

Yumuşak Ekmeklik Buğday (*T. aestivum* L.) Genotiplerinin Bisküvilik Kalitesinin Belirlenmesi için Solvent Tutma Kapasitesi Testlerinin Kullanımı

Using The Solvent Retention Capacity Tests to Determine the Biscuit-Making Quality of Soft Bread Wheat (*T. aestivum* L.) Genotypes

Sultan ERENLER¹, Oğuz BİLGİN^{2*}, Alpay BALKAN³, İsmet BAŞER⁴

Öz

Araştırma, 2014-2015 yetiştirme döneminde Eskişehir İli Hamidiye ve Karabayır lokasyonlarında Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan yumuşak tane yapısına sahip 20 ileri hat ve 4 standart çeşit olmak üzere toplam 24 ekmeklik buğday genotipi ile tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, 20 hat ve 4 standart çeşitte solvent tutma kapasitesi (STK) testleri (sodyum karbonat (%5), sakkaroz (%50), laktik asit (%5) ve distile su) ve gluten performans indeksi (GPI) özellikleri incelenmiştir. STK testleri ve GPI ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre ekmeklik buğday genotiplerinin, lokasyonlar ile interaksiyon ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Lokasyonlar arasındaki varyasyonun boyutu genotip ve interaksiyon varyasyonlarına oranla daha yüksek olması araştırma için seçilen lokasyonlar arasında önemli farklılıklar bulunduğunu ve interaksiyon varyasyonunun oldukça düşük olması da lokasyonların incelenen genotipler için doğru seçildiğini ve sayısının yeterli olduğunu göstermiştir. Yumuşak buğday değirmencilik ve bisküvi kalitesinin belirlenmesinde kullanılan STK testleri için genotip ve lokasyon etkilerinin genotip x lokasyon interaksiyon etkilerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerin laktik asit STK ortalamaları %86.68 ile %112.83 arasında, sakkaroz STK ortalamaları %79.95 ile %89.29 arasında, sodyum karbonat STK ortalamaları %79.52 ile %94.83 arasında ve su STK değerleri %58.18 ile %65.14 arasında değişmiştir. GPI bakımından denemeye alınan genotipler 0.49 ile 0.66 arasında değişen ortalamalara sahip olmuşlardır. Elde edilen STK testleri ve GPI referans değerleri dikkate alındığında BİS-19'un en iyi bisküvilik performansına sahip hat olabileceği belirlenmiştir. BİS-2, BİS-11, BİS-13 ve BİS-16 bisküvilik kalite performansları bakımından ümitvar diğer hatlar olmuştur. Ayrıca BİS-9, BİS-17, BİS-22 ve BİS-8 ise bisküvilik kalitesi yönünden ıslah çalışmalarında değerlendirilebilecek ümitvar hatlar olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak ekmeklik buğday, İleri hat, Solvent tutma kapasitesi, Gluten performans indeksi, Bisküvilik kalitesi

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** ¹Oğuz Bilgin, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: obilgin@nku.edu.tr

² OrcID: 0000-0002-4338-9912

¹ Sultan Erenler, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: sultanerenler@gmail.com

³ OrcID: 0000-0002-0086-5624

³ Alpay Balkan, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: abalkan@nku.edu.tr

⁴ OrcID: 0000-0002-9203-6144

⁴ İsmet Başer, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: ibaser@nku.edu.tr

⁴ OrcID: 0000-0002-9203-6144

Atf/Citation: Erenler, S., Bilgin, O., Balkan, A., Başer, İ. Yumuşak Ekmeklik Buğday (*T. aestivum* L.) Genotiplerinin Bisküvilik Kalitesinin Belirlenmesi için Solvent Tutma Kapasitesi Testlerinin Kullanımı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 296-304.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The study was carried out in randomized block design with 20 advanced lines with soft grain structure by developed Eskişehir Agricultural Research Institute and 4 standard wheat genotypes in Hamidiye and Karabayır locations of Eskişehir Province in the 2014-2015 growing period. The solvent retention capacity (SRC) tests (sodium carbonate (5%), sucrose (50%), lactic acid (5%) and distilled water) and gluten performance index (GPI) were investigated for 20 lines and 4 standard varieties in the study. According to the results of the analysis of variance regarding SRC tests and GPI, the differences between the genotypes, locations and their interaction averages were found to be statistically significant. The fact that the size of the variation between locations is higher than the genotype and interaction variances indicates that there are significant differences between the locations selected for the study, and the low interaction variance shows that the locations are correctly selected for the studied genotypes and their number is sufficient. For SRC tests used in soft wheat milling and biscuit quality determination, it was determined that the genotype and location effects were greater than the genotype x location interaction effects. The mean values of genotypes ranged between 86.68% and 112.83% for lactic acid SRC, 79.95% and 89.29% for sucrose SRC, 79.52% and 94.83% for sodium carbonate SRC and 58.18% to 65.14% for water SRC. The genotypes taken into the study in terms of GPI had averages varying between 0.49 and 0.66. Considering the obtained SRC tests and GPI reference values, it was determined that BİS-19 could be the line with the best biscuit performance. The BİS-2, BİS-11, BİS-13 and BİS-16 were other promising lines for biscuit quality performances. In addition, BİS-9, BİS-17, BİS-22 and BİS-8 have been promising lines that can be evaluated in breeding studies for biscuit quality.

