

Ekmeklik Buğdayda Sulu Koşullarda Verim ve Kalite İçin Seleksiyon Üzerine Genotip x Lokasyon İnteraksiyonunun Etkisi

Metin ALTINBAŞ¹, Muzaffer TOSUN¹, Emre İLKER²

Öz: Ekmeklik buğdayda sulu koşullarda yapılacak seleksiyon üzerine genotip x lokasyon interaksiyonunun etkisini belirlemek amacıyla 24 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotipi 2004-2005 üretim döneminde İzmir ili Bornova lokasyonunda kuru koşullarda ve Aydın lokasyonunda sulu koşullarda yürütülen iki denemede bazı verim ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmiştir. Lokasyonlar üzerinden birleştirilmiş varyans analizleri tane verimi ve başakta tane sayısı dışındaki özellikler için genotip x lokasyon (sulama) interaksiyonunun önemli olduğunu göstermiştir. m²'de başak sayısı, sedimantasyon değeri ve düşme sayısı bakımından genotipik varyanstan daha büyük genotip x lokasyon interaksiyonu varyans tahminleri elde edilmiştir. Her özellik için sulu koşullardaki (Aydın lokasyonu) verilerin kullanıldığı lokasyon içi varyans öğeleri analizine göre diğerlerine oranla düşme sayısı ve sedimentasyon değeri için daha yüksek; birleştirilmiş analizde genotip x lokasyon interaksiyonu varyansları görece az olan tane verimi ve protein oranı için de daha düşük genetik ilerleme değerleri tahmin edilmiştir. İncelenen buğday populasyonunda verim ve kalite için sulu koşullarda yapılacak bir seleksiyondan beklenen genetik kazançların belirli bir kısmının eş zamanlı olarak sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, genotip x lokasyon interaksiyonu, sulu koşullar, verim ve kalite, genetik ilerleme

Implication of Genotype x Location Interaction on Selection for Bread Wheat Yield and Quality in Irrigated Environment

Abstract: The 24 bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes were grown in two experiments conducted at Bornova location in İzmir under rainfed conditions and Aydın location under irrigated conditions during 2004-2005 cropping season to

¹ Prof. Dr., Ege Ünivresitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü 35100 Bornova-İzmir e-mail: metin.altinbas@ege.edu.tr

² Dr., Ege Ünivresitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü 35100 Bornova-İzmir

evaluate the impact of genotype x location interaction on selection for some yield and quality traits under irrigated conditions. The combined analysis of variance across two locations indicated that genotype x location (irrigation) interaction was significant for all the traits except grain yield and the number of grains per spike. The estimates of variance due to genotype x location interaction were larger than genotypic variances for the number of spikes/m², sedimentation value and falling number. The higher expected genetic advances for falling number and sedimentation value were estimated as compared to the other traits using the data from irrigated environment (Aydin location) in order to analyze within location for each trait while the lower estimates of genetic gain were obtained for grain yield and protein concentration which the genotype x location interaction variances were relatively small in the combined analysis. Based on these results, it appears that the some part of expected gains from selection practiced under irrigated conditions for grain yield and quality in the wheat population studied can be simultaneously realized.

Key words: Bread wheat, genotype x location interaction, irrigated conditions, yield and quality, genetic advance.

Giriş

Büyük bir çoğunlukla kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü Ege Bölgesinde buğday tarımı benzer ekolojiye sahip diğer bölgelerde olduğu gibi (Çölkesen ve ark. 1994) kuru (doğal yağış) koşullarda gerçekleştirilmektedir. Ancak Akdeniz iklim koşullarında yetiştirilen buğdaylarda özellikle büyüme ve gelişmenin tane doldurma devresine denk gelen geç dönem kuraklığına maruz kalma söz konusu olabilmektedir (Calhoun ve ark. 1994, Koç ve ark. 1994). Buğdayda tane bağlama dönemindeki su yetersizliği tane ağırlığını azaltarak verimin düşmesine neden olduğu için hangi iklim kuşağında olursa olsun yağış eksikliğini giderici destek sulamaların yapılarak üretimin artırılması gerekmektedir (Korukçu ve Arıcı, 1987).

Ege Bölgesinde sürekli pamuk tarımı yapılan yaklaşık 200 bin ha alanda bazen zorunlu olarak uygulanan ekim nöbetinde buğdaya yer verilmekte ve mevcut sistemlerden yararlanılarak sulama yapılabilmektedir (Akdemir ve ark. 2003). Diğer pamuk üretim bölgelerinde olduğu gibi (Akıncı ve ark. 2001), son zamanlarda pamuk fiyatlarının düşük, buna karşın üretim maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle de sulu koşullarda buğday tarımı üreticiler için gittikçe önem kazanmaktadır. Bölgede sulama olanaklarının bulunduğu pamuk tarım alanlarında sulu koşullarda yapılan buğday üretimlerinde büyük ölçüde doğal yağış koşullarında yüksek verim için geliştirilmiş ve söz konusu koşullara adapte olmuş yazlık karakterdeki ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmaktadır (Yüce ve ark. 2001; Aydemir ve ark. 2001; Lillemo ve ark. 2004). Bununla birlikte, sulu koşullarda gerçekleştirilen

üretimlerde bazı buğday genotiplerinde sulamanın verim üzerindeki etkisinin farklı olmasından kaynaklanan olası genotip x çevre (sulama) interaksyonları nedeniyle performans sıralamaları değişebilmektedir.

