



Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Fotoperiyodizm Geninin Moleküler Markörler ile Tespiti

Tuğçe HANÇER¹ Eminur ELÇİ^{2*}

¹ ProGen Tohum A.Ş., Bitki Biyoteknolojisi Bölümü, Hatay

² Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde

*e-posta: eminur@gmail.com

Alındığı tarih (Received): 24.02.2016

Online Baskı tarihi (Printed Online): 02.11.2016

Kabul tarihi (Accepted): 03.08.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 30.12.2016

Öz: Bitkilerde erkencilik, bitkiden ürünün erken elde edilmesinde, bitkilerin hasat sonrası karşılaşılabileceği biyotik ve abiyotik streslere karşı kendini korumasında ve dolayısıyla bitkiden elde edilebilecek ürün miktarının da artışına neden olmaktadır. Fotoperiyodizm genleri, ekmeklik buğday türlerinin (*Triticum aestivum* L.) farklı çevresel koşullara adaptasyonunda önemli bir role sahiptir. Bu çalışmada, değişik coğrafi bölgelerden temin edilmiş ekmeklik buğday çeşitlerinde erkencilik genlerinden biri olan *Ppd-D1a* geni, *Ppd-D1a* moleküler markörü kullanılarak PCR analizleri ile incelenmiş ve buğday çeşitlerinin farklı iklimsel koşullara daha iyi adaptasyon sağlamaları açısından bu gene sahip genotiplerin seçilimi yapılmıştır. PCR analizi sonuçlarına göre, 32 farklı ekmeklik buğday çeşidinden 11 tanesinde beklenen büyüklükte (288bp) fragment elde edilmiştir. Bu çeşitlerin fotoperiyodizm ya da erkencilik geni olarak bilinen bu geni taşıdıkları düşünülmektedir. Bu çalışma sonucunda fotoperiyodizm genine sahip olduğu düşünülen buğday çeşitleri anaç olarak seçilerek yeni erkenci buğday çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik Buğday, fotoperiyodizm, erkencilik, moleküler markör, *Ppd-D1a*, *Triticum aestivum*.

Determination of Photoperiod-Response Gene in Some Bread Wheat Varieties by Molecular Markers

Abstract: Early flowering facilitates early season resource capture avoiding reduced grain fill associated with late season biotic and abiotic stress, particularly in variable environments. Photoperiodism genes have an important role for environmental adaptation of bread wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). In this study, bread wheat varieties obtained from different geographic regions were analyzed with marker assisted selection method using one of the earliness related genes *Ppd-D1a* with marker *Ppd-D1a* and were selected based on the marker for their adaptation of different environmental conditions. For that purpose, 32 different bread wheat varieties were analyzed with PCR and it was resulted amplicons with expected sizes of (288 bp) fragments in 11 varieties. Based on the PCR results, it is considered that these varieties include related photoperiodism gene and they will be selected as photoperiodism resistant parents and are planning to be used for further breeding studies.

Keywords: Bread Wheat, photoperiodism, earliness, molecular marker, *Ppd-D1a*, *Triticum aestivum*.

1. Giriş

Gramineae familyasına ait olan buğday (*Triticum aestivum*L.), tüm dünyada en çok üretimi yapılan bitki grupları içerisinde yer almakta olup insan beslenmesinde alternatif olmayan bir kültür bitkisidir. Buğday bitkisi, tek başına beslenmemizde gerekli olan günlük kalori ve protein miktarının önemli bir kısmını

karşulamakta ve dünya nüfusunun %35'inin de temel besin maddesini oluşturmaktadır (Atlı, 1999). Ülkemizin yüz ölçümünün %30'u (23,6 milyon hektar) tarımı yapılabilir özelliktedir ve bu alanların nadas alanları hariç %66,5'i (15,7 milyon hektar) buğday tarımına ayrılmıştır. 15,7 milyon hektarlık bu alanın da yaklaşık %72'sinde (11,3 milyon hektar) tahıl grubu

bitkileri ekilmektedir. Tahıl ekim alanları içerisinde %66,7'lik pay ile ilk sırada buğday, %24,3'lük payla ikinci sırada arpa ve %5,5'lik payla ise mısır üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2012).