Keywords: Soft bread wheat, Advanced lines, Solvent retention capacity, Gluten performance index, Biscuit quality

1. Giriş

Dünya’da ekim alanı ve üretim miktarı en yüksek tarımsal ürün grubu tahıllardır. Buğday, yulaf ve arpa gibi tahıllar dünya genelinde gıda olarak en fazla kullanılan serin iklim tahıllarıdır (Das ve ark., 2011; Kurt ve Yağdı, 2013). Dünyada üretilen buğdayların ortalama olarak; %92’ si insan gıdası, %1’ i tohumluk ve %7’ si ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. İnsan gıdasını oluşturan %92’lik kısım gerek ülkemizde gerekse dünyada daha çok değirmenlerde öğütülerek un ve irmik halinde ekmek, bisküvi, makarna, chapatti, pide ve kek vb. çok çeşitli gıda maddelerinin ham maddesini oluşturur (Ünal, 1991; Singh ve Khatkar, 2005). Dünya nüfusundaki hızlı artışa karşın gerek duyulan bitkisel üretimin özellikle de buğday üretim düzeyinin iki katına çıkarılması gerekmektedir. Bu artış yetiştirme tekniğinin geliştirilmesi, sulanır tarım alanlarının geliştirilmesi, hastalık ve zararlıların etkin biçimde denetlenmesi ya da yüksek verimli yeni çeşitlerin bulunması ve bunların uygun yetiştirilme yöntemleri ile üretime alınarak sağlanabilir (Başer ve ark., 2005)

Bisküvi ve kek endüstrisi, göreceli olarak küçük buğday kullanıcıları olsa da bunlar büyük katma değerli endüstrilerdir. Dünyada bisküvi pazarı toplam 7,4 milyar dolar civarındadır (Anonim, 2015). Türkiye’nin bu pazardan aldığı pay ise yıllara göre değişmekle birlikte ortalama %3-4 civarındadır. Bu oran bir tarım ülkesi durumundaki Türkiye için çok düşük kalmaktadır. Bisküvi ihracatında dünya pazarında yeteri kadar yer alabilmemiz için ilk etapta kaliteli bir hammaddeye ve bunun sürekli aynı standart kalitede üretilmesine gereksinme vardır. Bu amaçla bisküvi yapımına elverişli buğday çeşitlerinin ekiminin teşvik ve tavsiye edilmesi çok önemlidir (Öztürk ve Özdağ, 1993). Bisküvi sektöründe her geçen gün artmakta olan kaliteli hammaddeyi sağlayacak çeşitlerin geliştirileceği ıslah çalışmalarına ihtiyaç giderek artmaktadır (Karaduman, 2013; Tunca ve ark., 2020).

Islah sürecinde yumuşak buğdayların kalitesini incelemek için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Ancak özellikle genotip x çevre etkilerinin düşük olduğu kalite analizlerine ihtiyaç vardır. Çünkü uygun kontrol çeşitlerinin kullanılmasıyla, üstün genotiplerin seçimi, birkaç yıl ve yerde yürütülecek denemelerle test edilerek gerçekleştirilebilmektedir. Bu testler arasında solvent tutma kapasitesi (STK) testi, onların pişirme ve işleme özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Bu açıdan STK testleri yardımıyla bu tip denemelerde incelenen genotiplerin minimum genotip x çevre etkisi nedeniyle doğru bir şekilde seçilebileceği açıklanmıştır (Guttieri ve ark., 2001; Guttieri ve ark., 2003).

STK testleri az miktarda örnek ile yapılabilen, alet, ekipman ve kimyasallar açısından nispeten daha az emek gerektiren hızlı bir test yöntemi olması nedeniyle daha fazla kullanılmaktadır (Xiao ve ark., 2006; Karaduman 2020). STK testinin bir diğer önemli avantajı da hasat öncesi başak üzerinde çimlenme olduğunda bile yumuşak buğday kalitesini değerlendirmeye imkân vermesidir (Souza ve Guttieri, 2007). STK testi, buğday unundaki hasarlı nişasta, gluten proteini (glutenin ve gliadin) ve arabinoksilan (pentosan) gibi her bir fonksiyonel polimerik bileşenin şişme davranışını ortaya çıkaran bir solvasyon testidir (Kweon ve ark., 2011). Ayrıca, gluten performans indeksi (GPI), buğday unundaki glutenin genel performansını tahmin etmek için genellikle STK testi verileri kullanılarak belirlenir. Bu bilgiler genellikle farklı kimyasal ve fonksiyonel özelliklere sahip sert ve yumuşak buğday unlarını sınıflandırmak için kullanılır. Bu testte, 4 farklı çözücü; laktik asit (gluten karakteristikleri ile ilgili), sakkaroz (pentozan içeriği ve gliadin özellikleri ile ilgili), sodyum karbonat (nişasta zedelenmesi) ve su (4 özellik için) buğday örneğinin fiziksel ve kimyasal durumu hakkında bilgi vermektedir. STK testleri, son derece kalıtsal ve tekrarlanabilir olması yanında yumuşak buğday kalitesinde genetik kazanımlar açısından ıslah materyalinin değerlendirilmesinde güvenilir sonuçlar verdiği için ıslahta seleksiyon parametresi olarak kullanılabilir (Guttieri ve ark., 2001; Walker ve ark., 2008). Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada, yumuşak ekmeklik buğday hatlarının bisküvilik kalite özelliklerinin solvent tutma kapasitesi testleri yoluyla belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş olan yumuşak tane yapısına 20 adet ekmeklik buğday ıleri hattı ve ticari olarak tercih edilen ikisi yerli (Gerek 79 ve Bayraktar 2000) ve ikisi si yurtdışı orijinli (Carisma ve Artico) 4 standart çeşit materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Denemede kullanılan hatlar ve melez numaraları ile standartlar
 Table 1. Lines and their cross numbers and standards used in the study