Yüce ve ark. (2001), Ege Bölgesinde Büyük Menderes Havzasında yer alan Aydın lokasyonunda sulu ve sahil kuşağını temsil eden İzmir ilindeki Bornova ve Menemen lokasyonlarında denedikleri dört ekmeklik buğday çeşidi ile 19 ileri ıslah hattından oluşan populasyonda verim, bin tane ağırlığı ve bitki boyu için çeşit x yer interaksyonlarını önemli bulmuşlardır. Araştırmacılar, Bornova koşullarında verim bakımından alt sıralarda yer alan üç genotipin lokasyonlar üzerinden yapılan birleşik analizde üst verim grubuna girdiğini bildirmişlerdir. Daha önce de Çukurova'da kuru ve Harran ovasında sulu koşullarda yetiştirilen 10 ekmeklik buğday çeşidinin değerlendirildiği bir çalışmada (Çölkesen ve ark. 1994), Çukurova'da yürütülen denemede en yüksek verim grubunda sadece bir çeşidin yer almasına karşın Harran ovası koşullarında üç çeşidin en fazla tane verimine sahip oldukları belirlenmiştir. Keser ve Ekingen (1994) ise kuru veya sulu koşullar için tescil ettirilmiş bazı kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin tane doldurma sürelerini kuru ve sulu koşullarda karşılaştırmış ve sulu koşullarda bu sürenin kuru koşullara uygun çeşitlerde kısalmasına karşın sulu koşullar için geliştirilmiş çeşitlerde uzadığını saptamışlardır. Aralarında geç dönem kuraklığı ile tam sulama rejimlerinin de yer aldığı dört farklı su rejiminde bazı buğday genotiplerinin verim performanslarını inceleyen Calhoun ve ark. (1994) genotip x su rejimi interaksyonunu önemli bulmuşlardır. Aynı çalışmada, sulu koşullarda yüksek verim eldesi için tam sulama rejiminde söz konusu 32 genotip arasında yapılacak seçimden beklenen genetik kazanç değerleri geç dönem kuraklığındaki seleksiyona oranla daha yüksek düzeyde tahminlenmiştir.

Bu bağlamda, bölgede yetiştirilmekte olan mevcut çeşitlerin kuru koşullardaki performanslarına göre yapılacak bir seleksiyonun olası interaksyonlar nedeniyle sulu koşullarda üretim için uygun genotiplerin belirlenmesinde etkili olmayabileceğini söylemek mümkündür. Nitekim üretim faktörlerinin yetersiz (stres) ve yeterli (normal) olduğu çevre koşullarında verim için seleksiyonu teorik olarak inceleyen Rosielle ve Hamblin (1981); genetik varyansın genellikle küçük olduğu stres çevrelerinde yapılacak bir seleksiyonun stres faktörünün bulunmadığı (yeterli su gibi) çevredeki ortalama verimin azalmasına yol açacağı sonucuna varmışlardır. Gerek çeşit x sulama interaksyonunun seleksiyon üzerine etkisinin, gerekse seleksiyona

tepkinin sulamalı ve sulamasız koşullarda incelenen özelliğin kalıtım derecelerine göre değerlendirilmesi gerektiği daha sonra başka araştırmacılarca da ifade edilmiştir (Ud-Din ve ark., 1992; Sneller ve Dombek, 1997). Buna göre genelde genotip x çevre interaksyonlarının varlığında seleksiyondan beklenen kazancın en fazla olacağı doğru çevrenin yada yetiştirme koşullarının belirlenmesinin farklı çevrelerdeki genotipik değişkenliğin ve kalıtım derecelerinin büyüklüğüne bağlı olacağı ortaya çıkmaktadır (Pfeiffer, 1987).

Genotip x çevre interaksyonlarının önemli ve toplam değişkenlik içindeki katkısının yüksek olduğu verim ve diğer tarımsal özellikler söz konusu olduğunda, ilgili bitki populasyonunda seleksiyonun yapılacağı çevre ile, geliştirilecek genotiplerin ticari anlamda üretimlerinin yapılmasının hedeflendiği çevre koşulları arasındaki genetik korelasyonlar çoğunlukla düşük olmaktadır. Bu durum, hedef çevreye benzer çevre koşullarında yapılacak seleksiyondan elde edilecek genetik kazançların olasılıkla daha fazla olacağına işaret etmektedir (Benziger ve ark., 1997). Falconer (1981), iki farklı çevrede ölçümlenen bir özellik bakımından söz konusu çevreler arasındaki genetik korelasyon düşük olduğunda her iki çevrede yüksek performansı belirleyen genlerin bir ölçüde farklı olacağına dikkati çekerek, diğer çevrede çok yüksek bir kalıtım derecesi elde edilmedikçe seleksiyonun bitki populasyonu için öngörülen çevre koşullarında yapılması gerektiğini belirtmiştir. Nitekim, buğday verimi için kalıtım derecelerini sırasıyla 0.60 ile 0.43 olarak tahminledikleri sulu ve kuru koşullarda yürüttükleri iki deneme arasındaki genetik korelasyonu 0.20 düzeyinde belirleyen Ud-Din ve ark. (1992), bunun inceledikleri buğday populasyonunda kuru koşullardaki bir seleksiyondan elde edilecek kazancın sulu koşullarda gerçekleştirilemeyeceğini gösterdiğini vurgulamışlardır.

Ancak genetik korelasyonların düşük olması durumunda bile aynı genotipin iki farklı çevrede verim bakımından en üst sırada yer alması olasılığı bulunmaktadır. Bunun genotip x çevre interaksyonunun ters bir ölçümü olan genetik korelasyonun ortalama bir değer almasından ileri geldiğini ifade eden Atlin ve Frey (1990); genetik korelasyon düşük olduğunda bazı genotiplerin çevre ile çok az interaksyon gösterebileceğine işaret etmişlerdir. Aynı şekilde, 1.0'a yaklaşan bir genetik korelasyon tahmininde de verimlilik düzeyi yüksek ve düşük olan iki çevredeki en verimlilerin farklı genotipler olması olasılığı söz konusudur.

Tosun ve ark. (2006); doğal yağış koşullarında geliştirilmiş bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarından oluşan populasyonda sulu koşullarda üretime uygun genotipleri belirlemek amacıyla yapılacak bir seleksiyonun oransal etkinliğini incelemişlerdir. İzmir ili Bornova lokasyonunda kuru ve Büyük Menderes Havzasını temsil eden Aydın lokasyonunda sulamalı koşullarda 2004-2005 ürün döneminde yürütülen iki denemeden elde edilen sonuçlara göre bazı verim ve kalite özellikleri bakımından kuru koşullarda uygulanacak seleksiyonların sulu koşullarda yüksek performans için yeterli olamayacağı ortaya çıkmıştır. Buna karşın söz konusu özellikler yönünden genotiplerin iki farklı yetiştirme koşulunda elde edilen ortalama değerleri arasında tahminlenen genetik korelasyonlardan bazılarının düşük olmadığı ve bu değerlerin 0.09 ile 0.86 arasında geniş bir aralıkta değiştiği gözlenmiştir. Bu bulgular, değerlendirilen buğday genotipleri arasında sulu koşullarda yapılacak bir seleksiyonda başarının ilgili özelliklerin her birinde genotip x lokasyon (sulama) interaksyonunun büyüklüğüne bağlı olduğunu işaret etmektedir. Anılan bu çalışmada ise sulamanın ortalama etkisi ve bunun genotiplere göre değişip değişmediği yani genotip x lokasyon (sulama) interaksyonunun bulunup bulunmadığı belirlenmemiştir. Çünkü sulu koşullardaki denemede (Aydın) genotiplerin tane doldurma döneminde iki kez yapılan sulamaya tepkilerin değişmesi durumunda bazı genotiplerin diğerlerine oranla sulu koşullarda daha iyi adaptasyon gösterdiği olgusu ortaya çıkmaktadır. Güçlü bir genotip x çevre interaksyonu etkisinin kimi çevrelere özel adaptasyon için seleksiyon olanaklarının bulunduğu işaret etmesi nedeniyle (Dickerson, 1963; Carter ve Boerma, 1979; Sneller ve Dombek, 1997) böyle bir olgu sulu koşullarda yüksek verim ve kalite eldesi için popülasyondaki genotipler arasında yapılacak seleksiyonun etkinliğini arttırabilecektir.

