

BİTKİ ÖRTÜSÜ SERİNLİĞİ VE KLOROFİL MİKTARININ MAKARNALIK BUĞDAY ISLAHINDA KULLANIM OLANAKLARI

Mehmet YILDIRIM*¹ Cuma AKINCI¹ Müjde KOÇ² Celalettin BARUTÇULAR²

¹Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 21280 Diyarbakır

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 01320 Adana

*e-mail: mehmety@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.04.2009

Kabul Tarihi: 11.09.2009

ÖZET: Buğdayda seleksiyon unsuru olarak kullanılan fizyolojik özellikler verim yönünden genetik ilerlemeyi artırmada önemli bir etkiye sahip olup, buğday ıslahında tamamlayıcı unsur olarak görevleri ve etki mekanizmaları yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bu çalışma 2006-2007 buğday yetiştirme sezonunda, üç yerel ve üç güncel makarnalık buğday çeşidi ve bunların 6 x 6 yarım diallel F₁ melez kombinasyonlarında bitki örtüsü serinliği (BÖS) ve klorofil içeriğinin (SPAD) ıslahta kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. İki farklı günde ve günün farklı saatlerinde ölçülen BÖS değerleri çevre koşullarına bağlı olarak büyük değişkenlik göstermiş ve genotipler arasında önemli farklar oluşmuştur. Başaklanma ve erken hamur olum döneminde ölçülen SPAD değerleri yönünden genotipler arasında önemli farkların olduğu saptanmıştır. Yarım diallel analiz sonuçlarına göre BÖS'nin kalıtımında hem eklemeli hem de eklemeli olmayan genler, SPAD'ın kalıtımında ise eklemeli olmayan genler etkili bulunmuştur. BÖS yönünden '1x4', '1x5' ve '1x6' nolu melez kombinasyonlarının bitki örtüsü daha serin bulunurken, SPAD yönünden anaçlar arasında 'Zenit', melezler arasında ise '3x6' ve '1x4' nolu melezler sırasıyla başaklanma ve erken hamur olum dönemlerinde yüksek değer göstermişlerdir. Ele alınan anaç ve melezlerden bazılarının BÖS açısından iyi sonuçlar verdiği ve SPAD değerinin erken açılma kuşaklarında (F₁) yüksek verimli hatların tespitinde bir seleksiyon unsuru olabileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Diallel Melezleme, Bitki Örtüsü Serinliği, Klorofil İçeriği, SPAD Değeri, Makarnalık Buğday

APPLICABILITY OF CANOPY TEMPERATURE DEPRESSION AND CHLOROPHYLL CONTENT IN DURUM WHEAT BREEDING

ABSTRACT: Selection criteria based on physiological traits, have significant impact to increase genetic improvement in wheat yield. The role and mechanism of physiological traits have been intensively studied as complementary tool in wheat breeding. This experiment was conducted to investigate application possibilities of canopy temperature depression (CTD) and chlorophyll content (SPAD unit) in wheat breeding. Six durum wheat parents (3 landraces and 3 modern cultivars) and their 6 x 6 half-sib F₁ diallel cross progenies were grown in field conditions at 2006-2007 growing season. CTD, measured in different times of two different days, was affected by environmental conditions. Significant differences were detected among genotypes for CTD. SPAD values measured at heading and early dough stage. Significant differences were found among genotypes for SPAD values in both measuring stages. The heritability of CTD was related to both additive and non-additive gene actions, while SPAD was mediated mainly by non-additive gene effects. The hybrids of 1x4, '1x5' and '1x6' showed high CTD values. Among parents 'Zenit' showed highest SPAD value at both measuring times, while the hybrids of '3x6' and '1x4' had highest SPAD values at heading time and early dough stage, respectively. The results indicated that CTD values of parental lines and some of their hybrids showed favorable results. The results also showed that SPAD values could be used as selection criteria to define high yielding breeding lines at early segregation of progenies.

Key Words: Diallel Crosses, Durum Wheat, Canopy Temperature Depression, Chlorophyll Content, SPAD Readings

1. GİRİŞ

Ülkemizde kişi başına düşen buğday üretimi 255 kg ve kişi başına gıda olarak buğday tüketimini 155-165 kg seviyesinde olup, 146 kg olan dünya ortalamasının üzerindedir (Anonim, 2007). İyi bir buğday tüketici toplum olmamız gerçeği, verimdeki yıllık artışın kesintisiz devamlılığını zorunlu hale getirmektedir.

Dünya genelinde verim esas alınarak yapılan buğday ıslahı ile verim potansiyelinde önemli artışlar sağlanmış olmasına karşın gelecekteki başarı bitki ıslahçıları ile bitki fizyologlarının işbirliği ve fizyolojik kriterlerin desteği ile belirlenecektir (Jackson ve ark., 1996). Günümüzde gelişmekte olan ülkelerin yıllık buğday ihtiyacı % 2 oranında artmasına karşın (Curtis, 2002), buğdayda genetik ilerlemelerle ilgili uzun yıllar bildirimlerin ortalamalarına göre yıllık oransal verim artışı yazlık

buğdaylarda % 1, kışlık buğdaylarda ise % 0.5 (Donmez ve ark., 2001) gibi oldukça düşük düzeyde kalmıştır. Ülkemizde Çukurova Bölgesinde 1980-2000 yılları arasında yetiştirilen yazlık ekmeklik buğdaylarda kültürel tekniklerdeki ilerleme ve gübre kullanımındaki artışa ilave olarak yeni çeşitlerden kaynaklanan genetik ilerleme ile birlikte verimde % 3.4 (Toklu ve ark., 2001) artış olmasına karşın, tüm Ülke genelinde 1985-1997 yılları arasında genetik artış hızı % -0.1 (Aquino ve ark., 1999) olmuştur. Ülkemizde geliştirilen makarnalık buğday çeşitlerinde verimdeki yıllık ortalama artış hızı % 0.76 olarak saptanmış ve 80'li yıllardan sonra geliştirilen çeşitlerin verimde ki ilerlemeye katkı sağlamadığı bulunmuştur (Barutçular ve ark., 2006). Ülkemizde buğday tarımının çoğunlukla kurak ve yarı kurak alanlarda yağışa bağlı olması, özellikle de dane büyüme döneminde kurak ve yüksek sıcaklara maruz

kalmasına ve devamında da verimde önemli düşürlere neden olmaktadır. Normal koşullarda buğday gelişme dđneminde optimum sıcaklık değerlerinin üzerindeki ortalama 1 °C'lik artış yazlık buğdaylarda 5.7 kg.da⁻¹, kışık buğdaylarda 10.2 kg.da⁻¹'lik verim kaybına neden olmaktadır (White ve Reynolds, 2003).