| Hat No | Melez No | Hat No | Melez No |
|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| BİS-1 | YE16719-0E-0E-0E-10E-0E | BİS-16 | YE16765-0E-0E-0E-1E-0E |
| BİS-2 | YE16756-0E-0E-0E-5E-0E | BİS-17 | YE16687-0E-0E-0E-9E-0E |
| BİS-3 | YE16773-0E-0E-0E-17E-0E | BİS-18 | YE16719-0E-0E-0E-23E-0E |
| BİS-4 | YE16778-0E-0E-0E-6E-0E | BİS-19 | YE16760-0E-0E-0E-8E-0E |
| BİS-6 | YE16778-0E-0E-0E-7E-0E | BİS-21 | YE16887-0E-0E-0E-2E-0E |
| BİS-7 | YE16778-0E-0E-0E-13E-0E | BİS-22 | TCI-02-691-0AP-0AP-9AP-0AP-5AP-0AP |
| BİS-8 | YE16839-0E-0E-0E-7E-0E | BİS-23 | YE16454-0E-0E-0E-4E-0E |
| BİS-9 | YE16849-0E-0E-0E-2E-0E | BİS-24 | SM5031F-0P-0E-0E-3E-0E |
| BİS-11 | YE16851-0E-0E-0E-10E-0E | Gerek 79 | |
| BİS-12 | YE16853-0E-0E-0E-1E-0E | Carisma | |
| BİS-13 | YA24688-0A-0E-0E-3E-0E | Bayraktar 2000 | |
| BİS-14 | SM-5520F-0P-0E-0E-8E-0E | Artico | |

Araştırma, 24 bisküvilik buğday genotipi ile Eskişehir Hamidiye ve Karabayır lokasyonlarında 2014-2015 yetiştirme döneminde tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ekimler, 5 m uzunluğunda, 0.85 m genişliğindeki parsellere metrekarede 500 tohum bulunacak şekilde parsel ekim makinesi ile yapılmıştır. Araştırmada, solvent tutma kapasitesi testleri (STK) ve gluten performans indeksi (GPI) özellikleri araştırılmıştır.

Buğday örnekleri ilk olarak Buhler Labofix 90 mini temizleyicide (Brabender, Almanya) elendikten sonra 0.5 mm'lik bir eleklerle sahip ultra santrifüjlü bir değirmende (Retsch ZM 200, Almanya) tam buğday unu ve %70.0 ekstraksiyon oranı ile laboratuvar değirmeninde (Model CD1, Chopin) ise rafine beyaz un elde edilmesi için öğütülmüştür. Öğütmeden önce, taneler bir gece boyunca %14.5 su içeriğinde tavlansmıştır.

Alkali su tutma kapasitesi testinden Slade ve Levine (1994) tarafından uyarlanan (AACC, 2000, Yöntem 56-10) ve yumuşak buğday tanelerinin (Gaines, 2000) ticari pişirme performansını tahmin etmek için kullanılan solvent tutma kapasitesi (STK) testi AACC (2000) Yöntem 56-11'e göre yapılmıştır. Gluten performans indeksi (GPI = Laktik asit STK / (sodyum karbonat STK + sakkaroz STK) (Kweon ve ark. 2011) STK değerinden hesaplanmıştır.