Fotoperiyodizm, organizmaların gündüz veya gece uzunluğuna bağlı olarak verdikleri fizyolojik bir yanıttır (Bhardwaj ve ark., 2012) ve bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde önemli etkiye sahiptir. Buğday, uzun gün bitkisidir ve çiçeklenme için uzun gün süresine ihtiyaç duymaktadırlar (Guo ve ark., 2009). Fotoperiyodizm 'e karşı duyarlı olan genotipler çiçeklenme için uzun gün süresine ihtiyaç duydukları için erken çiçeklenmezler (Bhardwaj ve ark., 2012). Fotoperiyodizme duyarlılık hem türler arasında hem de aynı tür içindeki farklı çeşitler arasında değişim göstermektedir. Fotoperiyodizme dirençli buğday çeşitleri hem uzun hem de kısa günlerde hızlı bir şekilde çiçeklenme gösterirler. Bu nedenle, bitki üreticileri tarafından fotoperiyodizme karşı dirençli genotipler daha çok tercih edilmektedir. Bitkilerin gelişmesi açısından olumsuz bazı çevre koşullarında, bitkiyi biyotik ve abiyotik streslere karşı korumak ve dolayısıyla da bitkiden daha fazla miktarda ürün elde edebilmek için üreticiler 40 yıldan fazla bir süredir fotoperiyodizme dirençli çeşitleri seçip, geliştirmeyi tercih etmektedirler (Bentley ve ark., 2013).

Bitkilerdeki çiçeklenme zamanının genetik olarak kontrol mekanizmalarının tespitinin önemi son dönemlerde gittikçe artmaktadır. Model bitki olan *Arabidopsis* 'te, çiçeklenme zamanını etkileyen yaklaşık 80 gen bölgesi tespit edilmiştir (Levy ve Dean, 1998). Tarımsal açıdan çok önemli bir ürün olan buğdayda ise; bitkilerin fotoperiyodizme reaksiyonunun kontrolünden sorumlu olan *Ppd* genleri tespit edilmiştir (Worland, 1996). Ekmeklik buğdayda (*T. aestivum*L.) fotoperiyodizmin, üç homolog kromozom (2D, 2B ve 2A) üzerinde bulunan başlıca üç gen *Ppd-D1*, *Ppd-B1* ve *Ppd-A1* tarafından kontrol edildiği bilinmektedir (Law ve ark., 1978; Scarth ve Law, 1983). Fotoperiyodizmin kontrolünden sorumlu genler olarak bilinen bu genler buğday çeşitlerinin

farklı iklimsel adaptasyonlarını belirlemede ve bitkinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Guove ark., 2009). Ayrıca bu genlerin başaklanma zamanını da etkilediği bilinmektedir (Bhardwaj ve ark., 2012). *Ppd-D1* ve *Ppd-B1* genlerinin yalnızca iki alleli (*Ppd-D1a* ve *Ppd-B1a*) fotoperiyodizme dirençli genotiplerde mevcut iken, diğer iki allel (*Ppd-D1b* ve *Ppd-B1b*) fotoperiyodizme duyarlı genotiplerde bulunmaktadır (Guo ve ark., 2009). Yapılan dizi analizleri sonucunda, fotoperiyodizme karşı duyarlı olan genotiplerde *Ppd-D1a* allellerinin 5' bölgelerinde (2089 bp) bir bölgenin delesyona uğradığı gösterilmiştir (Beales ve ark., 2007). Son yıllarda yapılan bir çalışmada ise, fotoperiyodizme duyarlı olan *Ppd-A1a* ve *Ppd-B1a* allellerinin 5' bölgesinde sırasıyla 1085 bp bir delesyon ve 308 bp bir insersiyon olduğu tespit edilmiştir (Nishidave ark., 2012). Avrupa'da yetiştirilen buğday çeşitlerinin çoğuna *Ppd-D1a* genlerinin 'Akakomugi' den geldiği düşünülmektedir (Seki ve ark., 2013). Bu hipotez Guo ve ark. tarafından yapılan çalışmalarla desteklenmiş ve çoğu İtalyan buğday çeşitlerinin de *Ppd-D1a* genini taşıdığı tespit edilmiştir (Guo ve ark., 2009).