French ve Schultz (1984) Avustralya'da uzun yıllar çok lokasyonlu olarak yürüttükleri bir çalışmada, topraktaki mevcut suyu, buharlaşmayı ve drenajı hesaba katmadan büyüme mevsimindeki yağış üzerinden yaptıkları hesaplamada, yüksek verimli çeşitlerde tane verimi elde edilebilmesi için gerekli en düşük yağış miktarının 110 mm olduğunu ve yağışa bağlı potansiyel su kullanım etkinliğinin iyi yetiştiricilik ve biyolojik zararın olmadığı koşullarda 20 kg tane ha⁻¹ mm⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Regresyon eğrisinden hesaplanan diğer çalışmalarda su kullanım etkinliği 1.6 kg da⁻¹ mm⁻¹ (Steiner ve ark., 1985) ve 1.5 kg da⁻¹ mm⁻¹ (Cornish ve Murray, 1989) olarak tahmin edilmiştir.

Son yıllarda yürütölen çalışmaları, stoma iletkenliği, fotosentez hızı, membran termostabilitesi, bitki örtüsü serinliği ve klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklerin bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmasının buğday veriminde ilerleme sağladığını göstermektedir (Fisher ve ark., 1998; Amthor, 2001; Bavec ve Bavec, 2001; Reynolds ve ark., 2001; Soltani ve Galeshi, 2002; Koç ve ark., 2003). Ülkemizde Çukurova Bölgesinde yapılan fizyolojik çalışmaları, bayrak yaprağı fotosentez hızı, stoma iletkenliği, kül içeriği gibi özelliklerin yüksek sıcaklığa tolerans yönünden ön plana çıktığını göstermiştir (Koç ve ark., 2008). Ayrıca çiçeklenme döneminde ekmeklik buğdaylarda bayrak yaprağı stoma iletkenliği ile verim arasında, önemli ($r^2=0.45$, $P<0.05$) ilişki saptanmıştır (Bahar, 2004).

Ülkemizde buğday ıslahında verimde elde edilen artışlar genellikle fizyolojik yöntemler kullanılmaksızın elde edilmiş ve buğday ıslahında kullanılabilir fizyolojik özellikler ve teknikler bir bütün halinde değerlendirilmemiştir. Ülkemizde kuraklık ve yüksek sıcak stresi altında yüksek başarı gösteren yeni buğday çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecekteki başarılar ancak disiplinler arası işbirliği ile ürün ve bitki fizyolojisi özelliklerine ağırlık verilerek sağlanabilecektir. Kuraklığa ve sıcağa dayanıklılık ıslahı çalışmaları bitki örtüsü serinliği ve yaprakların klorofil miktarları gibi özellikler taşıyabilir ve ucuz cihazlarla hızlı bir şekilde saptanabilmektedir. Meksika'da, başta bitki örtüsü serinleme (BÖS) yeteneği olmak üzere birçok fizyolojik özelliğe göre sıcak çevrelere uygun seleksiyon yapılarak, verimde sağlanan ilerleme ile aynı genotiplerin dünyanın diğer sıcak bölgelerindeki verim performansları arasında önemli artışlar bulunmuştur (Reynolds ve ark., 1994a). Sıcaklık stresinde; bitki serinleme yeteneği, membran termostabilitesi, tane dolun dönemindeki yaprak klorofil miktarı, başaklanma dönemindeki stoma iletkenliği ve fotosentez hızı gibi fizyolojik

özelliklerin biyolojik verim, birim alanda dane sayısı, başakta dane sayısı, çiçeklenme süresi, fizyolojik olgunlaşma süresi, toprağı kaplama hızı (çiçeklenmede) gibi morfolojik özellikler ile verim arasında önemli pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Reynolds ve ark. 2001).

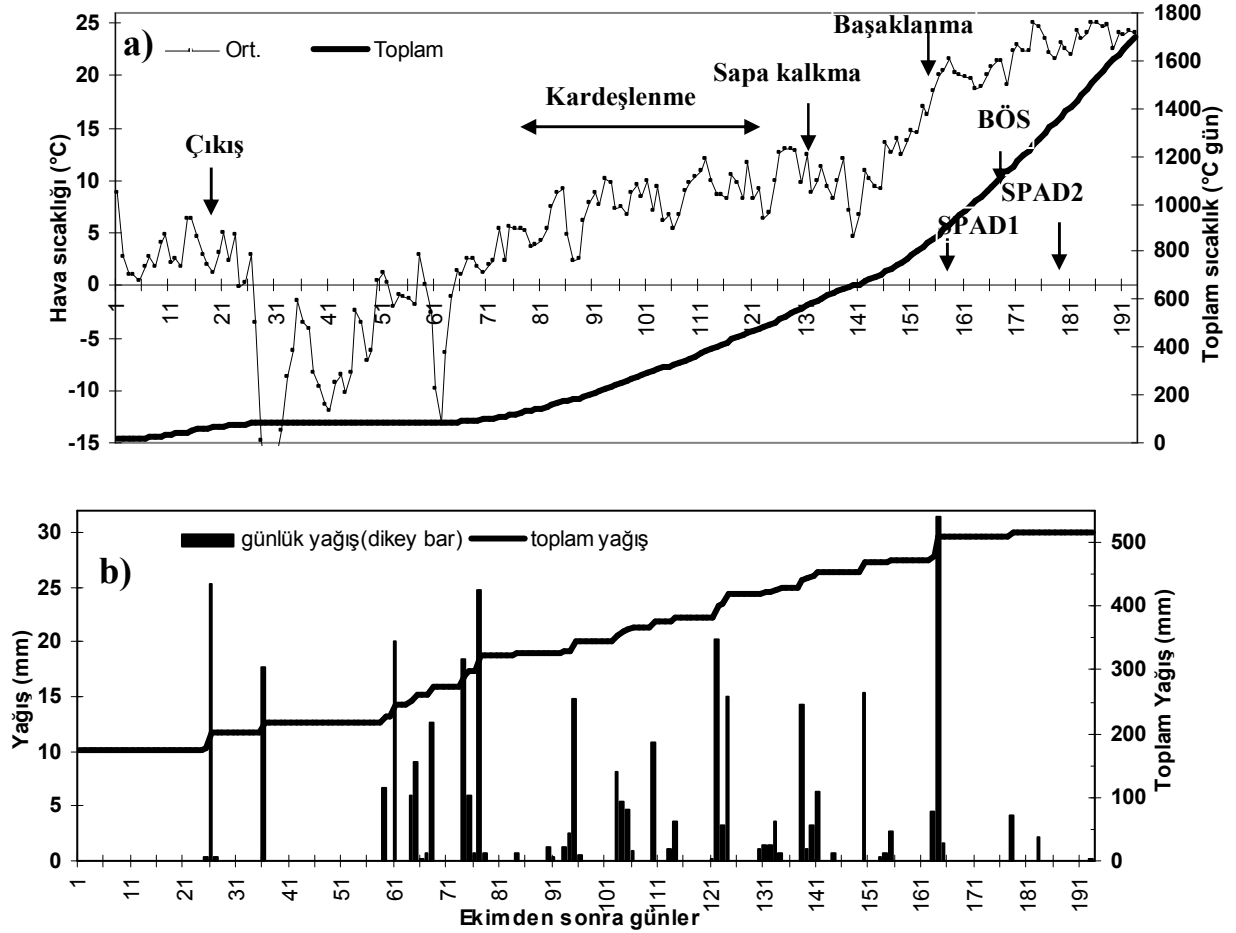
Fotosentez, stoma iletkenliği, suyun taşınması vb bitkideki birçok fizyolojik süreç sonucunda ortaya çıkan BÖS'nin sıcak ve kurak (Rashid ve ark., 1999) koşullarda verimle yüksek ilişkili olması, kalıtım derecesinin yüksek ve erken kuşaklarda seleksiyona uygun olması özelliğinden dolayı buğday ıslah çalışmaları aranan bir özellik olarak görölmektedir.