Denemeden elde edilen verilerde tesadüf blokları deneme desenine göre birleştirilmiş varyans analizi yapılmış, daha sonra önemlilik grupları incelenen özellikler için ayrı ayrı verilmiş, ortalamalar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olup olmadığının kontrolü; Steel ve Torrie (1960) tarafından önerilen yonteme göre EKÖF (En Küçük Önemli Fark) testi ile MSTAT version 3.00/EM paket programında yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yirmi dört yumuşak ekmeklik buğday genotipi ile 2014-2015 yetiştirme yılında Eskişehir Hamidiye ve Karabayır lokasyonlarında yürütülen araştırmada incelenen STK ve GPI için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre genotiplerin ortalama değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. İncelenen özelliklere ilişkin kareler ortalamaları değerleri
 Table 2. Mean squares values for the traits examined

| Varyasyon kaynakları | | Tekrarlama | Lokasyon (L) | Genotip (G) | G x L İnteraksiyonu | Hata |
|------------------------------|-----------------|------------|--------------|-------------|---------------------|--------|
| SD | | 3 | 1 | 23 | 23 | 141 |
| Solvent Tutma Kapasitesi (%) | Laktik asit | 38.261 | 9033.111** | 398.184** | 65.112** | 25.068 |
| | Sakkaroz | 12.583 | 3597.538 ** | 49.637** | 57.478** | 11.106 |
| | Sodyum Karbonat | 56.040 | 5765.179** | 129.659** | 147.405** | 32.259 |
| | Su | 16.641 | 1483.464** | 26.600** | 15.278** | 6.806 |
| Gluten Performans Index | | 0.001 | 0.006* | 0.014** | 0.006** | 0.001 |

SD: Serbestlik derecesi * ve **:0.05 ve 0.01 düzeyinde önemli

Tablo 2 incelendiğinde, genotipler arasında incelenen özellikler bakımından oldukça yüksek varyabilite olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, farklı yumuşak buğday populasyonlarında STK değerlerindeki varyasyonların genetik,

çevresel ve işleme faktörleriyle ilgili olduğunu ileri süren Guttieri ve Souza (2003) sonuçları ile desteklenmektedir. Lokasyonlar arasındaki varyasyonun boyutu genotip ve interaksiyon varyasyonlarına oranla daha yüksek olması araştırma için seçilen lokasyonlar arasında önemli farklılıklar bulunduğunu ve interaksiyon varyasyonunun oldukça düşük olması da lokasyonların incelenen genotipler için doğru seçildiğini ve sayısının yeterli olduğunu gösteren bulgularımız, Bassett ve ark. (1989), genotip ve lokasyon etkilerinin, yumuşak buğday değirmencilik ve bisküvi kalitesinde genotip x lokasyon interaksiyon etkilerinden en azından bir kat daha büyük varyasyon kaynakları olduğunu bildirdikleri çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle, genotipler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan önemlilik testi sonuçları *Tablo 3*'te verilmiştir.

Tablo 3. Ekmeklik buğday genotiplerinin STK, GPI ve TV ortalamaları ve önemlilik grupları

Table 3. SRC and GPI averages and significance groups of common wheat genotypes

| Genotipler | STK (%) | | | | GPI |
|------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | Laktik asit | Sakkaroz | Sodyum karbonat | Su | |
| BİS-1 | 105.70±2.98 b-e | 80.64±2.61 fgh | 85.70±3.69 b-h | 60.43±1.59 c-h | 0.64±0.009 abc |
| BİS-2 | 95.49±3.05 g-k | 86.85±2.43 ab | 90.58±2.29 a-d | 63.13±1.24 a-e | 0.54±0.014 gh |
| BİS-3 | 108.83±1.28 abc | 81.99±1.60 d-h | 84.15±2.97 c-h | 61.63±1.34 b-g | 0.66±0.016 a |
| BİS-4 | 108.92±3.33 abc | 86.67±2.52 abc | 94.83±3.21 a | 63.68±2.04 a-d | 0.61±0.024 b-f |
| BİS-6 | 112.83±3.44 a | 83.87±2.24 b-h | 90.47±2.04 a-d | 61.66±1.94 b-g | 0.65±0.013 ab |
| BİS-7 | 108.71±3.00 abc | 83.39±2.64 b-h | 88.50±3.94 a-f | 62.76±1.36 a-f | 0.64±0.015 abc |
| BİS-8 | 99.58±3.89 e-1 | 81.46±0.91 e-h | 81.97±2.24 e-h | 60.27±1.12 d-h | 0.61±0.014 b-f |
| BİS-9 | 99.61±2.61 e-1 | 84.01±1.56 b-h | 84.31±1.86 c-h | 61.62±0.71 b-g | 0.59±0.019 c-f |
| BİS-11 | 93.33±2.03 ijk | 81.55±0.59 e-h | 82.11±1.04 e-h | 61.27±0.98 b-h | 0.57±0.017 efg |
| BİS-12 | 110.62±2.23 ab | 83.96±1.50 b-h | 86.78±2.86 b-h | 64.39±1.47 ab | 0.65±0.006 ab |
| BİS-13 | 86.68±3.58 l | 89.29±2.31 a | 89.05±2.33 a-e | 63.48±1.46 a-d | 0.49±0.013 i |
| BİS-14 | 106.69±3.31 a-d | 84.95±2.31 a-f | 85.38±2.95 b-h | 61.91±1.45 a-g | 0.63±0.010 a-d |
| BİS-16 | 94.74±3.52 h-k | 82.51±1.29 b-h | 85.56±1.62 b-h | 63.23±1.05 a-e | 0.56±0.024 fgh |
| BİS-17 | 98.80±3.32 f-j | 82.80±1.10 b-h | 86.92±2.01 b-h | 59.61±1.16 fgh | 0.58±0.024 d-g |
| BİS-18 | 102.38±2.37 c-f | 82.31±1.70 c-h | 83.58±3.97 d-h | 60.38±1.44 d-h | 0.62±0.018 a-e |
| BİS-19 | 92.53±1.68 jkl | 79.98±0.97 h | 81.43±1.31 fgh | 58.18±0.81 h | 0.57±0.006 e-h |
| BİS-21 | 108.35±3.64 abc | 86.15±2.19 a-d | 90.38±2.50 a-d | 63.85±2.24 abc | 0.62±0.015 a-e |
| BİS-22 | 100.75±1.97 d-h | 86.60±1.52 abc | 91.97±3.81 ab | 62.71±1.29 a-f | 0.57±0.017 fgh |
| BİS-23 | 101.64±2.62 d-g | 79.95±0.82 h | 80.51±1.61 gh | 59.81±1.13 e-h | 0.64±0.015 abc |
| BİS-24 | 109.99±3.17 ab | 86.24±2.64 a-d | 91.48±3.31 abc | 65.14±2.47 a | 0.62±0.015 a-d |
| Hat ortalaması | 102.31 | 81.57 | 86.78 | 61.96 | 0.60 |
| Gerek 79 | 95.24±2.24 g-k | 80.36±1.23 gh | 79.52±1.40 h | 58.71±0.74 gh | 0.60±0.011 c-f |
| Carisma | 91.46±3.50 kl | 84.66±2.82 b-g | 87.27±3.41 b-g | 63.19±1.35 a-e | 0.53±0.014 hi |
| Bayraktar 2000 | 99.98±3.44 e-h | 85.55±1.22 a-e | 89.96±2.35 a-d | 63.08±1.56 a-e | 0.57±0.015 fgh |
| Artico | 99.95±3.55 e-h | 83.07±2.26 b-h | 89.25±2.19 a-e | 63.03±1.95 a-f | 0.58±0.009 d-g |
| Standart ortalaması | 96.66 | 83.41 | 86.49 | 62.00 | 0.57 |
| EKÖF _(0.01) | 6.606 | 4.397 | 7.494 | 3.442 | 0.048 |