Erken çiçeklenmenin, bitkiyi çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı koruduğu ve hasat sezonunda erkenden ürün elde etmeyi kolaylaştırdığı düşünülmektedir (Addisu ve ark., 2010). Döllenmeden sonraki tane dolun döneminde oluşabilecek kuraklık stresi (Kato ve Yokoyama, 1992), yüksek sıcaklıklar (Bennett ve ark., 2012) ve özellikle de değişken çevre koşullarından dolayı (Dyck ve ark., 2004) buğday danesine asimilatların birikiminin engellendiği düşünülmektedir. Bitkilerde erkencilik tüm bu olumsuzlukların etkilerinin azaltılmasında önemli rol oynayan bir faktördür (Kato ve Yokoyama, 1992). Bu çalışmada; farklı kalite ve iklimsel özelliklerine sahip olan ekmeklik buğday genotiplerinin, fotoperiyodizm genlerinden biri olan *Ppd-D1a* geni açısından moleküler olarak karakterize edilip, marköre dayalı seleksiyonunun (MAS) yapılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bitki Materyalleri

Bu çalışmada, değişik bölgelerden temin edilen farklı iklimsel ve kalite özelliklerine sahip 32 adet ekmeçlik buğday (Balaton, Bezostaja, Boema, Bitop, Blasius, Dropia, Cornelius, Gallus, Komarom, Lukullus, Midas, Mulan, Rainer, Saturnus, Glosa, Pema, Srpanjka, Zitarka, Konya 2000C, CM, Tacitus, Soissana, Stefanus, Wenzel, Chinese Spring, Chinese Spring 5A *Dicocoides*, Renan3, Latino, Remus, Nil33, Nil404, Nil386) kullanılmıştır. Çeşitlere ait pedigrı bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Tohumlar, ıslahçı kuruluşlarından temin edilmiştir.

DNA İzolasyonu

Genomik DNA izolasyonu CTAB metodu (Doyle ve Doyle, 1987) üzerinde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Temin edilen tohumlar iklim kabinlerinde çimlendirilmiş ve her bir genotipten yaklaşık 10-15 cm boyunda olan bitkilerden 10'ar adet taze yaprak örneği alınmış ve sıvı azot yardımı ile homojenize edilmiştir. Yaklaşık 100 mg yaprak örneği eppendorf tüplere aktarılmış ve tüplere CTAB tampon solüsyonu (%2 CTAB; 1M Tris-HCl, pH7.5; 0.5 mM EDTA, pH 8.0; 5 M NaCl; %2 β -mercaptoethanol) eklenerek 2 dakika homojenize edildikten sonra su banyosunda 65°C' de 30 dakika inkübe edilmiştir. Tüplere kloroform izoamil alkol (24:1) karışımı eklenip santrifüj edilmiştir. Oluşan üst faz temiz tüplere aktarıldıktan sonra soğuk izopropanol eklenmiştir. DNA'nın yıkama ve çöktürme işlemi ise etanol ile yapıldıktan sonra izole edilmiş DNA'lar 50 μ L TE solüsyonpH8.0 (0.1mMTris-HCl; 0.1mM EDTA)içerisinde su banyosunda 65°C'de 1 saat boyunca inkübe edilmiştir. Genomik DNA'ların kalitesi ve konsantrasyonu spektrofotometre (Nano Drop

2000c, Thermo Scientific) ile ölçülmüştür ve izole edilen DNA'lar-20 °C'de saklanmıştır.