Yaprakların toplam klorofil miktarını temsil eden ve SPAD 502 cihazıyla ölçölen klorofil metre değerleri; yeni nesil Meksika ekmeklik buğday çeşitlerinde çevre ve çeşitlere göre değişkenlik göstermesine karşın, net fotosentez hızı ile ilişki bulunmuş, makarnalık buğdaylarda ise hem fotosentez hızı hem de verimdeki artışla ilişki bulunmuştur (Fisher ve ark. 1998). Kışık buğdaylarda tane verimi ile SPAD değerleri arasında hem başaklanma (Bavec ve Bavec, 2001) hem de tane dolun döneminde (Jiang ve ark., 2004) önemli ve olumlu ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca düşük azot koşullarında SPAD değerleri tane verimini ve protein miktarını tahminlemede başarıyla kullanılmıştır (Dabaeke ve ark., 2006). Ekmeklik buğdaylarda bitki ışık yansıtma özelliğinin ıslahta seleksiyon unsuru olarak kullanılabilirliğini ortaya koyabilmek için, bu özelliğin SPAD ve BÖS arasındaki ilişkilerinin temel değerlendirme unsuru olarak ele alındığı çalışmada; generatif dönemde ortaya çıkan önemli SPAD ve BÖS ilişkilerinin serinleme yeteneği yüksek ve yüksek klorofil içerikli bitki elde edilmesindeki genetik ilerlemeyi artıracağı belirtilmiştir (Babar ve ark., 2006). Son yıllarda buğdayda SPAD (Hede ve ark., 1999; Rharrabi ve ark., 2001) ve BÖS (Reynolds ve ark., 1998; Royo ve ark. 2002) ölçümleri ile başarılı çalışmaları gerçeleştirilmiş olmasına rağmen ülkemiz koşullarında SPAD ve BÖS'nin kullanılabilirliği sınırlı sayıdaki çalışmaları birlikte henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır (Bahar ve ark., 2005; Yıldırım, 2005; Çekiç, 2007).

Bu çalışmaları, üç yerel ve üç güncel makarnalık buğday çeşidi ve bunların 6 x 6 yarım diallel F₁ melez kombinasyonlarında BÖS ve SPAD ile verim ve başlıca tarımsal özelliklerin ilişkilendirilerek ıslahta kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla yürütölmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede üçü ticari (Zenit, Spagetti ve Lavante) ve üçü yerel (Mısırı, Mersiniye ve Menceki) çeşit olmak üzere toplam altı makarnalık buğday çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Altı genotip 2005-2006 buğday yetişme mevsiminde 6x6 yarım diallel düzeninde mezlenerek 15 farklı melez kombinasyonu elde edilmiştir. Anaçlar ve F₁ melezleri



Şekil 1. Diyarbakır'da 2006-2007 buğday yetiştirme mevsiminde a) bazı gelişme dönemleri ve fizyolojik ölçüm zamanları ile sıcaklık ve b) yağış verileri

2006-2007 buğday yetiştirme mevsiminde 3 tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri araştırma tarlasında, 1 Aralık 2006 tarihinde ekilmiştir. Her parsel 15 tek bitkinin bulunduğu, sıra arasının 20 cm ve sıra üzerinin 10 cm olduğu üç sıradan oluşturulmuş, bitkiler üzerine çevre etkisinin eşit dağılımını sağlayabilmek için sıra başına ve sonuna arpa, sıra ortasına ise deneme materyali ekilmiş, her parselin arasına kenar tesiri olarak bir sıra arpa ekilmiştir. Ekimle birlikte m^2 'ye saf halde 6 g N ve P; kardeşlenme döneminin sonuna doğru m^2 'ye saf halde 6 g N üst gübre olarak verilmiştir. Deneme kuru koşullarda yürütülmüştür. Yabancı otlarla elle mücadele yapılmış, yaprak sağlığını korumak amacıyla yaprak bitlerine ve süneye karşı, her iki zararlıda zarar eşikini aşmamış olmasına rağmen başaklanma öncesi dönemde iki kez Deltamethrin etken maddeli insektisit kullanılmıştır.

Denemenin yürütüldüğü buğday yetiştirme mevsimine ait iklim verileri ve bazı gelişme dönemleri Şekil 1'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü aylara göre Diyarbakır için uzun yıllar yağış ortalaması 392.6 mm dir ve deneme yılındaki toplam yağıştan 124.3 mm daha düşüktür. Denemenin yürütüldüğü dönem uzun yıllar ortalama sıcaklıkları ile kıyaslandığında

Aralık ve Ocak aylarında sırasıyla 0.7 ve -5.4 °C ile 1.8 ve 4.2°C olan uzun yıllar ortalamasına göre aşırı soğuk iki ay yaşanmış, Şubat ve Mart ayları mevsim normallerini yansıtmış, Nisan ayı uzun yıllar ortalamasına göre 3.5°C daha serin geçmiş ve Mayıs ayı uzun yıllar ortalamasından 1.3 °C daha sıcak geçmiştir. Deneme yerinin toprağı tınlı bünyeli, tuzsuz (E.C: 1.1mmho cm^{-1}), alkali (pH:7.9), düşük kireçli (%1.64), düşük organik maddeli (%1.44), orta seviyede P'li (14.9 ppm) ve yüksek K'lı (350 ppm) yapıya sahiptir.

İncelenen özelliklerden başaklanma tarihi, ekim tarihi ile parseldeki bitkilerin ana sap başağının bayrak yaprak kınından % 50 oranında çıktığı tarih arasındaki gün sayısı olarak; tane dolun süresi, parseldeki bitkilerin % 50 oranında çiçeklendiği ve tüm bitkilerin %95 oranında sarardığı tarihler arasındaki gün sayısı olarak; tane dolun hızı, bitki ortalama tek tane ağırlığının tane dolun süresine bölünmesiyle $mg\ gün^{-1}$ olarak; bitki boyu, 5 bitkide ana sap boyunun kılçık hariç en üst başakçık ucuna kadar cm olarak ölçülmesiyle, biyolojik verim, parseldeki tüm bitkilerin toprak yüzeyinden kesilip tartılmasıyla $g\ bitki^{-1}$ olarak; verim, biyolojik verim için alınan örneklerin harmanlandıktan sonra tanelerin tartılmasıyla $g\ bitki^{-1}$ olarak; hasat indeksi, biyolojik

verim içinde tane verimi payının % olarak belirlenmesiyle; başak sayısı, parseldeki tüm başaklar sayılıp bitki sayısına bölündükten sonra bitki başına başak adedi olarak; tane sayısı, her parselde ait örneklerden 400 tanenin tartılıp tek bitki verimine oranlanmasıyla tek bitkideki tane sayısı olarak; tane ağırlığı, tartımı yapılan 400 tane ağırlığı üzerinden mg cinsinden tek tane ağırlığı olarak bulunmuştur.