Laktik asit gluten kalitesinin indikatörüdür ve fonksiyonel proteinler (glutenin) ile ilgili bilgiler sağlamaktadır (Slade ve Levine, 1994; Gaines, 2000; Guttieri ve ark., 2001). STK testleri ile vizkozitenin kaynağının protein özelliklerinden (laktik asit STK gibi) kaynaklanıp kaynaklanmadığı hakkında bilgiler sağlanmış olur (Guttieri ve ark. 2001; Karaduman, 2020). Ayrıca laktik asit STK yüksek kalıtım derecesine sahip olması (Zhang ve ark., 2008) güvenilir olduğunu da göstermektedir. Bisküvilik ve kurabiye için laktik asit STK değerlerinin %85-100 arasında olması önerilmektedir (Anonim, 2020). Laktik asit STK değerleri %85'in altında olanlar "zayıf" yumuşak çeşitler ve %105 veya %110'un üzerindeki "güçlü" gluten yumuşak çeşitler olarak tanımlanmaktadır (AACCC, 2009). 2014-2015 yetiştirme dönemi süresince iki lokasyonda yürütülen denemelerden elde edilen genotiplerin birleştirilmiş laktik asit STK ortalamaları %86.68 ile %112.83 arasında değişmiştir (*Tablo 3*). İyi bir bisküvilik buğdayda laktik asit STK değerlerinin %87'den daha düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Souza ve Kweon, 2010). Hatların laktik asit STK değerleri standartlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Hatlar arasında en yüksek

laktik asit STK ortalamalarını BİS-6 (%112.83) ve BİS-12 (%110.62) genotipleri vermiştir. En düşük laktik asit STK ortalaması ise BİS-13 (%86.68) genotipinde belirlenmiştir. Bu genotipi Carisma (%91.46) çeşidi izlemiştir. Diğer hatlar arasında, BİS-19, BİS-16, BİS-11 ve BİS-2 genotipleri laktik asit STK ortalamaları bakımından düşük değere sahip olmuştur. Duyvejonck ve ark. (2011), 19 adet ticari buğday çeşidi ile yürüttükleri araştırmalarında laktik asit STK değerlerinin %106-147 arasında değiştiğini, Karaduman (2013) ise ileri kademedeki seçilmiş yumuşak buğdaylarda laktik asit STK değerinin %100-143.5 arasında değiştiğini açıklamıştır. Araştırmacıların elde ettiği bu sonuçlar bulgularımızı desteklemektedir.