Ege Bölgesinde daha önce gerçekleştirilen ve genelde İzmir lokasyonunda kuru ve Aydın lokasyonunda da sulu koşullarda yetiştirilen değişik ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının yer aldığı denemelerde (Demir ve ark., 1997; Turgut ve ark., 1997; Konak ve ark. 1999; Yüce ve ark., 2001) verim, verim özellikleri ve bazı hastalıklara dayanıklılık yönünden sadece performans değerlendirmeleri yapılmış olup kalite özellikleri hiç incelenmemiştir. Söz konusu araştırmaların bulgularına göre de özellikle verim potansiyelinin yüksek olduğu Büyük Menderes Havzasında daha verimli ve kaliteli çeşitlere gereksinim duyulduğu kaydedilmiştir. Sunulan bu çalışmada, daha önce sulu koşullarda yapılacak doğrudan seleksiyonların daha etkili

olacağıının belirlendiği (Tosun ve ark., 2006) verim ile bazı verim öğeleri ve kalite özelliklerinde; i) genotip x lokasyon (sulama) interaksiyonlarının büyüklüğünün belirlenmesi ve ii) sulu koşullardaki fenotipik ve genetik değişkenlik düzeyini göz önüne alarak elde edilecek seleksiyondan beklenen genetik kazanç tahminlerine göre sulu koşullara özel adaptasyon gösteren genotiplerin seleksiyonunda en etkili ölçüt olabilecek özelliklerin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Meksika'daki Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi (CIMMYT) ile Suriye'de bulunan Uluslararası Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırma Merkezi (ICARDA) tarafından yürütülen Uluslararası Yazlık Buğday Verim Denemeleri programlarından elde edilen ileri kademedeki ekmeklik buğday hatlarının İzmir ili Bornova lokasyonundaki doğal yağış koşullarında gerçekleştirilen denemelerinde yüksek verim yönünde seçilen bazı hatlar ve ticari çeşitlerden oluşan 24 buğday genotipi, çalışmanın genetik materyalini oluşturmuştur (Tosun ve ark., 2006). Söz konusu ekmeklik buğday çeşit ve hatları 2004-2005 üretim döneminde İzmir ili Bornova lokasyonunda sulamasız ve Büyük Menderes Havzasını temsil eden Aydın lokasyonunda sulu koşullarda yürütülen iki ayrı denemede kimi verim ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Her iki lokasyonda dört tekrarlamalı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan denemelerde altı sıradan oluşan parseller, sıra uzunluğu 5 m, sıra arası 20 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak şekilde mibzerle ekilmiştir. 2004 Yılı kasım ayından 2005 yılı haziran ayı da dahil olmak üzere Aydın lokasyonunda aylık ortalama sıcaklık 14.4 °C ve toplam yağış 567,3 mm, Bornova lokasyonunda ise aylık ortalama sıcaklık 14.3 °C, toplam yağış miktarı 518,5 mm olarak gerçekleşmiştir. Aydın lokasyonundaki denemede bitkilerde fenolojik olarak başaklanma sonrası tane doldurma sürecine denk gelen Nisan ve Mayıs aylarında iki kez sulama yapılmıştır. Gerekli gübreleme ve diğer bakım işlemlerini içeren kültürel önlemler önerildikleri şekilde (Kün, 1996) yapılmıştır.

2005 yılı Haziran ayında yapılan hasatlarda iki denemede de her parselin ortasında yer alan 4.0 x 0.8 m²'lik hasat alanından elde edilen tane ürününün tartılarak ağırlığının saptanmasından sonra birim alan başına değere (kg/da) çevrilmesiyle hesaplanan tane veriminin dışında m²'de başak sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, tanede protein oranı, sedimentasyon değeri ve düşme sayısı özellikleri Tosun ve ark. (2006) tarafından açıklandığı şekilde ölçümlenmiştir.

Her bir özellik için iki lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizleri yapılmıştır (Yurtsever, 1984). Kalite tayinlerinde birim analiz maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle üç kalite özelliğine ilişkin istatistik değerlendirmelerde genotip ortalama performansları üç tekrarlama üzerinden hesaplanmıştır. Comstock ve Moll (1963) tarafından önerilen varyans ögeleri (= komponentleri) yöntemi kullanılarak genotip ve genotip x lokasyon (sulama) interaksiyonu varyans tahminleri elde edilmiştir. Genotip sabit (fixed) ve lokasyonun da tesadüfi (= random) etkiler olarak kabul edildiği bu modelde, varyans analizindeki genotip ve genotip x lokasyon interaksiyonuna ilişkin kareler ortalamalarının beklenen değerlerine eşitlenmesiyle elde edilen denklemler her bir varyans ögesi için çözümlenmiştir. Sulu koşullarda yapılacak bir seleksiyonun etkinliğini tahmin edebilmek amacıyla her özellik için Aydın lokasyonundan elde edilen değerlere varyans analizi yapıldıktan sonra beklenen kareler ortalamalarından hesaplanan genotipik varyans ve hata varyansı tahminleri kullanılarak geniş anlamda kalıtım dereceleri (h^2) hesaplanmıştır. Populasyon içinde %20.8 ($k=1.388$, en iyi beş genotip) şiddetinde uygulanacak bir seçimden beklenen genetik ilerleme değerleri ölçüm birimi cinsinden ve genel ortalamanın yüzdesi olarak tahmin edilmiştir (Baker ve ark., 1968). Fenotipik ve genotipik varyansların oransal değerlerini ifade eden fenotipik ve genotipik değişkenlik katsayıları (%) hesaplanmıştır (Boerma ve Cooper, 1975).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

İki lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi sonuçları tane verimi ve başakta tane sayısı dışındaki özellikler için önemli düzeyde genotip x lokasyon (sulama) interaksiyonu etkilerinin söz konusu olduğunu göstermiştir (Çizelge 1).