Bitki sıcaklığı, kızılötesi (infrared) termometreyle (Model IRTS-P, Apogee Instrument, Inc., Logan, UT, USA) ölçülmüştür. Ölçümler, Fisher ve ark. (1998)'nin uyguladığı metoda benzer olarak, yatayla 30° açı yapacak şekilde parselin orta kısmında bitki boyunun 50 cm üzerinden, bitkiler Zadoks (1974) gelişme skalasına (GS) göre 72-75 (erken süt olum-süt olum) dönemindeyken, 28 Mayıs tarihinde öğleden önce ve öğleden sonra, 29 Mayıs tarihinde öğleden önce, öğle ve öğleden sonra yapılmıştır. Ölçüm sırasındaki hava sıcaklığından termometreden elde edilen bitki sıcaklığı çıkarılarak literatürde *Canopy Temperature Depression-CTD* olarak ifade edilen (Reynolds ve ark., 2001) bitki örtüsü serinliği (BÖS) elde edilmiştir.

Klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile yapılmıştır. Ölçümler başaklanma (GS 55) ve erken hamur olum (GS80) dönemlerinde olmak üzere parselde rasgele seçilen beş bitkinin ana sap bayrak yaprağında öğleden sonra (14:00-16:00) açık havada yapılmış ve cihazdan okunan değerler SPAD değeri olarak ifade edilmiştir. Diallel analizler ile genel uyum yeteneği (GUY) ve özel uyum yeteneği (ÖUY) tahminleri SAS (1998) istatistik paket programında Zhang ve Kang (1997)'a ait program komutlarıyla Griffing (1956) metot 2'ye göre gerçekleştirilmiştir. Genotipler arasındaki farklılıklar LSD (%5)'ye göre belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Altı yerel ve güncel makarnalık buğday çeşidi ve bunlara ait on beş F₁ melezinde bitki örtüsü serinliği (BÖS) ve klorofil değerlerine (SPAD) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde, BÖS yönünden genotipler arası farklılığın birinci ölçüm gününde (28 Mayıs) hem öğleden önce hem de öğleden sonra önemli bulunduğu görülür. İkinci gün yapılan ölçümlerde ise genotipler arası farklılık öğleden önce yapılan ölçümden öğleden sonra yapılan ölçüme doğru artış göstermiştir. Çizelge 1 tüm BÖS ölçümlerine ait genel (GUY) ve özel (ÖUY) uyum yetenekleri yönünden değerlendirildiğinde, GUY/ÖUY oranının 1'e yakın olması özelliğin hem eklemeli hem de eklemeli olmayan dominant gen etkileriyle yönetildiğini göstermektedir. Genotipler arası farklılık iki farklı dönemde yapılan SPAD ölçümlerinden başaklanma döneminde yapılan ölçümde önemli bulunmuştur. SPAD değeri üzerine ÖUY etkilerinin önemli ve GUY

etkilerinden büyük bulunması eklemeli olmayan genlerin etkili olduğunu göstermektedir.

BÖS değerinin büyük veya artı değerli olması bitkilerin kendilerini iyi serinlettiklerini, tersi durum ise soğutamadıklarını göstermektedir. BÖS ölçüm zamanları kendi aralarında kıyaslandığında bunlardan sadece 29 Mayıs öğle ölçümlerinde bitkilerin hava sıcaklığına oranla kendilerini ancak belirli bir düzeyde serinletebildikleri görülmektedir (Çizelge 2). Buna karşın bir gün önceki ve aynı günün diğer ölçümlerinde ısı birikimi sonucunda elde edilen eksi değerler bitki sıcaklıklarının hava sıcaklıklarından daha yüksek değerlere ulaştığını göstermektedir. BÖS değerleri yerel ve güncel çeşitler bazında değerlendirildiğinde aralarında belirgin bir fark görülmemektedir. Özellikle Mısırı'nın kombinasyona girdiği '1x4', '1x5' ve '1x6' melezlerinin anaç ve melez ortalamalarına oranla daha fazla serinleme yeteneği göstermesi, genetik anlamda serinlemeyi sağlayan sistemlerin bu genotipte mevcut olduğunu göstermektedir (Çizelge 2). Bu genotipe ait GUY yeteneğinin de tüm ölçümlerde pozitif ve üç ölçümde istatistiki anlamda önemli çıkması yukarıda açıkladığımız bulguyu desteklemekte ve ilerleyen kuşaklara aktarılabilceğini göstermektedir (Çizelge 3).

Her iki dönem SPAD ölçümleri kıyaslandığında ikinci ölçümde SPAD değerlerinde artış meydana gelmiştir. Anaçlar ve melezler arasında SPAD değeri yönünden önemli fark görülmemiştir (Çizelge 2). Yerel çeşitlerde SPAD GS55 değerinin güncel çeşitlerden belirgin bir şekilde düşük olduğu görülmektedir. BÖS yönünden güncel çeşitlere üstünlük sağlayan Mısırı yerel çeşidi istatistiki anlamda daha düşük SPAD değerine sahip olmuştur. Ancak geç dönemde yerel ve güncel çeşitler birbirine benzer sonuç vermiştir. SPAD değeri en yüksek çeşit her iki ölçümde de 'Zenit' olmuştur. GUY hiçbir anaçta istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Araştırmada '3x6' mezleğinde SPAD GS55 değeri ve '1x4' mezleğinde SPAD GS80 değeri kendi anaçlarından istatistiki anlamda yüksek bulunarak, yüksek dominant etki ortaya çıkmıştır.

Verim ve diğer bitkisel özelliklere ait varyans analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 4'te incelenen özelliklerde genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu özelliklerin tümünde GUY etkilerine ait kareler ortalamasının önemli bulunması özelliklerin oluşumunda eklemeli gen etkilerinin önemli rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca tane dolum süresi hariç diğer özelliklerde önemli ÖUY etkileri ortaya çıkması eklemeli etkilerin yanı sıra dominant gen etkilerinin de özelliğin oluşumunda etkili olduğunu ortaya koymaktadır. F₁ melezleri incelenen tüm bitkisel özelliklerde ortalama değerler üzerinden anaçlara üstünlük sağlamıştır (Çizelge 5). Anaçlar kendi aralarında değerlendirildiğinde, yerel çeşitlerin biyolojik verimlerinin yüksek ve hasat indekslerinin düşük olduğu (Çizelge 5), diğer özellikler yönünden bu tür önemli farklılıkların

Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları

Çizelge 1. 2006/07 Buğday yetiştirme mevsiminde Diyarbakır koşullarında yerel ve güncel makarnalık buğday çeşitleri ve bunların 6x6 yarım diallel melezlerinde iki farklı günde ve günün farklı zamanlarında ölçülen bitki örtüsü serinliği (BÖS) ve farklı bitki gelişim dönemlerinde ölçülen SPAD değerlerine ait varyans analizleri

