

Makarnalık buğday genotiplerinin protein içeriği ve SDS-PAGE protein bantlarının karşılaştırılması*

Kayhan Z. KORKUT^{a,*} İsmet BAŞER^a Oğuz BİLGİN^a
Orhan DAĞLIOĞLU^b İrfan ÖZTÜRK^c Turhan KAHRAMAN^c

^a Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,

^b Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,

^c Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne, Türkiye.

Comparison of protein content and SDS-PAGE protein bands of durum wheat genotypes

SUMMARY

The durum wheat genotypes gave the highest protein content in Edirne location. Sarımsaklı and Tekirdağ locations followed this location. The highest protein contents were obtained from Fuatbey 2000, Sham I, Akbaşak, Svevo cultivars in Tekirdağ location; Mutant 34, Hat 1, Fırat 93, Hat 4, Hat 3, Ç 1252, Selçuklu 97, Sham I, Graja, Kunduru 1149, Sarıçanak 98, Hat 9, Ankara 98, Svevo, Altın 97 and Mirzabey genotypes in Edirne location and Zenit, Hat 5, Selçuklu 97, Kunduru 1149, Çakmak 79 and Ankara 98 genotypes in Sarımsaklı location. According to 3 location means, Svevo, Kunduru 1149, Sham I, Selçuklu 97, Akbaşak, Kızıltan 91, Ankara 98, Altın 97 Balcalı 2000, Aydın 93 ve Fırat 93 cultivars were the highest protein content. The numbers of gliadin protein band of the durum wheat changed from 16 to 30. The protein molecule weights of the durum wheat ranged between 15 kDa and 97 kDa. The protein bands of the durum wheats were densed in ommega, gamma, betha and alpha regions, respectively. It was determined that Svevo, Ankara 98, Kunduru 1149, Selçuklu 97, Kızıltan 91 and Sham I cultivars which have the highest protein content shared protein bands which are 37, 44, 57, 60, 63, 72, 78 ve 81 kDa.

KEY WORDS: Durum wheat, SDS-PAGE, relative mobility, protein content, protein molecule weight.

ÖZET

Edirne lokasyonunda makarnalık buğday genotipleri en yüksek protein oranlarını vermişlerdir. Bu lokasyonu Sarımsaklı ve Tekirdağ lokasyonları izlemiştir. Tekirdağ lokasyonunda Fuatbey 2000, Sham I, Akbaşak, Svevo, Edirne lokasyonunda Mutant 34, Hat 1, Fırat 93, Hat 4, Hat 3, Ç 1252, Selçuklu 97, Sham I, Graja, Kunduru 1149, Sarıçanak 98, Hat 9, Ankara 98, Svevo, Altın 97 ve Mirzabey ve Sarımsaklı lokasyonunda Zenit, Hat 5, Selçuklu 97, Kunduru 1149 Çakmak 79 Ankara 98 en yüksek protein oranına sahip genotiplerdir. Üç yöre ortalamasına göre, Svevo, Kunduru 1149, Sham I, Selçuklu 97, Akbaşak, Kızıltan 91, Ankara 98, Altın 97, Balcalı 2000, Aydın 93 ve Fırat 93 çeşitleri en yüksek protein oranına sahip olmuşlardır. Makarnalık buğday çeşitlerinde gliadin proteini bant sayıları 16-30 adet arasında değişmiştir. Makarnalık buğday genotiplerinin protein molekül ağırlıkları 15-97 kDa arasında bulunmuştur. Gliadin bölgelerine göre bantların ağırlıklı olarak omega bölgesinde olduğu ve bunu sırasıyla gama, beta ve alfa bölgelerinin izlediği belirlenmiştir. En yüksek protein oranına sahip genotipler arasında Svevo, Ankara 98, Kunduru 1149 ve Selçuklu 97, Kızıltan 91 ve Sham I makarnalık buğday çeşitlerinin 37, 44, 57, 60, 63, 72, 78 ve 81 kDa olan protein bantlarını ortak olarak taşıdıkları belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Makarnalık buğday, SDS-PAGE, oransal mobilite, protein içeriği, protein molekül ağırlığı.

*E-posta: kayihankorkut@nku.edu.tr

Bu makale 2–5 Haziran 2008 tarihinde Ülkesel Tahıl Sempozyumu'nda sunulmuş ve Ülkesel Tahıl Sempozyumu kitabı sayfa 414–423'de yayınlanmıştır.

* TÜBİTAK Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu tarafından desteklenen 2780 numaralı proje kapsamındadır.

GİRİŞ

Günümüzde, dünya nüfusunun $\frac{3}{4}$ 'ünden fazlasının ana beslenme kaynaklarını tahıllar oluşturmaktadır. Ekim alanı ve üretim yönünden tahıllar ve tahıllar içinde de buğday en büyük payı almaktadır.

Makarnalık buğday (*Triticum durum* L. Desf.) birçok Akdeniz ülkesi için önemlidir ve makarnalık buğdaydan yapılan kuskus, bulgur, makarna, şehriye, irmik, vb. besinleri sevilerek tüketilmektedir. Sanayide kullanılacak iyi kaliteli materyal eksikliği, uluslararası ticarete artan rolü ve birçok gelişmekte olan ülkedeki besin açığı makarnalık buğdayın önemini son yıllarda giderek arttırmaktadır (Zencirci ve Karagöz 2005).