Tüm özellikler için genotiplere ilişkin kareler ortalamalarının önemliliği ($P<0.01$) etkili bir seleksiyon için genotipler arasında yeterli düzeyde fenotipik farklılıkların bulunduğunu ortaya koymuştur. Önemli genotip x sulama düzeyi interaksiyonlarının bulunması, genotiplerin sulu ve kuru koşullardaki verim performansları arasındaki genetik korelasyonun düşük olabileceğine işaret etmektedir (Sneller ve Dombek, 1997). Genotip x lokasyon interaksiyonunun önemsiz olmasına karşın söz konusu genetik korelasyon daha önce Ud-Din ve ark. (1992)'nin bulgusuna (0.20) benzer şekilde tane verimi için düşük (0.25) düzeyde tahminlenmiştir (Tosun ve ark., 2006). Bu durum Atlin ve Frey (1990)'inde belirttiği gibi; aralarındaki genetik ilişkinin zayıf

Çizelge 1. 2004-2005 ürün döneminde kuru (Bornova) ve sulu (Aydın) koşullarda yetiştirilen 24 ekmeçlik buğday genotipinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerine ilişkin birleştirilmiş varyans analizi sonuçları

| Kaynak | SD | Kareler Ortalaması | | | |
|------------------|----|---------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| | | m ² 'de başak sayısı | Başakta tane sayısı | Başakta tane ağırlığı | Tane verimi |
| Lokasyon (L) | 1 | 1506093.88** | 2.96 | 4.353* | 356126.88** |
| BlokxLokasyonlar | 6 | 4146.27 | 72.13 | 0.211 | 18849.45 |
| Genotip (G) | 23 | 7779.42** | 84.35** | 0.150** | 6863.92** |
| GxL | 23 | 5160.33** | 29.92 | 0.074* | 2307.14 |
| Hata | 13 | 1088.47 | 17.22 | 0.036 | 2726.17 |
| | 8 | | | | |
| CV (%) | | 7.7 | 9.5 | 10.3 | 12.4 |
| | | Protein oranı | Sedimentasyon değeri | Düşme sayısı | |
| Lokasyon (L) | 1 | 1.909** | 4795.56** | 115656.67** | |
| BlokxLokasyonlar | 4 | 0.070 | 18.37 | 4508.93 | |
| Genotip (G) | 23 | 3.483** | 42.43** | 29777.93** | |
| GxL | 23 | 0.236** | 37.26** | 11976.54** | |
| Hata | 92 | 0.089 | 1.77 | 779.54 | |
| CV (%) | | 2.5 | 5.2 | 10.2 | |

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde önemli

olduğu verimlilik düzeyi farklı çevre koşullarından belirli genotiplerin fazla etkilenmemiş olmasından ileri gelebilir. Nitekim, Tosun ve ark. (2006) tarafından benzer hatlarla yürütülen bir çalışmada da aynı hatların (12 ve 14 nolu genotipler) ilk iki sırayı oluşturduğu saptanmış, ayrıca genotip x lokasyon interaksiyonunun önemli olduğu başakta tane ağırlığı (başak başına verim) için sulu ve kuru koşullar arasında yüksek bir genetik korelasyon (0.86) elde edilmiştir. Soya fasulyesi denemelerinde çeşit x sulama interaksiyonunun seleksiyon üzerine etkisini irdeleyen Sneller ve Dombek (1997), sulu ve kuru koşullardaki çeşit ortalamaları arasında tahminlediği 0.56 düzeyindeki ortalama genetik korelasyon değerini göz önüne alarak interaksiyonun olasılıkla sulu koşullarda daha yüksek bir kalıtım değerinin (0.74 ve 0.37) olmasıyla ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Diğer bir araştırmada, başakta tane ağırlığı için tahminlenen geniş anlamda kalıtım dereceleri Aydın lokasyonunda 0.84 olmasına karşın Bornova'da doğal yağış altında çok düşük bulunmuştur (0.20) (Tosun ve ark., 2006). Genotipik değişkenlik düzeyindeki bu farklılığın çalışmamızdaki önemli genotip x lokasyon interaksiyonuna sebep olduğu söylenebilir. İncelenen diğer özellikler arasında genotip x sulama interaksiyonunun önemsiz olduğu başakta tane sayısına ilişkin genetik korelasyon değeri 0.73 olarak tahmin edilirken interaksiyonun önemli olduğu özelliklerde (m²'de başak sayısı, protein oranı, sedimentasyon değeri ve düşme sayısı) 0.11 ile

0.55 arasında değişmiştir (Tosun ve ark., 2006). Bhatt ve Derera (1975), aynı yılda birinde dört sulamanın yapıldığı diğerinin ise doğal yağış koşullarında yetiştirmenin olduğu iki farklı lokasyonda denenen beş çeşit ve 22 hattan oluşan buğday populasyonunda tane protein oranı için genotip x lokasyon interaksiyonunu benzer şekilde önemli bulmuşlardır.

Başakta tane sayısı dışındaki özellikler bakımından iki lokasyonun ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.01$) (Çizelge 1). Aydın lokasyonunda yapılan sulamaların tane verimi, m^2 'de başak sayısı ve başakta tane ağırlığında önemli artışlara neden olurken üç kalite özelliğinde ise azalmalara yol açtığını söylemek mümkündür (Çizelge 2). Ancak her iki lokasyonda en iyi beşer genotipin ortalamaları dikkate alındığında protein oranının hemen hemen eşitlendiği ve düşme sayısında sulu koşullardaki seçilenler ortalamasının (383.6 sn) Bornova lokasyon ortalamasından (302.36 sn) oldukça fazla olduğu görülmektedir.