Varyasyon kaynakları	Sd	Kareler Ortalaması						SPAD	
		BÖS				SPAD		GS55	GS80
		28 Mayıs GS72-75		29 Mayıs GS72-75		Öğleden önce	Öğle		
Öğleden önce	Öğleden sonra	Öğleden önce	Öğle	Öğleden sonra					
Tekerrür	2	1.06**	0.08	0.37	0.60	1.71**	3.73	38.8**	
Genotipler	20	0.96***	0.62*	0.29	0.54	0.98***	6.27**	8.41	
GUY	5	2.27***	0.57	0.64*	1.50**	1.79***	5.36	0.60	
ÖUY	15	0.53**	0.64*	0.18	0.22	0.70**	6.57**	11.0*	
Hata	40	0.20	0.30	0.19	0.33	0.20	2.59	5.23	

*, **, ***; sırasıyla P<0.05, P<0.01 ve P<0.01 seviyesinde önemli, GUY:Genel Uyum Yeteneği, ÖUY:Özel Uyum Yeteneği, GS55:Başaklanma zamanı, GS80: Erken hamur olum dönemi

Çizelge 2. Yerel ve güncel makarnalık buğday çeşitleri ve bunların 6x6 yarım diallel melezlerinde farklı dönemlerde ölçülen bitki örtüsü serinliği (BÖS) ve SPAD ortalamaları

Anaçlar	BÖS (°C)						SPAD	
	28 Mayıs		29 Mayıs		SPAD		GS55	GS80
	Öğleden önce	Öğleden sonra	Öğleden önce	Öğle	Öğleden sonra			
(1) Mısır	-0.22	-1.04	-1.47	0.27	-0.70	43.5	51.2	
(2) Zenit	-0.93	-0.97	-2.14	-0.78	-0.96	47.9	51.4	
(3) Mersiniye	-1.47	-0.86	-1.43	0.20	-0.19	45.6	48.9	
(4) Spagetti	-1.21	-0.39	-1.77	-0.12	-0.38	47.4	50.4	
(5) Menceki	-1.31	-1.53	-1.64	0.47	-0.66	45.0	51.1	
(6) Lavente	-1.18	-0.46	-1.71	-0.25	0.64	47.2	50.4	
Anaç ortalaması	-1.05	-0.88	-1.69	-0.04	-0.38	46.1	50.6	
F ₁ Melezleri								
1 x 2	0.09	-1.09	-1.64	0.40	-0.51	47.5	48.8	
1 x 3	-1.15	-1.32	-1.26	0.66	-0.53	46.9	50.3	
1 x 4	-0.48	-0.57	-1.39	0.31	0.60	46.7	55.1	
1 x 5	-0.13	-0.35	-1.41	0.92	0.41	46.8	51.7	
1 x 6	-0.09	-0.43	-0.97	0.14	0.47	47.4	49.2	
2 x 3	-0.79	-1.44	-1.73	-0.10	-0.40	45.8	52.5	
2 x 4	-1.74	-1.80	-2.37	-0.08	-1.41	46.6	49.9	
2 x 5	-1.75	-1.68	-1.77	-0.10	-0.58	47.9	51.6	
2 x 6	-0.74	-0.23	-1.70	-0.55	0.86	46.0	50.3	
3 x 4	-1.56	-1.22	-1.93	-0.09	0.04	45.4	52.0	
3 x 5	-1.24	-1.05	-1.83	0.15	-0.25	44.3	48.2	
3 x 6	-0.67	-1.41	-1.86	0.20	-0.05	50.4	53.3	
4 x 5	-1.10	-0.79	-1.37	-0.19	-0.46	47.2	50.3	
4 x 6	-1.61	-1.42	-1.98	-0.73	-0.09	46.9	49.3	
5 x 6	-1.52	-0.93	-1.61	0.36	0.18	45.7	52.7	
F ₁	-0.97	-1.05	-1.65	0.09	-0.12	46.8	51.0	
Ortalamaları								
Genel ortalama	-0.99	-1.00	-1.67	0.05	-0.19	46.6	50.9	
LSD (P>0.05)	0.74	0.89	0.74	0.95	0.73	2.7	3.8	

GS55:Başaklanma zamanı, GS80:erken hamur olum dönemi

Çizelge 3. Denemede anaç olarak kullanılan altı yerel ve güncel makarnalık buğday çeşidinde BÖS ve SPAD değerlerine ait genel uyuşma yeteneği (GUY) tahminleri

Anaçlar	BÖS						SPAD	
	28 Mayıs		29 Mayıs				GS55	GS80
	Öğleden önce	Öğleden sonra	Öğleden önce	Öğle	Öğleden sonra			
Mısırı	0.59**	0.14	0.26***	0.32***	0.05	-0.47	0.17	
Zenit	0.02	-0.15	-0.23***	-0.30***	-0.33***	0.45	-0.04	
Mersiniye	-0.18*	-0.15	0.02	0.11	-0.03	-0.25	-0.25	
Spagetti	-0.25***	0.05	-0.11	-0.17	-0.09	0.19	0.13	
Menceki	-0.18*	-0.11	0.05	0.21*	-0.09	-0.51	0.05	
Lavente	-0.01	0.21*	0.01	-0.18	0.50***	0.58	-0.06	

*,**,***;sırasıyla P<0.05, P<0.01 ve P<0.01 seviyesinde önemli, GS55:Başaklanma zamanı, GS80:Erken hamur olum dönemi, BÖS:Bitki örtüsü serinliği

Çizelge 4. Altı yerel ve güncel makarnalık buğday çeşidi ve melezlerinde verim ve diğer tarımsal özelliklere ait varyans analizi kareler ortalaması değerleri

Varyasyon kaynakları	Sd	Tane dolum		Tane dolum hızı	Boy	Biyolojik verim		Hasat indeksi	Başak sayısı	Tane sayısı	Tane ağırlığı
		Başaklanma	süresi			Verim	Verim				
Tekerrür	2	0.11	0.14	4.5x10 ⁻³	30.9	100.2 **	11.0*	14.2	5.78**	7012.5 **	2.80
Genotipler	20	10.30 ***	2.73 *	6.4x10 ⁻² ***	694.0 ***	111.7 ***	11.7***	54.7 ***	2.74***	6943.1 ***	47.4 ***
GUY	5	25.81 ***	7.45 ***	1.3x10 ⁻¹ ***	1876.7***	258.9 ***	15.3**	166.0***	3.40***	12219.6***	66.7 ***
ÖUY	15	5.12 ***	1.16	4.1x10 ⁻² *	299.7 ***	62.6 **	10.5***	17.5 **	2.52***	5184.3 ***	40.9 *
Hata	40	1.26	1.18	1.8x10 ⁻²	76.2	17.9	3.0	6.2	0.57	1101.6	16.8
VK		0.83	3.92	8.19	7.4	15.0	17.9	7.2	14.8	15.6	8.9

*,**,***;sırasıyla P<0.05, P<0.01 ve P<0.01 seviyesinde önemli

oluşmadığı gözlenmiştir. Yerel çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde, başaklanma süresi, tane dolum süresi, tane dolum hızı, hasat indeksi ve tane ağırlığı özelliklerinde Mısırı ile diğer iki yerel çeşit arasında önemli farklar oluşmuştur. Yerel çeşitlerdeki bitkideki tane sayısı ve tane ağırlığının güncel çeşitlere göre yüksek olması, yerel çeşitlerden faydalanmada kullanılacak en önemli iki özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Mersiniye ve Menceki'nin yüksek tane dolum hızı da ıslahta kullanılabilir nitelikte görülmüştür.