Makarnalık buğdayda en önemli kalite kriteri son kullanım kalitesini etkileyen tane protein miktarı ve kompozisyonudur. Tane protein kompozisyonu başlıca genotipe bağlı olmasına rağmen, çevresel faktörler ve bunların interaksiyonu ile azotlu gübre uygulamalardan da önemli oranda etkilenmektedir (Triboi ve ark. 2003).

Ülkesel buğday projesi çerçevesinde geliştirilen ve zamanla yurt dışından getirilen yeni ekmeklik buğday çeşitleri Trakya ve Marmara Bölgesi'nde geniş yayılma alanı bulmuş; ekmeklik buğday ekim alanı ve üretimi artarken, makarnalık buğday üretimi hızla azalmış (Ada 1993) ve günümüzde yok denecek düzeye inmiştir.

Makarnalık buğday tarımının bölgede geliştirilememesinin en önemli nedeni nedeni bölge koşullarına uygun verim ve kalite potansiyeli yüksek çeşitlerin elde edilememesinden kaynaklanmaktadır.

Protein içeriği yönünden ve genotipler gliadin protein yapıları arasındaki farklılıklar ile kalite

karakteri arasındaki ilişkilerin açıklanması geliştirilecek genotiplerin seçiminde oldukça önemlidir. Samson ve ark. (2004) protein içeriği ile gliadin proteinleri arasında doğrusal ve pozitif bir ilişki bulunduğunu açıklamışlardır. Farklı çalışmalarda buğday çeşitlerinde protein bantı sayısının 13-25 arasında (Peşkirioğlu 1996), 6-14 arasında (Rakszegi ve ark. 1999; Rakszegi ve ark. 2000; Tuncel 2001 ve Başer ve ark. 2003) değiştiği belirtilmektedir.

Bu çalışma ile Türkiye'nin değişik kuruluşlarından sağlanan 27 ekmeklik buğday çeşidi, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından mutasyonla geliştirilen 8 ve seleksiyonla geliştirilen 7 makarnalık buğday ileri hattı ve Edirne Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen 7 makarnalık buğday hattı olmak üzere toplam 49 makarnalık buğday genotipinin protein oranları ve SDS-PAGE yöntemi ile gliadin protein yapıları arasındaki ilişkiler belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, farklı kuruluşlardan sağlanan 27 makarnalık buğday çeşidi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından mutasyon ıslahı ile geliştirilen 8 ve seleksiyonla geliştirilen 7 makarnalık buğday hattı ve Edirne Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen 7 makarnalık buğday hattı olmak üzere toplam 49 makarnalık buğday genotipi materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemede materyal olarak kullanılan çeşit ve hatlar

Çeşitler ve hatlar	Çeşitler ve hatlar	Çeşitler ve hatlar
Mutant 16 (7113 M5-16)	Hat 5 (2737/3/üvy162/61-130//..)	Amanos 97
Mutant 34 (7113 M5-34)	Epidur	Altın 97
Mutant 45 (7113 M5-45)	Aydın 93	Mirzabey
Mutant 31 (7113 M5-31)	Çakmak 79	Ankara 98
Mutant 47 (7113 M5-47)	Altıntoprak 98	Kızıltan 91
Yavaroş-79	Diyarbakır 81	Sarıçanak 98
Makit	Ç 1252	Tunca 79
Hat 1 (Gdz/tunca Te 0447-1T.)	Ceylan 95	Yılmaz 98
Mutant 43 (7113M ₅ – 43)	Gediz 75	Hat 6 (Ergene's MB(D).)
Mutant 25 (7113M ₅ – 25)	Ege 88	Hat 7 (MVTD 29-95)
Mutant 23 (7113M ₅ – 23)	Fırat 93	Hat 8 (MVTD 34-96)
Graja	Zenit	Hat 9 (MVTD 35-96)
Sham I	Kunduru 1149	Hat 10 (winter/3/2737//...)
Hat 2 (Ergene /4/kırmızıbaşak.)	Harran 95	Hat 11 (Ged/3/df1572//df .)
Hat 3 (82kbnm11//krbş//..)	Selçuklu 97	Fuatbey 2000
Hat 4 (Üvy162/61-130//469-..)	Svevo	Balcalı 2000
Akbaşak		

Çizelge 2. Tekirdağ, Lüleburgaz ve Edirne lokasyonlarında 2002-2003 yetiştirme yılına ilişkin iklim verileri

Lokasyonlar	Tekirdağ	Sarımsaklı	Edirne
Koordinatlar	40°59'N, 27°34'E	41°22'N, 27°16'E	41°38'N, 26°35'E
Yükseklik (m)	10	41	32
Toprak özellikleri			
pH	7.15	7.70	5.82
P, mg kg ⁻¹	16.03	27.70	26.50
K, mg kg ⁻¹	36.94	69.25	40.24
Organik madde, %	1.38	2.24	1.24
Uzun yıllar iklim verileri			
Yağış (mm)	466.0	446.5	451.9
Yağış (DDP)	75.4	95.5	98.1
Ortalama sıcaklık (°C) (DDP)			
Tmax	33.9	36.5	38.2
Tort	22.8	19.1	19.9
Tmin	6.0	3.8	3.7
2003 yılı iklim verileri			
Yağış (mm)	422.3	450.7	486.2
Yağış (DDP)	15.4	46.3	85.0
Ortalama sıcaklık (°C) (DDP)			
Tmax	28.4	35.5	34.6
Tort	20.5	20.5	22.5
Tmin	12.1	3.0	8.1