PCR Analizi

PCR analizleri, izole edilen DNA'nın kalıp olarak kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonunda son hacim 25 μ l olacak şekilde; dH₂O, 5x PCR solüsyonu, 25 mM MgCl₂, 10 μ M dNTP, 10 μ M primer F ve R, 5u/ μ l Taq Polimeraz ve 50 ng DNA eklenmiştir. PCR 1 döngü; 2 dakika 94°C'de ön denatürasyon, 94°C'de 30 saniye,50°C'de 45 saniye ve 72°C'de 1 dakika olacak şekilde 35 döngü, 72°C'de 5 dakika son uzama olacak şekilde programlanmıştır. '2D' kromozomu üzerinde bulunan *Ppd-D1a* gen bölgesine özgü tasarlanmış 288 bç'lik ürün veren Ppd-D1a (5'-ACGCCTCCCACTACTACTG-3' ve 5'-CACTGGTGGTAGCTGAGATT-3') primer çifti kullanılmıştır (Bhardwaj ve ark.,2012). PCR reaksiyonu ve jel yükleme sırası Çizelge 1'de verilen çeşit sırasına göre düzenlenmiştir.

Jel Elektroforezi

Elde edilen PCR ürünleri, %3'lük agaroz (Sigma Aldrich) jel kullanarak 150 V' da180 dakika yürütüldükten sonra etidyum bromid ile boyanmış ve UV altında görüntülenmiştir.

Veri Analizi

Elde edilen PCR ürünlerinin konfirmasyonu için iki adet ampikon dizi analizine tabi tutulmuştur. Analizler, MedSanTek (İstanbul) firması tarafından yapılmıştır. Agaroz jel elektroforezin de çıkan sonuçlara göre, Ppd-D1a primeri kullanılarak yapılan PCR reaksiyonundan elde edilen DNA bantlarının büyüklüğü beklenen baz çifti büyüklüğü (288bç) ile karşılaştırılmış ve beklenen baz çifti büyüklüğünde bant veren ekmeçlik buğday genotiplerinin fotoperiyodizm geni *Ppd-D1a* açısından pozitif yani fotoperiyodizme karşı dirençli genotipler oldukları varsayılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada Kullanılan Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Pedigrive Protein Miktar Bilgileri**Table 1.** Pedigree and Protein Content Information of The Cultivars Used in The Present Study

Çeşitler	Çeşitlerin Geliştirildiği Ülkeler*	Yıl	Pedigrî**	Büyüme Habitatı	Protein Miktarı**
BALATON	AVUSTURALYA(FS)	2006	LV[39]	Kışlık	Ortadan biraz düşük
BEZOSTAJA-1	RUSYA(FS)	1968	(S)BEZOSTAYA 4[37][80][104][10][11]	Kışlık	Orta
BOEMA	ROMANYA(FS)	2000	F-308-O-2-1/DROPIA[3589]	Kışlık	Ortadan biraz düşük
BITOP	AVUSTURALYA(FS)	2006		Kışlık	
BLASİUS	AVUSTURALYA(FS)	2007		Kışlık	Yüksek
DROPIA	ROMANIA(FS)	1993	COLOTANA/F-2120-W- 1[2834][4085]	Kışlık	Düşük
CORNELIUS	AVUSTURALYA(FS)	2005		Kışlık	Ortadan biraz yüksek
GALLUS	KANADA(FS)			Kışlık	
KOMAROM	AVUSTURALYA(FS)	2008		Kışlık	
LUKULLUS	AVUSTURALYA(FS)	2008		Kışlık	Ortadan biraz yüksek
MIDAS	AVUSTURALYA(FS)	2008	PEACE-HYBRID/3/QUEENS- JUBILEE/AUSTRALIAN- TALAVERA//FEDERATION[39][1138][1451];PEACE- HYBRID//QUEENS- JUBILEE/AUSTRALIAN- TALAVERA[1451]		
MULAN	ALMANYA(FS)	2007	RONOS/ESTICA/MAVERICK, GBR[761]	Kışlık	Ortadan biraz düşük
RAINER	AVUSTURALYA(FS)	2006		Kışlık	Orta
SATURNUS	AVUSTURALYA(FS)	2000		Kışlık	Orta
GLOSA	ROMANYA(FS)	2005	DELABRAD(SIB)/F-508-U-1- 1/(SIB)DELABRAD[4037]; F- 508-U-1- 1/DELABRAD//BUCUR[408]		
PESMA	YUGOSLAVYA(FS)	1996	NS-51- 37/BALKAN,YUG[2263][2835]	Kışlık	Ortadan biraz yüksek
SRPANJKA	YUGOSLAVYA(FS)	1989	ZG-2696/OSK-4.50-1[2462]	Kışlık	
ZITARKA	YUGOSLAVYA(FS)	1989	OSK-6-30- 20/SLAVONKA/3/EPHRAT-M- 68/OSK-154-19// KAVKAZI[133][2462]	Kışlık	
KONYA2000C CM	TÜRKİYE(NS)				
TACITUS	AVUSTURALYA(FS)	2009		Kışlık	
SOISSANA	AVUSTURALYA(FS)	2004			
STEFANUS	AVUSTURALYA(FS)	2005		Kışlık	Ortadan biraz yüksek
WENZEL	AVUSTURALYA(FS)	2008		Kışlık	Ortadan biraz yüksek
CHINESE SPRING	CHINA(FS)			Baharlık	
CHINESE SPRING5A	CHINA(FS)			Baharlık	
RENAN3	FRANSA(FS)			Kışlık	Orta
LATINO	ROMA (FS)	1982	CAPELLI/ANHINGA//TR.TG[8 51][113][1620];CAPPELLI/ ANHINGA/4/YAKTANA- 54 /(SEL.14) NORIN- 10/BREVOR/3/ST- 464/2*THATCHER[000]		
REMUS	ALMANYA(FS)	1979	SAPPO/MEXIKANISCHER- ABKOMMLING//FAMOS[1260] ; COURTICHES/TADEPI[851][12 52]; SAPPO// MEXIKANISCHER- ABKOMMLING/FAMOS[28 6]	Kışlık	Ortadan biraz yüksek
NIL33					
NIL404					
NIL386					