Çizelge 5'teki özellikler yönünden melezlerde münferit olarak ebeveynlere oranla belirgin bir gelişme sağlanamamıştır. '1x4' ve '4x5' melezlerinde tane dolum hız ve süresinin bir arada yüksek olması ıslahta kullanılabilirlik bakımından çok anlamlıdır. Biyolojik verim '1x2', '1x4', '3x4' ve '5x6' gibi yerel x güncel çeşit melezlerinde önemli artış göstermiştir. Yüksek tane verimi elde edilen melezlerde '1x3' melezi hariç diğerlerinin yerel x güncel çeşit melezlerinden oluşması, her iki gruptaki olumlu ve olumsuz özelliklerin uyumlu birleşme göstererek verimi artırma yönünde dengeye oturduklarını göstermektedir. Genel olarak biyolojik verimi ve tane verimi düşük olan melezlerin yüksek hasat indeksine sahip olduğu gözlenirken, '1x4', '1x6', '3x4', '3x6' gibi yerel x güncel çeşit melezlerinde her üç özellik birden yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Birçok melezde tane ağırlığı ve tane veriminin anaçlara oranla önemli seviyede yüksek olması ve bazı melezlerde her

iki özelliğinde yüksek olması mevcut melezlerin ıslahta kullanılma değerini artırmaktadır.

Korelasyon analizlerine göre, BÖS ile SPAD değerleri arasında önemli ilişki bulunamamıştır (Çizelge 6). BÖS ölçümleri arasında önemli ilişkiler bulunurken, SPAD ölçümleri arasında ilişki ortaya çıkmamıştır. 29 Mayıs BÖS Öğle ölçümleri genel olarak tane dolum hızı, bitki boyu, tane ağırlığı ve biyolojik verim ile olumlu ve önemli, tane verimi ile olumlu ilişki göstermiştir. SPAD GS55 ölçümü ile erkencilik, tane verimi ve başak sayısı arasında önemli ilişki bulunmuştur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Genel anlamda güncel çeşitlerin yerel çeşitlerden biraz daha yüksek SPAD değerine sahip olması, ele alınan çeşitlerin ıslah sürecinde koyu renkli yaprağa sahip hatların seçimine önem verilmesinden veya verime dayalı seleksiyonda yüksek klorofil içeriğine sahip hatların verim potansiyelinin yüksek olmasından kaynaklanabilir. Ölçüm anındaki ortalama sıcaklıkların farklı olmasına rağmen (birinci gün sırasıyla, 27.9 ve 32.6 °C, ve ikinci gün sırasıyla 26.2, 30.9 ve 30.2 °C), genel olarak BÖS ölçümleri arasındaki ilişkilerin korelasyon analizlerine göre önemli ve olumlu yönde olması sıcak stresine karşı genotip tepkilerinin farklı sıcaklıklarda da benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir (Çizelge 6). Bu çalışmada 29 Mayıs'ta yapılan BÖS ölçümleri ile verim arasında bulunan önemli ilişki, Reynolds ve ark.

(1994b) tarafından çok sayıda çevrede yürütülen çalışmada da ortaya konmuş ve ayrıca sonraki çalışmalarda (Reynolds ve ark., 1998) ıslah hatlarında BÖS ye dayalı seleksiyonlarda verim yönünden genetik ilerleme sağlandığı belirtilmiştir. Tane verimi ile tane dolun döneminde ölçülen BÖS arasında önemli ilişki bulunması, bu yöntemin büyük masraf gerektiren lokasyonlu verim denemelerine geçilmeden önce yapılacak ön tarama ile genotiplerin fizyolojik potansiyellerini ortaya çıkarmada kullanılabilceğini göstermektedir.

İspanyada 25 makarnalık buğday genotipi ile sulu ve susuz olarak 2 farklı çevrede 3 yıl süre ile yürütülen çalışmada çiçeklenme dönemindeki BÖS yönünden genotipler arasında farklılık oluşmamış, süt olum döneminde ölçülen BÖS de farklılık oluşmuştur (Royo ve ark., 2002). Benzer şekilde çalışmamızda dane büyüme dönemlerinde ölçülen BÖS yönünden genotipler arasında farklılık bulunmuştur. Ayeneh ve ark. (2002) ekmeklik buğdaylarda süt olum döneminde ölçülen BÖS değeri ile verim arasında önemli ilişki bildirirken, bizim çalışmamızda tane büyüme döneminde yapılan beş BÖS ölçümünün sadece biri verimle önemli seviyede ilişkili

bulunmuştur. Çalışmamızda ölçüm günleri ve gün içindeki ölçüm zamanları arasında farklılıklar oluşması BÖS ölçümlerinin anlık ölçüm yapan infrared termo metrenin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. BÖS'nin bitkideki birçok fizyolojik olayın bileşkesi olarak ortaya çıkması nedeniyle farklı günlerde ve gün içindeki ölçümlerde genel ortalama ve genotipler arasında farklılıkların ortaya çıkması normal bir durumdur. Nitekim Balota ve ark. (2007) ekmeklik buğdaylarda 1200 saatlik ortalama göre alınan BÖS değerleri ile verim arasında stabil ilişki bulurken, kısa süreli BÖS ölçümleri ile verim arasında değişken bir ilişki bulunmuşlardır. Ancak uzun süreli ölçümlere dayanan BÖS değerlerinin bitki ıslahında erken açılma kuşaklarında ve çok sayıda hattın değerlendirilmesinde kullanılması uygulanabilirlik ve yüksek masraf yönünden mümkün görülmemektedir. Bu durumda anlık ölçüm yapan kızıl ötesi termometrelerin kullanılması daha akılcı olacaktır. Bu tür termometrelerle istikrarlı sonuçlar almak için ölçüm yapılabilecek en uygun bitki gelişim dönemlerinin, gün içi ölçüm zamanlarının ve çevre şartlarının ortaya konması gerekmektedir.

Çizelge 5. Altı yerel ve güncel makarnalık buğday çeşidi ve melezlerinde verim ve diğer tarımsal özelliklere ait ortalama değerler.