Calhoun ve ark. (1994)'nin çalışmasında farklı buğday genotiplerini içeren değişik adaptasyon gruplarının ortalaması olarak geç dönem kuraklığına oranla tam sulama koşullarındaki ortalama verim artışı %36.3 olarak gerçekleşirken, Ud-Din ve ark. (1992) da sulamalı denemede kuru koşullardan %52.2 oranında daha fazla verim ortalaması saptamışlardır. Çalışmamızda Aydın lokasyonundaki oransal verim artışı biraz daha düşük düzeyde olup %22.8 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. 2004-2005 ürün döneminde kuru (Bornova) ve sulu (Aydın) koşullarda yetiştirilen 24 ekmeçlik buğday genotipinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerine ilişkin lokasyon ortalamaları (\bar{X}_o), değişim aralıkları ve en yüksek değerli beş genotipin ortalaması (\bar{X}_s)

| Özellik | Bornova | | | Aydın | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
| | \bar{X}_o | Değişim aralığı | \bar{X}_s | \bar{X}_o | Değişim aralığı | \bar{X}_s |
| Tane verimi (kg/da) | 377.2 | 322.7-450.7 | 419.4 | 463.4 | 378.1-522.4 | 512.4 |
| m^2 'de başak sayısı (adet) | 341.1 | 307.2-382.5 | 370.1 | 518.2 | 408.6-627.3 | 587.4 |
| Başakta tane sayısı (adet) | 43.7 | 36.1-53.0 | 48.2 | 44.0 | 38.9-54.5 | 49.8 |
| Başakta tane ağırlığı (g) | 1.7 | 1.5-1.9 | 1.8 | 2.0 | 1.5-2.3 | 2.2 |
| Protein oranı (%) | 11.9 | 10.5-13.0 | 12.9 | 11.7 | 10.3-13.3 | 12.8 |
| Sedimentasyon değeri (ml) | 31.1 | 21.0-40.0 | 37.4 | 19.6 | 16.3-24.3 | 23.1 |
| Düşme sayısı (sn) | 302.3 | 175.6-492.6 | 432.0 | 245.6 | 151.6-460.6 | 383.6 |

Ülkemizin değişik ekolojilerinde yapılan bazı çalışmalarda da (Yıldırım ve ark., 1997; Çetin ve ark., 1999; Şehirali ve ark., 2001) en yüksek tane veriminin süt olum döneminde sulamanın yapıldığı buna karşın en düşük verimin de hiç sulamanın yapılmadığı doğal yağış koşullarında elde edildiği bildirilmiştir.

Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) önemli bir verim ögesi olarak kabul edilen “başakta tane sayısı” (Hsu ve Walton, 1971) incelenen populasyonda stabil bir özellik olarak dikkati çekmiştir. Buna göre Aydın lokasyonundaki verim artışına m²'de başak sayısı ve başakta tane ağırlığında (başak başına verim) gözlenen önemli artışların neden olduğu söylenebilir. Akdeniz iklimine sahip Çukurova bölgesinde 1980-2000 yılları arasında yürütülen değişik verim ve adaptasyon denemelerinde yer alan 18 ekmeçlik buğday genotipinde verim ve bazı verim öğelerindeki değişimi inceleyen Toklu ve ark. (2001), bin tane ağırlığı ve başak verimindeki artışların yanı sıra olasılıkla m²'deki başak sayısında sağlanan artışların da söz konusu süreçte tane veriminde elde edilen artışa katkı sağladığı sonucuna varmışlardır. Tahıl türlerinde sulamanın etkinliğini inceleyen Korukçu ve Arıcı (1997), buğdayda tane bağlama dönemindeki su eksikliğinin tane ağırlığını etkilediğini belirtmişlerdir. Sulu koşullardaki ortalama başakta tane sayısının kuru koşullara göre değişmediği çalışmamızda ölçümlenemeyen bin tane ağırlığı ögesindeki olası artışların başakta tane ağırlığındaki artışa neden olduğu söylenebilir. Nitekim; Koç ve ark. (1994)'da tane büyümesi sırasında ortaya çıkan su stresinin (gerilim) bazı yerli ve ıslah edilmiş ekmeçlik buğday çeşitlerinde en belirgin etkisini tane ağırlığında gösterdiğini, tane sayısında ise önemli değişime neden olmadığını kaydetmişlerdir.

İncelenen özelliklere ilişkin birleştirilmiş varyans analizlerinden tahminlenen varyans öğeleri ve birbirine oranları Çizelge 3'te sunulmuştur. Genotip x lokasyon interaksyonu varyansının m²'de başak sayısı, sedimentasyon değeri ve düşme sayısı özelliklerine ilişkin genotipik varyans tahminlerinden daha büyük olmasına karşın başakta tane sayısı ve protein oranında tersi durum söz konusudur. Tane veriminde genotip x lokasyon interaksyonu için elde edilen negatif değer adı geçen varyans öğesine ilişkin kareler ortalamasının hata kareler ortalamasından düşük olmasından (Çizelge 1) ileri gelmiştir. Quisenberry ve ark. (1980), stres koşullarında pamukta lif verimi için seleksiyon etkinliğini inceledikleri çalışmalarında negatif olarak tahminledikleri genotip x lokasyon interaksyonu varyansı için en mantıklı olanın bunun sıfır olarak varsayılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. 2004-2005 ürün döneminde kuru (Bornova) ve sulu (Aydın) koşullarda yetiştirilen 24 ekmeklik buğday genotipinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerine ilişkin varyans ögeleri tahminleri

| Özellik | Varyans Ögesi | | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|
| | Genotipik Varyans σ_g^2 | Genotip x Lokasyon Varyansı σ_{gL}^2 | Hata Varyansı σ_e^2 | $(\sigma_g^2 + \sigma_{gL}^2) / \sigma_e^2$ |
| Tane verimi | 569.60 | -104.76 | 2726.17 | 0.17 |
| m ² 'de başak sayısı | 327.38 | 1017.96 | 1088.47 | 1.23 |
| Başakta tane sayısı | 6.80 | 3.17 | 17.22 | 0.58 |
| Başakta tane ağırlığı | 0.0095 | 0.0095 | 0.036 | 0.53 |
| Protein oranı | 0.541 | 0.049 | 0.089 | 6.63 |
| Sedimentasyon değeri | 0.862 | 11.83 | 1.766 | 7.19 |
| Düşme sayısı | 2966.90 | 3732.33 | 779.54 | 8.59 |