Sakkaroz STK gliadinlerin indikatörü olup, pentozanlar ile ilgili bilgiler vermektedir (Slade ve Levine, 1994; Gaines, 2000; Guttieri ve ark., 2001). Pentozan, buğdayın son kullanım kalitesini etkileyen, nişasta içermeyen bir polisakkarit olarak bilinir (Saeed ve ark., 2014). Sakkaroz STK'nin önemli derecede genotipten etkilendiği ve yüksek sakkaroz STK değerlerinin yüksek pentozan içeriğinden kaynaklanmış olabileceği ifade edilmektedir (Bettge ve ark., 2002). Ayrıca, sakkaroz STK testi ile vizkozitenin kaynağının pentozan olabileceği hakkında da bilgi elde edilebilmektedir (Guttieri ve ark., 2001). Bisküvi ve kurabiye yapımında kullanılacak yumuşak buğday unlarının %80-110 arasında bir sakkaroz STK değerlerine sahip olması istenir (Anonim, 2020). Sakkaroz STK değerleri, laktik asit STK'deki her %5'lik artış için %1 artmaktadır (AACC, 2009). Daha yüksek sakkaroz STK gluten hidrasyonundan ve suda çözünür arabinoksilanların şişmesinden kaynaklanmamasından dolayı, üretimde daha yüksek bir laktik asit STK'nin gerekli olduğu unlarda hedef değer olan %95 aşılabılır (AACC, 2000). Araştırmanın yürütüldüğü iki lokasyondan elde edilen birleştirilmiş sakkaroz STK ortalama değerleri %79.95 ile %89.29 arasında değişmiştir (Tablo 3). Hatların sakkaroz STK değerleri ortalaması standart çeşitlerin ortalamasından düşük olmuştur. Hatlar arasında BİS-1, BİS-3, BİS-8, BİS-11, BİS-16, BİS-17, BİS-18, BİS-19 ve BİS-23 genotipleri diğer hatlara göre daha düşük sakkaroz değerleri vermişlerdir (< %83.0). İyi bir bisküvilik buğdayda sakkaroz STK değerinin % 89.0' dan daha düşük olması gerektiği bildirilmiştir (Souza ve Kweon, 2010). Bulgularımız, yapmış olduğu çalışmada ileri kademedeki seçilmiş yumuşak buğdaylarda sakkaroz STK değerinin %80.7-92.0 arasında değiştiğini belirleyen Karaduman (2013)'ın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Sodyum Karbonat STK, molekülün su bağlama kapasitesini artıran nişasta polimerlerinin uçlarını iyonize eden oldukça alkali bir çözeltilidir. Öğütmeden kaynaklanan nişasta hasarı arttıkça artış gösteren Sodyum karbonat STK, nişasta hasarının bir indikatörüdür ve dolaylı olarak da tane sertliği hakkında bilgi vermektedir (Slade ve Levine, 1994; Gaines, 2000; Guttieri ve ark., 2001). İyi öğütülmüş yumuşak çeşitlerde bisküvi ve kurabiye yapımı için sodyum karbonat STK değerlerinin %60-85 arasında olması gerekmektedir (Anonim, 2020). Bazı araştırmacılar ise sodyum karbonat STK değerinin \leq %72 olması gerektiğini belirtmişlerdir (Slade ve Levine, 1994; Gaines, 2000). Araştırmamızda elde edilen birleştirilmiş ortalama sodyum karbonat STK değerleri %79.52 ile %94.83 arasında değişmiştir (Tablo 3). Hatların sodyum karbonat STK değerleri ortalamaları ile standart çeşitlerin sodyum karbonat STK değerlerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Gerek 79 çeşidi en düşük ortalama değere sahip olmuştur. Bunu sırasıyla BİS-23, BİS-19 BİS-8, BİS-11 ve BİS-18, ve genotipleri izlemiştir. Duyvejonck ve ark. (2011), 19 adet ticari buğday çeşidi kullanılarak yaptıkları araştırmalarında, sodyum karbonat STK değerlerinin %74-88 arasında; Karaduman (2013) ise ileri kademedeki seçilmiş yumuşak buğdaylarla yürüttüğü araştırmasında sodyum karbonat STK değerlerinin %69.9-83.8 arasında değiştiğini belirlemiştir. Araştırmacıların elde ettiğini bu sonuçlar, bulgularımızı desteklemektedir.

Su STK, bütün bileşenlerin oluşturduğu su absorpsiyonun genel bir indikatörüdür (Slade ve Levine 1994, Gaines 2000, Guttieri ve ark. 2001). Bisküvi ve kraker üretimi için kısaltılmış pişirme süreleri gerektiğinden, düşük su tutma özelliğine sahip yumuşak buğday unlarının üstün kaliteye sahip olduğu kabul edilir, bu da daha yumuşak ürünler ve daha düşük üretim maliyetleri anlamına gelmektedir (Slade ve Levine, 1994). Bisküvi, kurabiye, kek ve kraker yapımı için hedef su STK değerleri laboratuvar tipi değirmenlerde %50 ile %70 arasında değişmektedir (Anonim, 2020). Araştırmamızda, genotiplerin ortalama su STK değerleri %58.18 ile %65.14 arasında değişmiştir (Tablo 3). En düşük ortalamayı BİS-19, Gerek 79 çeşidi, BİS-17 ve BİS-23 vermiştir (<%60.0). Duyvejonck ve ark. (2011), 19 adet ticari buğday çeşidinde su STK değerlerini %56-66 arasında; Karaduman (2013) ise ileri kademedeki seçilmiş yumuşak buğdaylarda su STK değerlerini %46.9-66.0 arasında bulmuşlardır. Sonuçlarımız, bu araştırmacıların bulguları ile uyum içindedir.