DDP, dane dolun periyodu

Tmax, Tort, Tmin are maksimum, ortalama ve minimum sıcaklıklar

Yöntem

Yerli ve yabancı kökenli makarnalık buğday çeşitleri ve ümitli hatların oluşturduğu 49 makarnalık buğday genotipi Tekirdağ, Sarımsaklı ve Edirne lokasyonlarında 2002-2003 yetiştirme döneminde yetiştirilmiştir. Her genotip 6 sıradan oluşan 5 m uzunluğunda sıralara ve sıra araları 0.17 m olan parsellere metrekarede 500 bitki olacak şekilde parsel ekim makinesi ile ekilmiştir. Denemeye alınan makarnalık buğday çeşitlerinin yetiştirildiği lokasyonların özellikleri ve agronomik uygulamalar Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemelerin kurulduğu lokasyonlarda saf madde üzerinden ekim öncesi 3.6 kg/da 20.20.0 kompoze gübresi, kardeşlenme döneminde 4.6 kg/da üre gübresi (% 46), sapa kalkma döneminde 4.1 kg/da amonyum nitrat gübresi (% 26) ve başaklanma öncesi 4.1 kg/da amonyum nitrat gübresi (% 26) olmak üzere toplamda 16.4 kg azot (N) ve 3.6 kg fosfor (P₂O₅) verilmiştir (Sağlam 1992).

Buğday örneklerinde protein miktarı tayini ICC Standart No: 105'te verilen Kjeldahl yöntemine göre yapılmış (Anonim 1980) toplam azot değeri 5.7 faktörü ile çarpılarak protein oranı % kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

SDS-PAGE elektroforez

Her genotipten alınan tohumlar ezilmiş ve 10 mg tartılarak 1.5 ml'lik mikrotüplere aktarılmıştır. Her tüpe 400 µl protein ekstraksiyon tampon çözeltisi (Tris-HCL 0.05 M, pH 8), %0.02 SDS, %30.3 üre, %1 2-merkaptolanol eklenmiş, bir gece 40 °C'de bekletilmiş ve 13000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Tüplerin içinde çözülmüş proteinlerin bulunduğu üst faz alınarak 4 °C'de korumaya alınmıştır. Üst jel (%5) ve alt jel (%10) olarak hazırlanan jellere 15 µl örnek ve markır olarak Marquis buğdayı yüklenmiş 80 V 15 dakika ve daha sonra 100 V 2 saat yürütülmüş ve jeller commasi mavisini ile boyanmıştır (Bushuk ve Zillman 1978).

Verilerin analizi

SDS-PAGE sonucu elde edilen elektroforemanlar 9x13 cm boyutlarında basılan fotoğraflar üzerinde bilgisayar programı UviPhotoMW kullanılarak değerlendirilmiştir (Kosmolak ve ark. 1980). Protein bantlarının oransal mobilite değerleri hesaplanırken Marquis çeşidi standart olarak kullanılmıştır (Bushuk ve Zillman, 1978). Bu standart çeşidin molekül ağırlık değerleri kullanılarak makarnalık buğday

genotiplerinin oransal mobilite değerleri hesaplanmıştır. Gliadin bant desenlerinin değerlendirilmesinde, her makarnalık buğday genotipi için hesaplanan oransal mobilite (Rm) değerlerinden yararlanarak Bushuk ve Zilman (1978)'in de kullandığı Fransız sistemine göre Rm değerleri 0-59 arası W (Omega) gliadin bölgesi, 59-74 arası γ (gama) gliadin bölgesi, 74-85 arası β (Beta) gliadin bölgesi ve 85-100 arası (alfa) gliadin bölgesi olarak tanımlandığı şekliyle alınmış ve bu bilgilerden yararlanarak ilgili örneğe ait gliadin bantlarının dağılım yapıları oluşturulmuştur (Motel ve Mayer 1981 ve Lookhart ve ark. 1983).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kırkdokuz makarnalık buğday genotipi ile 3 farklı lokasyonda yürütülen bu çalışmada makarnalık buğday genotiplerine ilişkin protein oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Elde edilen protein oranları incelendiğinde protein oranının lokasyonlara göre önemli oranda değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tekirdağ lokasyonunda protein oranları oldukça düşük düzeyde iken, Sarımsaklı ve Edirne lokasyonlarında protein oranları önemli oranda artış göstermiştir. En yüksek protein oranları Edirne lokasyonunda elde edilmiştir.