Buna göre, sulu koşullarda yüksek verim için yapılacak bir seleksiyonda yararlanılabilecek ölçüde genotip x lokasyon interaksiyonu ortaya çıkamadığı ifade edilebilir. Dickerson (1963), belirli bir çevreye özel adaptasyon için seleksiyon söz konusu olduğunda kullanılabilir genetik değişkenliğin genotipik varyans ile genotip x çevre interaksiyonu varyansının toplamından ($\sigma_g^2 + \sigma_{gL}^2$) oluştuğunu göstermiştir. Bu bağlamda, çalışmamızda çevreyi aynı yılda iki lokasyon oluşturduğu için bir ölçüde genetik değişkenliğin önemliliğini ifade edebilecek $(\sigma_g^2 + \sigma_{gL}^2) / \sigma_e^2$ oranı (Baker ve ark., 1968) hesaplanmıştır. Çizelge 3'den, bu oransal değerlerin tane veriminde en düşük ve düşme sayısında da en yüksek düzeyde olduğu görülebilmektedir. Varyanslar toplamının çok büyük çoğunluğunu genotipik varyansın oluşturduğu protein oranının dışında m²'de başak sayısı ve sedimentasyon değeri için de 1.0'dan büyük değerler elde edilmiştir. Hem genotipik varyanstan (σ_g^2) daha büyük genotip x lokasyon interaksiyonu (σ_{gL}^2) varyans tahminleri hem de 1.0'ı aşan oransal değerleriyle m²'de başak sayısı, sedimentasyon değeri ve düşme sayısının sulu koşullarda etkili bir seleksiyon için üzerinde durulması gereken özellikler olabileceği ileri sürülebilir.

Aydın lokasyonunda elde edilen değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ve bunlardan tahminlenen bazı istatistik-genetik parametre tahminleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'de yer almıştır. Genotip x lokasyon interaksiyonunun olası bir seleksiyon programına etkisini daha iyi ortaya

Çizelge 4. 2004-2005 ürün döneminde sulu (Aydın) koşullarda yetiştirilen 24 ekmeklik buğday genotipinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerine ilişkin varyans analiz sonuçları

| Kaynak | SD | Kareler Ortalaması | | | |
|---------|----|---------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | m ² 'de başak sayısı | Başakta başakta sayısı | tane başakta tane | Başakta tane başakta tane |
| Blok | 3 | 3325.78* | 14.33 | 0.084* | 2162.55 |
| Genotip | 23 | 11326.64** | 62.26** | 0.167** | 6061.17** |
| Hata | 69 | 1203.32 | 7.00 | 0.026 | 1906.57 |
| CV (%) | | 6.7 | 6.0 | 8.1 | 9.4 |
| | | Protein oranı | Sedimentasyon değeri | Düşme sayısı | |
| Blok | 2 | 0.075 | 34.12** | 8988.60** | |
| Genotip | 23 | 2.120** | 15.89** | 20690.27** | |
| Hata | 46 | 0.068 | 2.24 | 1182.44 | |
| CV (%) | | 2.2 | 7.6 | 14.0 | |

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 olasılık düzeylerinde önemli

koyabilmek amacıyla yapılan bu lokasyon içi analiz, sulu koşullarda tüm özellikler bakımından genotip performansları arasında önemli farklılıkların ($p < 0.01$) bulunduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Tane verimi dışındaki diğer özelliklere ilişkin geniş anlamda kalıtım dereceleri çok yüksektir (> 0.80). Bununla birlikte, bu özelliklere ait beklenen genetik ilerleme (Gİ) değerleri ise populasyon ortalamasının yüzdesi olarak 9.6 (protein oranı) ile 44.1 (düşme sayısı) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5).

Birbirine çok yakın kalıtım değerlerine sahip özellikler arasında düşme sayısının çok yüksek bir beklenen genetik kazanç tahmini olasılıkla onun diğerlerine oranla çok daha geniş bir fenotipik ve genotipik değişkenlik düzeylerine (sırasıyla %33.8 ve %32.8) sahip olmasından kaynaklanmıştır. Baker ve ark. (1968), buğdayda bazı kalite özellikleri için geniş anlamda kalıtım derecelerini tahminledikleri çalışmalarında kalıtım derecesinin yüksek fakat düşük fenotipik standart sapma nedeniyle beklenen kazancın az olduğu birkaç durumu örneklemiştir. Tam sulama ve geç dönem kuraklığı koşullarındaki tane verimleri için geniş anlamda kalıtım derecelerinin benzer olduğu (sırasıyla 0.77 ve 0.75) bildiren Calhoun ve ark. (1994) da tam sulamalı koşullarda yapılan yetiştirmede fenotipik varyansın daha yüksek olması nedeniyle tam sulama rejiminde yapılacak seleksiyondan beklenen genetik ilerlemenin biraz daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda genotip x lokasyon (sulama) interaksyonu önemsiz olan iki özellikten biri olan tane verimi için en düşük kalıtım derecesi (h^2) ve

Çizelge 5. 2004-2005 ürün döneminde sulu (Aydın) koşullarda yetiştirilen 24 ekmeclik buğday genotipinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerine ilişkin kalıtım derecesi (h^2), değişkenlik katsayıları (DK) ve genetik ilerleme (Gİ) tahminleri

| Özellik | h^2 | Fenotipik DK (%) | Genotipik DK (%) | Beklenen Gİ (birim) | Beklenen Gİ (%) |
|---------------------------------|-------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| Tane verimi | 0.69 | 8.4 | 7.0 | 37.01 | 8.0 |
| m ² 'de başak sayısı | 0.89 | 10.3 | 9.7 | 65.73 | 12.7 |
| Başakta tane sayısı | 0.89 | 9.0 | 8.4 | 4.87 | 11.0 |
| Başakta tane ağırlığı | 0.84 | 10.2 | 9.4 | 0.24 | 11.9 |
| Protein oranı | 0.97 | 7.2 | 5.8 | 1.1 | 9.6 |
| Sedimentasyon değeri | 0.86 | 11.7 | 10.9 | 2.75 | 14.0 |
| Düşme sayısı | 0.94 | 33.8 | 32.8 | 108.34 | 44.1 |

