgado M.I.B., Amani I. and Fischer R.A. 1994. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Australian J. of Plant Physiology*, 21(6): 717-730
- Reynolds M.P, Singh R.P., Ibrahim A., Ageeb, O.A.A., Larqué-Saavedra A. and Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100:84-95
- Reynolds M.P., Delgado M.B., Gutierrez-Rodriguez, M. and Larque-Saavedra A. 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment - i: genetic diversity and crop productivity. *Field Crops Research*, 66(1): 37-50
- Reynolds M.P., Nagarajan S., Razaque M.A. and Ageeb O.A.A., 2001. Heat tolerance. Application of physiology in wheat breeding. (Editorler: M.P. Reynolds, I. Ortiz-Monasterio., A. McNab). Mexico, DF, CIMMYT
- Shao H.B., Shao M.A. and Liang Z.S., 2006. Change of Several Physiological indexes of 10 wheat genotypes at soil water deficits at tilling stage. *Biointerfaces*, 53:113-119
- Tavakoli A, Ahmadi A., Saeidi M. and Madah Hossani S., 2011. Study of water relation and gas exchange in drought tolerant and susceptible wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars under post-anthesis drought stress condition. 2nd Iranian Conference on Plant Physiology, Yazd, 124
- Xu Q., 1995. Structural organization of photosystem I, In: Mathis, P. (Ed.), *Photosynthesis: From Light to Biosphere*, pp.87-90, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, (1995)
- Wang W.X., Vinocur B. and Altman A., 2003. Plant Responses to Drought, Salinity and Extreme Temperatures: towards Genetic Engineering for Stress Tolerance. *Planta*, 218:1-14