Çizelge 3. Makarnalık buğday çeşitlerinin protein oranları (%; Nx5.7)

Genotipler	Tekirdağ	Edirne	Sarımsaklı	Ort.	Genotipler	Tekirdağ	Edirne	Sarımsaklı	Ort.
Mutant 16	10.6	16.2	12.7	13.2	Gediz 75	11.7	14.3	14.9	13.6
Mutant 34	10.4	16.1	12.7	13.1	Ege 88	10.2	15.6	13.7	13.2
Mutant 45	9.6	14.4	13.8	12.6	Fırat 93	10.8	16.3	14.8	14.0
Mutant 31	9.4	15.1	13.7	12.7	Zenit	10.2	15.2	15.6	13.7
Mutant 47	9.7	15.2	15.0	13.3	Kunduru 1149	11.7	16.4	16.6	14.9
Yavaros 79	8.9	15.1	13.1	12.4	Harran 95	11.0	15.2	14.6	13.6
Makit	9.7	14.8	15.1	13.2	Selçuklu 97	11.8	16.3	15.5	14.5
Hat 1	9.6	13.8	16.2	13.2	Svevo	13.8	17.2	14.1	15.0
Mutant 43	10.9	15.4	14.2	13.5	Amanos 97	11.0	15.0	14.6	13.5
Mutant 25	11.3	14.3	14.8	13.5	Altın 97	11.0	16.8	15.1	14.3
Mutant 23	9.7	14.7	13.2	12.5	Mirzabey	10.7	16.5	14.0	13.7
Graja	10.4	16.5	13.5	13.5	Ankara 98	9.7	17.4	16.2	14.4
Sham 1	12.2	17.6	14.6	14.7	Kızıltan 91	11.6	15.5	16.4	14.5
Hat 2	9.0	17.4	14.7	13.7	Sarıçanak98	11.3	16.2	12.8	13.4
Hat 3	10.9	15.6	14.1	13.5	Tunca 79	9.4	15.1	14.5	13.0
Hat 4	11.1	14.3	15.6	13.7	Yılmaz 98	11.3	14.8	12.7	12.9
Akbaşak	12.7	15.9	14.9	14.5	Hat 6	8.7	17.4	15.1	13.7
Hat 5	10.4	16.6	12.8	13.3	Hat 7	8.8	16.2	13.6	12.9
Epidur	11.6	15.3	12.6	13.2	Hat 8	11.8	15.3	13.8	13.6
Aydın 93	11.4	15.8	14.7	14.0	Hat 9	10.5	14.8	14.2	13.5
Çakmak 79	10.6	14.9	15.5	13.7	Hat 10	9.8	14.8	15.1	13.2
Altıntoprak 98	10.7	16.0	13.0	13.2	Hat 11	10.0	14.6	15.1	13.2
Diyarbakır81	8.4	15.2	13.8	12.5	Fuatbey2000	12.3	15.2	14.0	13.8
Ç 1252	8.2	16.5	13.8	12.8	Balcalı 2000	12.7	14.8	14.7	14.1
Ceylan 95	10.7	15.3	13.9	13.3					

Denemeye alınan makarnalık buğday genotiplerinde protein oranı Tekirdağ lokasyonunda % 8.7-13.8, Sarımsaklı lokasyonunda % 12.7-16.2 ve Edirne lokasyonunda % 13.8-17.4 ve arasında değişmiştir.

Tekirdağ lokasyonunda Fuatbey 2000, Sham I, Akbaşak, Svevo, Edirne lokasyonunda Mutant 34, Hat 1, Fırat 93, Hat 4, Hat 3, Ç-1252, Selçuklu 97, Sham I, Graja, Kunduru 1149, Sarıçanak 98, Hat 9, Ankara 98, Svevo, Altın 97 ve Mirzabey ve Sarımsaklı lokasyonunda Zenit, Hat 5, Selçuklu 97, Kunduru 1149 Çakmak 79 Ankara 98 en yüksek protein oranına sahip olmuşlardır. Elde edilen bu veriler ışığında protein oranı yönünden özellikle Tekirdağ lokasyonunun kıyı bölgelerinin makarnalık buğday tarımı için uygun olmadığı, Trakya bölgesinde Sarımsaklı ve özellikle Edirne lokasyonunun kaliteli makarnalık buğday üretimi için daha uygun olduğu, diğer bir ifade ile yüksek kaliteli makarnalık buğday üretimi için en uygun alanların Trakya Bölgesinin iç yöreleri olduğu söylenebilir.

Üç lokasyondan makarnalık buğday genotiplerinden elde edilen ortalama protein oranları dikkate alındığında Svevo, Kunduru 1149, Sham I, Selçuklu 97, Akbaşak, Kızıltan 91, Ankara 98, Altın 97, Balcalı 2000, Aydın 93 ve Fırat 93 çeşitlerinin en yüksek protein oranına sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

İncelenen makarnalık buğday çeşitlerinin protein bant dağılımlarındaki farklılıkları ortaya koymak için SDS-PAGE yöntemi kullanılarak yapılan protein bant desenleri ayrı ayrı verilmiş (Şekil 1 a, b, c, d) ve elektroforez sonuçlarının değerlendirilmesinde molekül ağırlıkları bilinen Marguis buğday çeşidi standart olarak kullanılmıştır. Makarnalık buğday çeşitlerinde gliadin protein bant sayıları 16-30 adet arasında değişmiştir (Çizelge 4).