beklenen genetik ilerleme tahminleri elde edilmiştir (sırasıyla 0.69 ve %8.0) (Çizelge 5). Sulu ve kuru koşullarda buğdayın verimi için karşılaştırmalı genetik analizler yapan araştırmacılar Ud-Din ve ark. (1992) sulu koşullardaki geniş anlamda kalıtım derecesini 0.60, Calhoun ve ark. (1994) ise 0.77 olarak tahminlemişlerdir. Yine sulamalı yetiştirmede Ud-Din ve ark. (1992), F₄ kademesindeki 70 hat arasından en iyi üçünün seleksiyonundan bir sonraki generasyonda populasyon ortalamasına göre %9.0 verim artışı elde ederken, Calhoun ve ark. (1994) da beklenen genetik ilerlemeyi aynı koşullarda %13.7 olarak hesaplamışlardır. Diğer taraftan Ud-Din ve ark. (1992) sulu koşullarda populasyonda mevcut genotipik değişkenliğin oransal miktarını açıklayan katsayıyı (GDK) %6.4 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu değer %7.0 düzeyindedir. Adı geçen iki araştırmada da sözü edilen genetik parametreler sulu koşullarda iki yıl yürütülen denemelerin birleştirilmiş analizlerinden elde edilirken bu çalışmada ise sadece bir yetiştirme yılı sonuçları (Aydın lokasyonu) analiz edilmiştir. Bu nedenle genetik parametre değerlerimizin olası genotip x yıl interaksyonundan dolayı olması gerekenden biraz yüksek olabileceğini düşündüğümüzde bulgularımızın Ud-Din ve ark. (1992)'nin sonuçlarıyla daha uyumlu görüldüğü söylenebilir.

Kalıtım derecesinin çok yüksek (0.97) olmasına karşın yeterli düzeyde fenotipik değişkenliğin (%7.2) bulunmadığı tanede protein oranı için beklenen genetik ilerleme yüksek değildir (%9.6). Tane veriminde olduğu gibi protein oranında da genotipik varyans ile karşılaştırıldığında genotip x lokasyon interaksyonu varyansının oransal olarak çok düşük olması (Çizelge 3), sulu koşullara özel adaptasyon bakımından çeşit ve hatlar arasında pek farklılık olmadığı izlenimini vermiştir. Değişik buğday genotiplerini içeren ve her biri

sulamalı koşullarda benzer şekilde yürütülen üç ayrı denemede protein oranına ilişkin kalıtım dereceleri 0.85, 0.83 ve 0.42 olarak tahmin edilmiştir (Bhatt ve Derera, 1975).

Sonuç

Bazı verim ve kalite özellikleri bakımından sulu koşullarda seleksiyon olanaklarının araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen bulgular, hem iki lokasyon üzerinden birleştirilmiş hem de sulamanın yapıldığı lokasyon için yapılan bireysel analiz sonuçlarının birbirini desteklediğini göstermektedir. Genotip x lokasyon (sulama) interaksiyon varyansının genotipik varyanstan değişen oranlarda daha büyük olduğu m²'de başak sayısı, sedimentasyon değeri ve düşme sayısı için sulu koşullarda seleksiyondan beklenen genetik ilerleme değerleri de daha yüksek olmuştur. Özellikle hem genotipik varyansın hem de genotip x lokasyon interaksiyonu varyansının hata varyansından daha büyük olduğu düşme sayısına ilişkin genetik ilerleme değerinin tüm özelliklerden çok daha fazla olması dikkati çekmiştir. İncelenen populasyonda genotip x lokasyon interaksiyonu varyansının görece düşük olduğu tane verimi ve protein oranı bakımından sulu koşullardaki genetik ilerleme tahminlerinin etkili bir seleksiyon için arzulanının altında olduğu açıktır. Elde edilen bulguların ışığında sulu ve kuru koşullarda yapılacak değerlendirmelerde elverişli genotip x sulama interaksiyonlarının oluşacağı buğday populasyonlarında sulu koşullarda daha yüksek verim potansiyeline sahip genotiplerin seçilebileceği yargısına varılabilir. Ekmeklik buğdayda pişme kalitesini gösteren önemli teknolojik özelliklerden biri olan düşme sayısı (Çakmak ve Türker, 1987) bakımından sulu koşullarda (Aydın lokasyonunda) en iyiler sıralamasında ikinci ve üçüncü sırada yer alan iki hattın (14 ve 16 no'lu genotipler, Tosun ve ark., 2006) aynı zamanda yüksek verim için de aynı sıralamaya sahip olmaları (değerler sunulmamıştır) verim ve kalite yönünden sulu koşullarda seleksiyondan sağlanacak genetik kazançların belirli bir kısmının eş zamanlı olarak elde edilebileceğine işaret sayılabilir.

Kaynaklar

- Akdemir, H., A. Gürel ve B. İzci, 2003. Pamuk eğitim Semineri, İzmir.
- Akıncı, C., M. Yıldırım ve N. Sönmez, 2001. Diyarbakır sulu koşullarına uygun ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının belirlenmesi, S. 69-74. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001, Tekirdağ) Bildirileri (Cilt I).
- Atlin, G.N. and K.J. Frey, 1990. Selecting oat lines for yield in low-productivity environments. *Crop Sci.*, 30: 556-561.