Anaçlar	Başak lanma (gün)	Tane dolun süresi (gün)	Tane dolun hızı (mg gün ⁻¹)	Boy (cm)	Biyolojik verim (g bitki ⁻¹)	Verim (g bitki ⁻¹)	Hasat indeksi (%)	Başak sayısı (adet bitki ⁻¹)	Tane sayısı (adet bitki ⁻¹)	Tane ağırlığı (mg)
(1)Mısırı	133	28.3	1.47	128.3	29.9	9.81	32.7	5.8	212.0	41.7
(2)Zenit	135	27.3	1.49	99.2	20.6	7.45	36.4	4.9	162.7	40.8
(3)Mersiniye	138	25.0	1.86	129.7	34.9	10.30	29.5	5.3	198.3	46.5
(4)Spagetti	132	28.0	1.49	114.0	19.5	7.45	38.4	4.4	196.6	41.8
(5)Menceki	138	27.7	1.74	132.0	27.7	7.89	28.7	4.5	163.5	48.2
(6)Lavente	137	26.7	1.54	94.7	24.7	8.85	36.2	4.7	215.1	41.0
Anaç Ort.	136	27.2	1.60	116.3	26.2	8.62	33.7	4.9	191.4	43.3
F ₁ melezleri										
1 x 2	135	27.7	1.68	129.2	32.6	11.29	34.7	6.8	263.0	46.5
1 x 3	136	27.0	1.77	134.0	37.7	12.39	32.6	5.9	271.9	47.9
1 x 4	134	29.0	1.63	117.3	37.0	14.63	37.5	7.0	342.2	47.3
1 x 5	136	28.3	1.77	123.0	29.7	8.70	29.2	4.3	179.8	50.2
1 x 6	133	28.3	1.62	120.2	29.0	10.93	38.0	5.7	252.7	45.8
2 x 3	135	28.0	1.83	125.8	24.1	8.22	34.4	3.7	161.5	51.2
2 x 4	134	28.0	1.60	96.5	20.5	8.35	40.8	4.2	175.3	44.7
2 x 5	136	27.7	1.81	113.8	27.2	10.17	37.7	4.7	190.6	50.2
2 x 6	134	28.7	1.56	89.8	19.0	7.98	42.1	3.9	176.2	44.8
3 x 4	136	26.7	1.58	126.3	34.7	12.83	36.9	5.9	261.0	42.3
3 x 5	138	26.7	1.66	131.7	29.9	8.30	27.6	4.9	193.0	44.2
3 x 6	134	26.7	1.71	119.3	33.1	11.69	35.1	4.9	254.7	45.7
4 x 5	135	28.7	1.87	126.2	26.7	7.67	28.8	4.5	143.4	53.5
4 x 6	132	28.7	1.36	94.3	20.1	8.02	39.7	4.3	225.7	39.0
5 x 6	133	28.0	1.84	127.7	36.0	11.56	32.0	6.5	223.5	51.5
F ₁ Ort.	135	27.9	1.69	118.3	29.2	10.18	35.1	5.2	221.0	47.0
LSD (P>0.05)	1.9	1.8	0.23	14.4	6.98	2.86	4.12	1.3	54.8	6.8

Çizelge 6 Altı yerel ve güncel makarnalık buğday çeşidi ve melezlerinde BÖS, SPAD ve tarımsal özelliklere ait korelasyon katsayıları

	BÖS 28Mayıs Öğle S	BÖS 29Mayıs Öğle Ö	BÖS 29Mayıs Öğle S	BÖS 29Mayıs Öğle S	SPAD GS55	SPAD GS80	Başak lanma	Tane dolun süresi	Tane dolun hızı	Boy	Biyolojik verim	Verim	Hasat indeksi	Başak sayısı	Tane sayısı	Tane ağırlığı
BÖS 28 Öğle Ö	0.47**	0.49**	0.24	0.18	0.15	0.13	-0.20	0.17	0.06	0.13	0.02	0.04	-0.01	0.01	-0.05	0.13
BÖS 28 Öğle S		0.44**	0.20	0.55**	0.07	-0.07	-0.09	0.04	0.04	0.04	-0.01	-0.03	-0.01	-0.07	-0.07	0.05
BÖS 29 Öğle Ö			0.35**	0.21	0.08	0.02	-0.04	0.07	0.39**	0.22	0.18	0.13	-0.13	0.05	-0.03	0.40**
BÖS 28 Öğle S				0.20	0.01	-0.01	0.20	-0.01	0.29*	0.41**	0.38**	0.22	-0.36**	0.20	0.11	0.28*
BÖS 28 Öğle S					0.08	-0.04	-0.08	0.16	-0.01	0.01	0.21	0.25*	0.03	0.15	0.20	0.06
SPAD GS55						0.04	-0.37**	0.09	0.08	-0.09	0.16	0.26*	0.18	0.28*	0.16	0.12
SPAD GS75							-0.07	0.08	0.09	0.04	-0.01	0.08	0.08	0.05	0.06	0.13

*P<0.05, **P<0.01 and ***P<0.001

SPAD değeri yönünden genotipler arasında elde edilen değişim (GS 55: 43.5-50.4 ve GS80: 48.2-55.1, Çizelge 2) Giunta ve ark., (2002) nin makarnalık buğdaylarda bildirdiği değişimden (42.5-50.6) 2 birim düşük olmasına rağmen, Gutierrez-Rodriguez ve ark. (2000) tarafından bildirilen değişimden (37.0-42.8) 1 birim daha yüksek bulunmuştur. Genotipler arasında geniş varyasyonun yanı sıra, her genotipin klorofil içeriğinin gelişim dönemlerine göre değişebilmesi, '1x 4' nolu melez örneğinde olduğu gibi düşük klorofil içeriğine sahip bir genotipin bitkinin ileri yaşlarında klorofil içeriğinin artması, genotipler arasındaki varyasyonda genotip sıralamasının da değişebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle seleksiyonun tek ölçüm döneminde değil de birden fazla dönemde yapılması yararlı olacaktır. Bizim çalışmamızda GS55 SPAD ölçümleri ile verim arasında önemli ilişki

bulunması, farklı populasyonlardaki bireylerin çoğunluğunun sağlıklı değerlendirilebilmesi bakımından başaklanma döneminde bu özellik yönünden yapılacak seleksiyonun daha etkili olacağını göstermektedir.