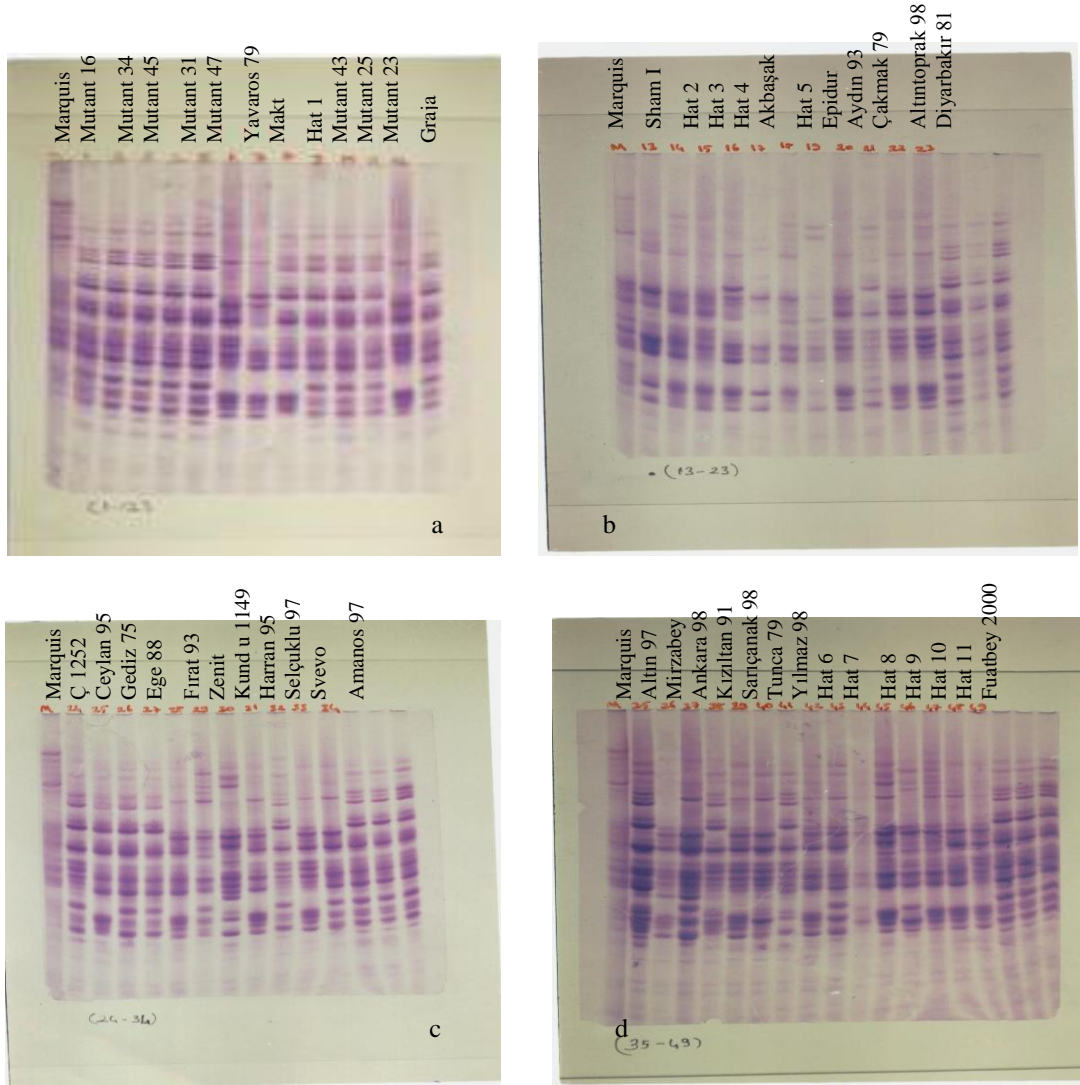
Makarnalık buğday genotiplerinin oransal mobilite değerleri 15-97 kDa arasında değişirken, gliadin bölgelerine göre bantların ağırlıklı olarak omega bölgesinde bulunduğu, bunu gama ve beta gliadin bölgelerinin izlediği belirlenmiştir. En az sayıda bant alfa gliadin bölgesinde bulunmuştur. Oransal mobilite değerleri yönünden genotipler kıyaslandığında Mutant genotiplerin benzer gliadin bantları taşıdıkları, Hat 6 ve Hat 7'nin oldukça yakın gliadin bantlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 d).

Makarnalık buğday genotiplerinden Mutant hatların bant sayıları 24 olarak belirlenmiş ve dağılımları da birbirine benzer olmuştur (Şekil 1 a).

Bu genotipler mutagen uygulaması sonucu geliştirilen hatlardır. Elde edilen bu sonuca göre mutagen uygulaması sonucu seçilen tek bitki döllerinde görülen genotipik farklılıklar gliadin protein bant sayısından değil bantların boyanma yoğunluğundaki farklılıktan kaynaklanabileceğini göstermektedir. Bu genotiplerde 12 protein bantının omega bölgesinde, 5 protein bantının gama gliadin bölgesinde, 4 protein bantının beta gliadin bölgesinde ve 5 protein bantının alfa gliadin bölgesinde yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Yavaros 79 genotipi bant sayısı bakımından bu genotiplerle aynı sayıya sahip iken, bu genotipte 24, 28, 89, 95 oransal mobilite bantları mutant genotipler ile ortak olarak saptanmıştır. Ancak bu genotip mutant makarnalık buğday genotipinden diğer bantlarının dağılımı farklılık göstermektedir. Makit ve Hat 1 için diğer genotiplere göre daha az sayıda gliadin protein bant sayısı bulunmuştur.