Gluten performans indeksi (GPI), buğday unundaki glutenin genel performansını tahmin etmek için genellikle STK verileri kullanılarak ölçülmektedir. Bu bilgiler genellikle farklı kimyasal ve fonksiyonel özelliklere sahip sert ve yumuşak buğday unlarını sınıflandırmak için kullanılır. Bir STK parametresi olan GPI'nin, diğer modüle edici

un polimer ağlarının ortamında un gluteninin genel performansının iyi bir belirleyicisi olduğu bildirilmiştir. Daha yüksek laktik asit STK değerleri ve daha düşük sodyum karbonat STK değerleri ile un ekstraksiyon oranının artması GPI değerlerinin de artmasına neden olmaktadır (Kweon ve ark., 2011). GPI değerlerinin sert ekmeklik buğdaylar için minimum 0.75 (Anonim, 2020) ve kraker yapımı için 0.60'tan yüksek olması önerilmektedir (AACC, 2009). Dolayısıyla bisküvi ve kurabiye için daha yumuşak yapıdaki unlar istendiğinden GPI değerlerinin bu değerlerden daha düşük olması beklenebilir. GPI bakımından denemeye alınan genotipler 0.49 ile 0.66 arasında değişen ortalamalara sahip olmuşlardır. En düşük GPI değeri BİS-13 hattından elde edilmiştir. Sırasıyla BİS-2, BİS-16, BİS-22, BİS-19, BİS-11, 17 ve BİS-9 düşük GPI değerine sahip diğer hatlar olmuştur (<0.60). Yumuşak ekmeklik buğdaylarda yaptıkları çalışmalar sonucunda Ma ve Baik (2018)'in 0.43 ile 0.73 arasında, Jeon ve ark. (2019)'nın 0.52 ile 0.69 arasında ve Siddiqi ve ark. (2020)'nin 0.46 ile 0.59 arasında belirledikleri GPI değerleri bulgularımızı destekler niteliktedir.

4. Sonuç

STK testleri için önerilen referans değerlere ve GPI değerlerine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda; BİS-19 en iyi bisküvilik kalite performansına sahip çeşit aday olabilecek hat olduğu belirlenmiştir. Bu hattın, tescile sunulmadan önce tescil öncesi verim denemelerine alınarak tescile başvurulmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır. BİS-2, BİS-11, BİS-13 ve BİS-16 hatlarının bisküvilik kalite performansları bakımından ümitvar olduğu ve tekrar verim denemelerine alınmasının doğru olacağı anlaşılmıştır. Ayrıca, BİS-9, BİS-17, BİS-22 ve BİS-8 ise bisküvilik kalitesi yönünden ışlah çalışmalarında değerlendirilebilecek diğer ümitvar hatlar olmuştur.