BÖS ve SPAD ölçümleri ile bitki verimi arasında önemli ilişkilerin bulunması çalışmada yer alan melez kombinasyonlarının sıcağa dayanıklılık yönünden seleksiyon için gerekli genetik yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak BÖS ve SPAD'ın verim ile ilişkisinin daha iyi belirlenebilmesi ve ıslahta seleksiyon kriteri olarak kullanılabilmesi için farklı stres koşullarında ve farklı bitki gelişim dönemlerinde ek çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Amthor, J.S., 2001. Effects of atmospheric CO₂ concentration on wheat yield: review of results from experiments using various approaches to control CO₂ concentration. *Field Crops Research*, 73: 1-34.
- Aquino, P., Carrion, F., Calvo, R., 1999. Selected Wheat Statistics. CIMMYT 1998-99 World Wheat Facts and Trends. *Global Wheat Research in a Changing World*:

- Challenges and Achievements. (Editör: Pingali, P.L.) Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Anonim, 2007. 2007 yılı hububat raporu. TMO.
- Ayeneh, A., Van Ginkel, M., Reynolds, M.P., Ammar, K., 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. *Field Crops Research*, 79: 173-184.
- Babar, M.A., Reynolds, M.P., van Ginkel, M., Klatt, A.R., Raun, W.R., Stone, M.L., 2006. Spectral Reflectance to Estimate Genetic Variation for In-Season Biomass, Leaf Chlorophyll, and Canopy Temperature in Wheat. *Crop Sci.*, 46:1046-1057.
- Bahar, B., 2004. Çukurova taban ve kıraç koşullarında bazı ekmeçlik ve makarnalık buğday genotiplerinde stoma iletkenliği ve yaprak özellikleri ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler üzerine bir araştırma. Doktora tezi. C. U. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. A.B.D., Adana.
- Bahar, B., Barutçular, C., Yıldırım, M., Genç, İ., 2005. Buğdayda Bitki Topluluğu Sıcaklığı Düşüşünün Verim ve Verim Unsurları ile İlişkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II. S, 665-668. 5-9 Eylül, Antalya.
- Balota, B., Payne, W.A., Evett, S.R., Lazar, M.D., 2007. Canopy Temperature Depression Sampling to Assess Grain Yield and Genotypic Differentiation in Winter Wheat. *Crop Science. Res.*, 47:1518-1529.
- Barutçular, C., Koç, M., Tiryakioğlu, M., Yazar, A., 2006. Trends in performance of Turkish durum wheats derived from the International Maize and Wheat Improvement Center in an irrigated West Asian and North African Environment. *Journal of Agricultural Science. Res.*, 144(4):317-326.
- Bavec, F., Bavec, M., 2001. Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. *Commun. Soil Sci. Plant Anal. Res.*, 32: 2709-2719.
- Cornish, P.S., Murray, G.M., 1989. Low rainfall rarely limits wheat yields in southern New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture. Res.*, 29: 77-83.
- Curtis, B.C. 2002. Wheat in the world. Bread wheat improvement and production. (Editorler: Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson, H. G.). FAO Plant Production and Protection Series. No. 30. Rome.
- Çekiç, C., 2007. Kurağa dayanıklı buğday (*Triticum aestivum* L.) ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi.

- Ankara.Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. Anabilim.Dalı Ankara.
- Debaeke, P., Rouet, P., Justes, E., 2006. Relationship between the normalized SPAD index and the nitrogen nutrition index: application to durum wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 29: 75-92.
- Donmez, E., Sears, R.G., Shroyer, J.P., Paulsen, G.M., 2001. Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the great plains. *Crop Sci. Res.*, 41:1412-1419.
- Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z.M., Condon, A.G., Larque-Saavedra, A., 1998. Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.*, 38: 1467-1475.
- French, R.J. Schultz, J.E., 1984. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. The relationship between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research.*, 35: 743-64.
- Giunta, F., Motzo, R., Deidda, M., 2002. SPAD readings and associated leaf traits in durum wheat, barley and triticale cultivars. *Euphytica*, 125: 197-205.
- Griffing, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci. Res.*, 9: 463-493.
- Gutierrez-Rodriguez, M., Reynolds, M.P., Larqué-Saavedra, A., 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment II. Traits associated with genetic gains in yield. *Field Crops Res.*, 66: 51-62.
- Hede, A.R., Skovmand, B., Reynolds, M.P., Crossa, J., Vilhelmsen, A.L., Stolen, O., 1999. Evaluating genetic diversity for heat tolerance traits in Mexican wheat landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution. Res.*, 46: 37-45.
- Jackson, P., Robertson, M., Cooper, M., Hammer, G., 1996. The role of physiological understanding in plant breeding, from a breeding perspective. *Field Crops Res.*, 49: 11-37.
- Jiang, D., Dai, T., Jing, G., Cao, W., Zhou, G., Zhao, H., Fan, X., 2004. Effects of long-term fertilization on leaf photosynthetic characteristics and grain yield in winter wheat. *Photosynthetica*, 42: 439-446.
- Koç, M., Barutcular, C., Genc, İ., 2003. Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean Environment. *Crop Science*; 43, 6; p: 2089-2097.
- Koç, M., Barutcular, C., 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.
- Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., Mustafa, T., 1999. Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *J. Agronomy and Crop Science. Res.*, 182:231-237.
- Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I., Fischer, R.A., 1994a. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot irrigated conditions. *Aust. J. Plant Physiol. Res.*, 21:717-730.
- Reynolds, M.P., Acevedo, E., Sayre, K.D., Fischer, R.A., 1994b. Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype. *Field Crops. Res.*, 37: 149-160.
- Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larque-Saavedra, A., Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica. Res.*, 100: 85-94.
- Reynolds, M.P., Nagarajan, S., Razzaque, M.A., Ageeb, O.A.A. 2001. Heat tolerance. Application of physiology in wheat breeding. (Editörler: M.P. Reynolds, I. Ortiz-Monasterio., A. McNab). Mexico, DF, CIMMYT.
- Rharrabti, Y., Villegas, D., Garcia Del Moral, D.F., Aparicio, N., Elhani, S., Royo, C., 2001. Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *Plant Breeding Res.*, 120, 381-388.
- Royo, C., Villegas, D., Garcia del Moral, L.F., Elhani, S., Aparicio, N., Rharrabti, Y., Araus, J.L., 2002. Comparative performance of carbon isotope discrimination and canopy temperature depression as predictors of genotype differences in durum wheat yield in Spain. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53:561-569.
- SAS Institute Inc., 1998. SAS/STAT user's guide, Version 8. Cary, NC.
- Soltani, A., Galeshi, S., 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research*, 77:17-30.
- Steiner, J.L., Smith, R.C.G., Meyer, W.S., Adeney, J.A., 1985. Water use, foliage temperature and yield of irrigated wheat in south-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 36:1-11.
- Toklu, F., Genç, İ., Yağbasanlar, T., Özkan, H., Yıldırım, M. 2001. Çukurova Koşullarında Son 21 Yıllık Dönemde (1980-2000) Yetiştirilen Ticari Ekmeklik Buğday Çeşitleri ve Seleksiyon Hatlarında Verim Potansiyelindeki Değişimin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ.
- White, J.W., Reynolds, M.P. 2003. A Physiological Perspective on Modeling Temperature Response in Wheat and Maize Crops. In White, J.W Modeling Temperature Response in Wheat and Maize. Proceedings of a Workshop, CIMMYT, El Batán, Mexico, 23-25 April 2001.
- Yıldırım, M., 2005. Seçilmiş altı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) diallel F₁ melez döllerinde bazı tarımsal ve fizyolojik kalite karakterlerinin kalıtımı üzerinde bir araştırma. Doktora tezi. Cukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Tarla Bit. Anabilim Dalı Adana.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weeds Res.*, 14: 415-412.
- Zhang, Y., Kang, M.S., 1997. Diallel-SAS: A SAS program for Griffing's diallel analyses. *Agron. J. Res.*, 89:176-