Her iki genotipte de 18 adet protein bantı belirlenirken, bu bantların dağılımında farklılık görülmüştür. Makit'te 8 bant omega, 6 bant gama, 2 bant beta ve 2 bant alfa gliadin bölgesinde yer alırken, Hat 1'de 9 bant omega, 5 bant gama, 2 bant beta ve 2 bant alfa gliadin bölgesinde bulunmuş, bu genotiplerde 74 ve 79 oransal mobilite bantları ortak olarak saptanmıştır. Graja'da ise 23 protein bantının 14 protein bantı omega, 4 protein bantı gama, 2 protein bantı beta ve 3 protein bantı alfa gliadin bölgesinde yer almıştır. Gliadin bölgelerine göre bu genotipler incelendiğinde Mutant hatlar oldukça birbirine benzer oransal mobilite değerleri göstermişlerdir.



Şekil 1. İncelenen makarnalık buğday genotiplerinin gliadin protein bant desenleri

Çizelge 4. Denemeye alınan makarnalık buğday genotiplerinin oransal mobilite değerlerine göre gliadin bölgelerine dağılımları

Genotipler		Mutant 16	Mutant 34	Mutant 45	Mutant 31	Mutant 47	Yavaros 79	Makit	Hat 1	Mutant 43	Mutant 25	Mutant 23	Graja
Gliadin Bölgeleri	Omega	12	12	12	12	12	13	8	9	12	12	12	14
	Gama	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	4
	Beta	4	4	4	4	4	3	2	2	4	4	4	2
	Alfa	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
Bant sayısı		24	24	24	24	24	24	18	18	24	24	24	23
Protein oranı (%)		13.2	13.1	12.6	12.7	13.3	12.4	13.2	13.2	13.5	13.5	12.5	13.5

Çizelge 4 (Devam)

Genotipler		Sham 1	Hat 2	Hat 3	Hat 4	Akbaşak	Hat 5	Epidur	Aydın 93	Çakmak 79	Altıntoprak 98	Diyarbakır 81	Ç 1252
Gliadin Bölgeleri	Omega	8	10	10	11	8	11	8	13	13	13	13	15
	Gama	7	4	5	6	6	7	6	7	6	6	4	7
	Beta	2	5	5	4	2	3	3	4	2	4	4	4
	Alfa	1	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	0
Bant sayısı		18	20	21	22	16	21	18	25	23	25	23	26
Protein oranı (%)		14.7	13.7	13.5	13.7	14.5	13.3	13.2	14.0	13.7	13.2	12.5	12.8

Çizelge 4 (Devam)

Genotipler		Ceylan 95	Gediz 75	Ege 88	Fırat 93	Zenit	Kunduru 1149	Harran 95	Selçuklu 97	Svevo	Amanos 97	Altın 97	Mirzabey
Gliadin Bölgeleri	Omega	12	13	10	11	13	16	14	15	18	15	16	10
	Gama	5	5	6	6	5	7	6	7	6	7	7	5
	Beta	3	4	5	5	3	4	5	3	4	4	6	3
	Alfa	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
Bant sayısı		21	23	22	23	22	27	25	25	28	26	30	19
Protein oranı (%)		13.3	13.6	13.2	14.0	13.7	14.9	13.6	14.5	15.0	13.5	14.3	13.7

Çizelge 4 (Devam)

Genotipler		Ankara 98	Kızıltan 91	Sarıçanak 98	Tunca 79	Yılmaz 98	Hat 6	Hat 7	Hat 8	Hat 9	Hat 10	Hat 11	Fuatbey 2000	Balcalı 2000
Gliadin Bölgeleri	Omega	13	14	13	11	14	14	10	9	15	15	16	16	14
	Gama	7	7	6	7	7	8	7	6	7	4	5	5	6
	Beta	6	4	6	5	3	5	3	3	6	4	4	4	4
	Alfa	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0
Bant sayısı		27	26	26	24	26	28	21	19	28	23	25	25	24
Protein oranı (%)		14.4	14.5	13.4	13.0	12.9	13.7	12.9	13.6	13.5	13.2	13.2	13.8	14.1

Şekil 1 b'deki makarnalık buğdayların gliadin bölgelerinde bant sayısı ve bant dağılımı yönünden önemli farklılıklar göstermiştir. Sham 1 genotipinde bant sayısı 18 iken bu bantların 8 tanesi omega, 7 tanesi gama, 2 tanesi beta ve 1 tanesi alfa gliadin bölgesinde yer almıştır. Hat 2'de ise 20 bant sayısı omega bölgesinde 10, gama bölgesinde 4, beta bölgesinde 5 ve alfa bölgesinde 1 olarak dağılım göstermiştir. Ele alınan bu genotiplerden Hat 3'te 21 bant, Hat 4'te 22 bant, Akbaşak çeşidinde 16 bant, Hat 5'te 21 bant, Epidur çeşidinde 18 bant, Aydın 93 çeşidinde 25 bant, Çakmak 79 çeşidinde 23 bant, Altıntoprak 98 çeşidinde 25 bant ve Diyarbakır 81'de