- Aydemir, T., A. Barut, K. Yılmaz ve N. Sezer, 2001. 2001 Yılı milli çeşit listesinde yer alan ekmeklik buğdayların bölgeler bazında verim ve kalite yönünden irdelenmesi, S. 37-45. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001, Tekirdağ) Bildirileri (Cilt I).
- Baker, R.J., V.M. Bendelow and M.L. Kaufmann, 1968. Inheritance of and interrelationships among yield and several quality traits in common wheat. *Crop Sci.*, 8: 725-728.
- Benziger, M., F.J. Bertan and H.R. Lafitte, 1997. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci.*, 37: 1103-1109.
- Bhatt, G.M. and N. F. Derera, 1975. Genotype x environment interactions for heritabilities, and correlations among quality traits in wheat. *Euphytica*, 24: 597-604.
- Boerma, H.R. and R.L. Cooper, 1975. Effectiveness of early-generation yield selection of heterogeneous lines in soybeans. *Crop Sci.*, 15: 313-315.
- Calhoun, D.S., G. Gebeyehou, A. Miranda, S. Rajaram and M. Van. Ginkel, 1994. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. *Crop Sci.*, 34: 673-678.
- Carter, Jr. T.E., and H. R. Boerma, 1979. Implications of genotype x planting date and row spacing interactions in double-cropped soybean cultivar development. *Crop Sci.*, 19: 607-610
- Comstock, R.E. and R.H. Moll, 1963. Genotype x environment interactions. :Pages 164-196, in *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Ed. W.D. Hanson and H.F. Robinson NAS-NRC Publ. 982, USA.
- Çakmak, Ü. ve S. Türker, 1987. Türkiye’de adaptasyon ve ıslah çalışmaları yürütülen bazı triticale çeşitlerinin kimi değirmencilik ve kimyasal özellikleri, s. 571-579. Türkiye Tahıl Sempozyumu (6-9 Ekim 1987, Bursa) Bildirileri.
- Çetin, Ö., D. Uygan, H. Boyacı ve K. Öğretir, 1999. Kışlık buğdayda sulama-azot ve bazı önemli iklim özellikleri arasındaki ilişkiler, s. 151-156. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi (15-18 Kasım 1999, Adana) Bildirileri (Cilt I).
- Çölkesen, M., A. Öktem, N. Eren, T. Yağbasanlar ve H. Özkan, 1994. Çukurova ve Harran ovası koşullarına uygun ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin saptanması üzerine bir araştırma, s. 18-21. Tarla Bitkileri Kongresi (25-29 Nisan 1994, İzmir) Bildirileri (Cilt I).
- Demir, İ., İ. Turgut, S. Yüce, C. Konak, C. Sever ve M. Tosun, 1997. Ege Bölgesinde farklı lokasyonlarda yetiştirilen ekmeklik buğdayların verim ve bazı verim öğeleri üzerinde bir araştırma, s. 11-15. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi (22-25 Eylül 1997, Samsun) Bildirileri.
- Dickerson, G.E. 1963. Biological interpretation of the genetic parameters of populations. Pages 95-107, in *Statistical Genetics and Plant Breeding* Ed. W.D. Hanson and H.F. Robinson NAS-NRC Publ. 982, USA.
- Falconer, D.S. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics* 2th ed. Longman Inc., Newyork, pages 340.
- Hsu, P., and P.D. Walton, 1971. Relationships between yield and its components and structures above the flag leaf node in spring wheat. *Crop. Sci.* 11: 190-193.
- Keser, M. ve H.R. Ekingen, 1994. Kışlık buğdayda dane doldurma süresi ve oranı, s. 29-33, Tarla Bitkileri Kongresi (25-29 Nisan 1994, İzmir) Bildirileri (Cilt II).
- Koç, M., İ. Genç ve C. Barutçular, 1994. Dane doldurma döneminde ortaya çıkabilecek kuraklığın bazı yerel ve ıslah edilmiş ekmeklik buğday çeşitlerinde biyolojik verim ve dane verimi üzerine etkisi, s. 40-43. Tarla Bitkileri Kongresi (25-29 Nisan 1994, İzmir) Bildirileri (Cilt I).

- Konak, C., M. Akça ve İ. Turgut, 1999. Aydın ili koşullarına uyumlu buğday çeşitlerinin belirlenmesi, s. 87-90 Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi (15-20 Kasım 1999, Adana) Bildirileri (Cilt I).
- Korukçu, A. ve İ. Arıcı, 1987. Kimi tahıl türlerinde sulamanın etkinliği, s. 201-207. Türkiye Tahıl Sempozyumu (6-9 Ekim 1987, Bursa) Bildirileri.
- Kün, E., 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları, III. Basım) Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 1451, 321 s.
- Lillemo, M., M. Van Ginkel, R.M. Trethowan, E. Hernandez and S. Rajaram, 2004. Associations among international CIMMYT bread wheat yield testing locations in high rainfall areas and their implications for wheat breeding. *Crop Sci.*, 44: 1163-1169.
- Pfeiffer, T.W. 1987. Selection for late-planted soybean yield in full-season and late planted environments. *Crop Sci.*, 27: 963-967.
- Quisenberry, J.E., B. Roark, D.W. Fryrear and R.J. Kohel, 1980. Effectiveness of selection in upland cotton in stress environments. *Crop Sci.*, 20: 450-453.
- Rosielle, A.A. and J. Hamblin, 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, 21: 943-946.
- Sneller, C.H. and D. Dombek, 1997. Use of irrigation in selection for soybean yield potential under drought. *Crop Sci.*, 37: 1141-1147.
- Şehiralı, S., H. Orta, İ. Başer, T. Erdem, Y. Erdem ve Ö. Yorgancılar, 2001. Trakya bölgesinde üretilen ekmeklik buğdayların çeşit-su-verim-kalite ilişkilerinin belirlenmesi, s. 93-98 Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001, Tekirdağ) Bildirileri (Cilt I).
- Toklu, F., İ. Genç, T. Yağbasanlar, H. Özkan ve M. Yıldırım, 2001. Çukurova koşullarında son 21 yıllık dönemde (1980-2000) yetiştirilen ekmeklik buğday çeşitleri ve seleksiyon hatlarında verim potansiyelindeki değişimin belirlenmesi üzerine bir araştırma, s. 53-56 Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001, Tekirdağ) Bildirileri (Cilt I).
- Tosun, M., S. Yüce, A. Erkul ve H. Ege, 2006. Kuru ve sulmuş koşullarda yetiştirilen buğdayın bazı agronomik ve kalite özelliklerinin direkt seleksiyona karşı indirekt seleksiyon etkinliği. *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi* 43(2): 53-62
- Turgut, İ., C. Konak, A. Zeybek, E. Acartürk ve R. Yılmaz, 1997. Büyük Menderes Havzası sulmuş koşullarına uyumlu buğday çeşitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar, s. 520-522. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi (22-25 Eylül 1997, Samsun) Bildirileri.
- Yıldırım, T., M. Olgun, O. Aydoğmuş, Ü. Öztürk ve H. Özcan, 1997. Karasu-90 buğday çeşidinde azotlu gübre dozu, gübre uygulama ve sulama zamanının tespiti üzerine bir araştırma, s. 46-50. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi (22-25 Eylül 1997, Samsun) Bildirileri.
- Ud-Din, N., B.F. Carver and A. C. Clutter, 1992. Genetic analysis and selection for wheat yield in drought-stressed and irrigated environments. *Euphytica*, 62: 89-96.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Toprak ve Gübre Arş. Enst. Yay. No: 121, 623 s.
- Yüce, S., C. Konak, İ. Demir, M. Tosun, İ. Turgut ve R.R. Akçalı, 2001. Ege Bölgesinde bazı ekmeklik çeşit ve hatlarında verim ve kimi özellikler üzerinde araştırmalar, s. 29-35. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001, Tekirdağ) Bildirileri (Cilt I).