Teşekkür

Bu makale, Prof. Dr. Oğuz BİLGİN danışmanlığında Zir. Yük. Müh. Sultan ERENLER'in Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir. Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında ve kalite analizlerinde destek sağlayan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü alışanları Dr. Savaş BELEN ve Dr. Yaşar KARADUMAN ile istatistik analizler, yazım ve düzenlemelerdeki katkılarından dolayı da Prof. Dr. İsmet BAŞER ve Doç. Dr. Alpay BALKAN'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- AACC (2000). Approved Methods of the AACC, 10th ed. Methods 08-01, 44-16, 46-30, 56-10, 56-11, and 56-61A. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A.
- AACC (2009). Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method 56-11. Solvent Retention Capacity Profile – Automated Measurement. 02 in June, 2009. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A.
- Anonim (2015). Bisküvi. T.C. Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı, Sektör Raporları. <https://eb.ticaret.gov.tr/portal/content/conn/UCM/uuid/dDocName:EK-235392>. (Erişim tarihi,05.01.2019).
- Anonim (2020). U.S. Wheat Associates Recommended SRC Values For Selected Products. <https://www.uswheat.org/wp-content/uploads/2020/10/2020-Solvent-Retention-Capacity-Recommendations.pdf>. (Erişim tarihi: 25.03.2021).
- Bassett, L. M., Allan, R. E., Rubenthaler, G. L. (1989). Genotype x environment interactions on soft white winter wheat quality. *Agronomy Journal* 81: 955-960.
- Başer, İ., Korkut, K. Z., Bilgin, O. (2005). Mutagen uygulamasının makarnalık buğdaylarda (*T. durum* Thell) M₁ generasyonundaki Varyasyona etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi-Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2(1): 66-72.
- Bettge, A. D., Morris, C. F., DeMacon, V. L., Kidwell, K. K (2002). Adaptation of AACC method 56-11, Solvent retention capacity for use as an early generation selection tool for cultivar development. *Cereal Chemistry* 79:670-674.
- Das, A., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R. (2011). Cereal based functional food of Indian subcontinent: A review. *Journal of Food Science and Technology* 49(6): 665-672.
- Duyvejonck, A., Lagrain, E., Pareyt, B., Courtin, C. M., Delcour, J. A. (2011). Relative contribution of wheat flour constituents to solvent retention capacity profiles of european wheats. *Journal of Cereal Science* 53:312-318.
- Gaines, C.S. (2000). Collaborative study of methods for solvent retention capacity profiles (AACC Method 56-11). *Cereal Foods World* 45:303-306.
- Guttieri, M. J., Bowen, D., Gannon, D., O'Brien, K., Souza E. (2001). Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours. *Crop Science* 41:1054-1061.
- Guttieri, M. J., McLean, R., Lanning, S.P., Talbert, L.E., Souza E. (2003). Assessing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 79:880-884.
- Guttieri, M.J., Souza, E. (2003). Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. *Crop Science* 43: 1628-1633.
- Jeon, S., Baik, B.K., Kweon, M. (2019). Solvent retention capacity application to assess soft wheat flour quality for making white-salted noodles. *Cereal Chemistry* 96:497-507.
- Karaduman, Y. (2013). *Seçilmiş yumuşak ekmeklik buğday hatlarında bisküvilik kalite özelliklerinin araştırılması*. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaduman, Y. (2020). Assessing Gluten Strength with a New Small-Scale LASRC Method Useful for Soft Wheat Breeding Programs. *Cereal Chemistry*. 97:2,196-204 DOI:10.1002/cche.10235.
- Kurt, P. Ö., Yağdı, K. (2013). Bazı ileri ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bursa koşullarında kalite özellikleri yönünden performansının araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi-Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 10(2): 34-43.
- Kweon, M., Slade, L., Levine, H. (2011). Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes, as well as in wheat breeding-A review. *Cereal Chemistry* 88(6): 537-552.
- Ma, F.Y., Baik, K. (2018). Soft wheat quality characteristics required for making bakingpowder Biscuits. *Journal of Cereal Science* 79: 127-133.
- Öztürk, S., Özdağ, S. (1993). Bisküvi Teknolojisi ve Sorunları. 1. *Un-Bulgur-Bisküvi Sempozyumu*. 21-22 Haziran, S. 27-29. Karaman.
- Saeed, F., Arshad, M., Pasha, I., Suleria, H., Arshad, M., Qamar, A., Ullah, A., Sultan, S. (2014). Effect of arabinoxylan and arabinogalactan on textural attributes of bread. *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6): 1070-1088.
- Siddiqi, R.A., Singh, T. P., Rani, M., Sogi, D. S., Bhat, M.A. (2020). Diversity in grain, flour, amino acid composition, protein prolign, and proportion of total flour proteins of different wheat cultivars of North India. *Frontiers in Nutrition* 7: 1-16.
- Singh, M., Khatkar, B. S. (2005). Structural and functional properties of wheat storage proteins: A review. *Journal of Food Science and Technology* 42:455-471
- Slade, L., Levine, H. (1994). Structure-Function Relationships of Cookie and Crackers Ingredients. p:23-141. In H. Farid (ED). *The Science of Cookie and Crackers Production*. Chapman and Hall/AVI, New York.
- Souza, E., Kweon, M. (2010). Annual Report. USDA Soft Wheat Quality Laboratory Website. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service Soft Wheat Quality Laboratory 1680 Madison Avenue Wooster, OH 44691.
- Souza, E., Guttieri, M. (2007). The Genetics of Soft Wheat Quality: Improving Breeding Efficiency. H.T. Buck et al. (eds.), *Wheat Production in Stressed Environments*, Springer.

Steel, R. G. D, Torrie, J. H. (1960). Principles and Procedures of Statistics. Mc-Graw-Hill Book Co. Inc. New York.

Tunca,Z.ř., Karaduman,Y., Topal,A., Önder,O., Akın,A., Belen,S., Dayıoğlu,R., Sönmez,A.C., 2020. Kuru ve Sulu Koşullarda Seçilmiş Yumuşak Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Bisküvilik Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı, cilt 15, sayı 1, 1-7, Journal of the Faculty of Agriculture, ISSN 1304-9984 e-ISSN 2687-3419

Ünal, S.S. (1991). Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Müh. Fak. Yayın No:29, Bornova, İzmir.

Walker, C., Campbell, K.G., Carter, B., Kidwell, K. (2008). Using the solvent retention capacity test when breeding wheat for diverse production environments. *Crop Science*, 48:495-506.

Xiao, Z. S., Pak, S. H., Chung, O. K., Caley, M. S., Seib, P.A. (2006). Solvent retention capacity values in relationship to hard winter wheat and flour properties and straight-dough bread making quality. *Cereal Chemistry* 83: 466-471.

Zhang, Y., Zhang, Q., He, Z., Zhang, Y., Ye, G. (2008). Solvent retention capacities as indirect selection criteria for sugar snap cookie quality in Chinese soft wheats. *Australian Journal of Agricultural Research* 59: 911-917.