23 bant sayısı oluşmuştur. Bu çeşitler arasında en fazla bant sayısı Altıntoprak 98 ve Aydın 93 çeşitlerinden elde edilirken, en az bant sayısını ise Akbaşak makarnalık buğday çeşidi vermiştir. Akbaşak çeşidinde 8 omega, 6 gama ve 2 beta bölgesinde oransal mobilite bantı görülmüştür. Bu çeşitte belirlenen 32, 55, 67 oransal mobilite bantları Hat 3 ve Hat 4 de de belirlenmiştir. Epidur makarnalık buğday çeşidi de az sayıda bant sayısına sahip olurken, 8 bant omega, 6 bant gama, 3 bant beta ve 1 bant alfa gliadin bölgesinde belirlenmiştir. Aydın 93 ve Altıntoprak 98 çeşitlerinde 25 protein bant sayısı görülürken, Aydın 93 çeşidinde, 13 bant omega, 7

bant gama, 4 bant beta ve 1 bant alfa gliadin bölgesinde, Altıntoprak 98'de ise 13 bant omega, 6 bant gama, 4 bant beta ve 2 bant alfa gliadin bölgesinde bulunmuştur. Bu iki çeşitte 26, 27, 36, 39, 42, 46, 55, 56, 60, 64, 66, 80 oransal mobilite bantları benzer olarak bulunmuş ve bant sayısı ile bantların gliadin bölgelerine dağılımı bakımından bazı benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir.

Şekil 1 b'deki makarnalık buğday genotiplerinden elde edilen bant dağılımları yönünden değerlendirildiğinde genelde genotipler arasında benzer bantlar bulunmakla birlikte genotipler birbirinden farklı gliadin bantları taşımaktadırlar. Genotipler arasında bant dağılımının en fazla omega bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Bundan sonra en fazla bant sayısı gama bölgesinde belirlenirken en az bant sayısı ağırlıklı olarak alfa bölgesinde olmuştur.

İncelenen makarnalık buğday genotiplerinden Şekil 1 c'dekilerde gliadin bölgelerinde bant dağılımı, bant sayısı yönünden değişimler belirlenmiştir. Ç 1252 çeşidi 26 bant, Ceylan 95 çeşidi 21 bant, Gediz 75 ve Fırat 93 çeşitlerinde 23 bant, Ege 88 ve Zenit çeşitlerinde 22 bant, Kunduru 1149 çeşidinde 27 bant, Harran 95 ve Selçuklu 97 çeşitlerinde 25 bant, Svevo çeşidinde 28 bant ve Amanos 97 çeşidinde 26 bant sayısı gözlenmiştir. Bu genotiplerin omega, gama, beta ve alfa gliadin bölgelerinde protein bantlarının dağılımı, Ç 1252 (15, 7, 4 ve 0), Ceylan 95 (12, 5, 3 ve 1), Gediz 75 (13, 5, 4 ve 1), Ege 88 (10, 6, 5 ve 1), Fırat 93 (11, 6, 5 ve 1), Zenit (13, 5, 3 ve 1), Kunduru 1149 (16, 7, 4 ve 0), Harran 95 (14, 6, 5 ve 0), Selçuklu 97 (15, 7, 3 ve 0), Svevo (18, 6, 4 ve 0) ve Amanos 97 (15, 7, 4 ve 0) olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Makarnalık buğday genotiplerinden Ceylan 95, Gediz 75, Ege 88 ve Fırat 93 çeşitleri 45 oransal mobilite bantına, Svevo ve Amanos 97 çeşitleri ise 46 oransal mobilite bantı ortaktır. Genotiplerde en fazla bant sayısı elde edilen omega bölgesinde bant sayısının 10-16 adet arasında, gama bölgesinde 5-7 adet, beta bölgesinde 3-5 adet ve en az bant sayısının belirlendiği alfa gliadin bölgesinde ise 0-1 adet arasında değiştiği belirlenmiştir.

Şekil 1 d'deki makarnalık buğday genotiplerde bant sayısı ve dağılımı yönünden önemli farklılıklar taşıdıkları görülmektedir. Makarnalık buğday genotiplerinde bant sayısı sırasıyla 30, 19, 27, 26, 26, 24, 26, 28, 21, 19, 28, 23, 25, 25, 24 olarak bulunmuştur. Bu bantların omega, gama, beta ve alfa gliadin bölgelerine dağılımı [Altın 97 (16, 7, 6 ve 1), Mirzabey (10, 5, 3 ve 1), Ankara 98 (13, 7, 6 ve 1), Kızıltan 91 (14, 7, 4 ve 1), Sarıçanak 98 (13, 6, 6 ve 1), Tunca 79 (11, 7, 5 ve 1), Yılmaz 98 (14, 7, 3 ve 2), Hat 6 (14, 8, 5 ve 1), Hat 7 (10, 7, 3 ve 1), Hat 8 (9, 6, 3 ve 1), Hat 9 (15, 7, 6 ve 0), Hat 10 (15, 4, 4 ve 0), Hat 11 (16, 5, 4 ve 0), Fuatbey 2000 (16, 5, 4 ve 0) ve Balcalı 2000 (14, 6, 4 ve 0)] Çizelge 4'teki gibidir.

Elde edilen protein bantlarının gliadin bölgelerine dağılımına göre Hat 10 ve Hat 11'in oldukça benzer bir dağılım gösterdikleri belirlenmiştir. Gliadin bölgelerine bant dağılımı incelendiğinde makarnalık buğdaylarda genelde bantların ağırlıklı olarak omega

bölgesinde dağılım gösterdiği, bunu gama ve beta bölgelerinin izlediği en az bant dağılımının ise alfa bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

Her üç lokasyon birlikte değerlendirildiğinde en yüksek protein oranına sahip olan Svevo, Ankara 98, Kunduru 1149 ve Selçuklu 97, Kızıltan 91 ve Sham 1 makarnalık buğday çeşitlerinde genel olarak 37, 44, 57, 60, 63, 72, 78 ve 81 kDa molekül ağırlığına ortak sahip oldukları belirlenmiştir.

SONUÇ

Trakya bölgesinde protein içeriği yönünden özellikle Tekirdağ lokasyonunun kıyı bölgeleri makarnalık buğday tarımı için uygun bir bölge olmadığı, Sarımsaklı ve Edirne gibi iç bölgelere gidildikçe ise protein oranının artabileceği ve daha kaliteli makarnalık buğday üretiminin yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Denemeye alınan makarnalık buğday genotiplerinin büyük çoğunluğunun protein molekül ağırlıkları 25-87 kDa arasında değişim göstermiştir. En yüksek protein oranına sahip genotipler arasında Svevo, Ankara 98, Kunduru 1149 ve Selçuklu 97, Kızıltan 91 ve Sham 1 makarnalık buğday çeşitlerinde molekül ağırlığı 37, 44, 57, 60, 63, 72, 78 ve 81 kDa olan protein bantlarının ortak olduğu belirlenmiştir.

Gliadin bölgelerine bant dağılımı incelendiğinde makarnalık buğdaylarda genelde bantların ağırlıklı olarak omega bölgesinde dağılım gösterdiği, bunu gama ve beta bölgelerinin izlediği en az bant dağılımının ise alfa bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür: TÜBİTAK Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu'na proje desteği için, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Filiz Makarna Sanayii'ne de yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim (1980) ICC-Standart No: 105. Method for the determination of crude protein in cereals and cereal products for food and for feed.
- Ada H (1993) Trakya ve Marmara Bölgesi Ekolojik Koşullarında Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Üretimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 140 s.
- Başer İ, Korkut KZ ve Bilgin O (2003) Gamma İşını Uygulanan Makarnalık Buğday Genotiplerinden Yatmaya Dayanıklı ve Yüksek Verimli Mutant Genotiplerin Eldesi. Trakya Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri, TÜBAP - 273. 31 s.
- Bushuk W and Zillman RR (1978) Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. Can. J. Plant Sci., 58:505-515.
- Kosmolak FG, Dexter JE, Matsuo RR, Leisle D and Marchylo BA (1980) A relationship between durum

- wheat quality and gliadin electrophoregrams. Can. J. Plant Sci., 60:427-432.
- Lookhart GL, Jones BL, Hall SB and Finney KF (1982) An improved method for standardizing polyacrylamid gel electrophoresis of wheat gliadin proteins. Cereal Chem., 59:178-181.
- Motel JS and Mayer D (1981) Numerical taxonomic studies in the genera triticum L. and pisum L. Kulturpflanze, 29: 241-250.
- Peşkirçioğlu M (1996) Türkiye'de Yetişen Yabancı Buğday Türlerinin (Triticum ssp. ve Aegilops spp.) Bazı İleri Tanımlama Özellikleri. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi, 214 s.).
- Rakszegi M, Karpati M, Lasztity R, Bedo Z (1999) Study of the LMW gluten subunits of some old Hungarian cultivars. Cereal Res. Com. Vol. 27 (3), 293-299.
- Rakszegi M, Sholz E, Karpati M, Ganzler K, Lasztity R, Bedo Z (2000) Study of the LMW gluten subunits of some old Hungarian cultivars using capillar electrophoresis. Cereal Res. Com. 28 (4), 417-424.
- Sağlam N (1992) Trakya Koşullarında Beş Makarnalık Buğday Çeşidinde Farklı Azotlu Gübre Dozları ve Verilme Zamanlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Tekirdağ.
- Samson MF, Bonicel J, Abecassis J and Morel MH (2004) Grain protein content and composition of durum wheat: changes during grain filling and relation with crop quality. International Workshop: Modelling quality traits and their genetic variability for wheat. Session 1- Genetic, Molecular and Ecophysiological Determinants of Grain Quality Traits. 18-21 July 2004, Clermont-Ferrant, France.
- Triboi E, Matre P and Triboi-Blondel AM (2003) Environmentally-induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content. J. Experi. Botany. 54:388, 1731-1742.
- Tuncel B (2001) Bazı ekmeçlik buğday çeşitlerinin Gliadin protein fraksiyonlarının kapillar elektroforesis ve SDS-PAGE yöntemleri ile belirlenmesi. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, s. 84.
- Zencirci N and Karagöz A (2005) Effect of developmental stages length on yield and some quality traits of Turkish durum wheat (*Triticum turgidum* L. convar. *durum* (Desf.) Mackey landraces: influence of developmental stages length on yield and quality of durum wheat. Genetic Resources and Crop Evolution, 52: 765-774.