*Çalışmada kullanılan çeşitlerin geliştirildiği ülkeler Genetic Resources Information System for Wheat and Triticale (GRIN) sitesinden elde edilmiştir.

** WheatGenbank, 2015 (Genbank, 2015)

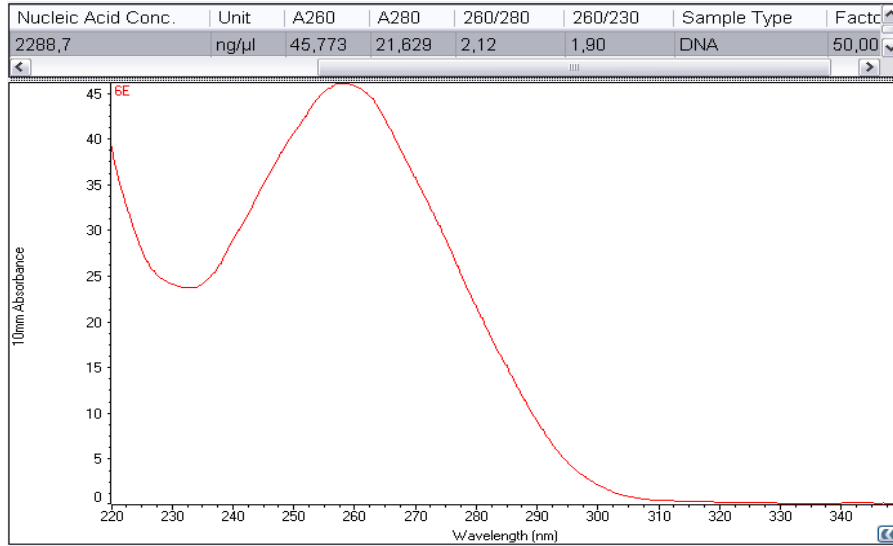
*** NS ve NF: Sırasıyla çeşitlerin geliştirildiği ulusal ve yabancı kaynaklar.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmanın amacı erkenci çeşit geliştirmeye yönelik anaç seçiminde moleküler marköre dayalı tarama yaparak uygun anaç seçimi yapmaktır. Bu amaçla, özellikle üstün kalite özellikleri ve farklı iklimsel özellikleri nedeni ile çeşitli bölgelerden temin edilen farklı ekmeklik buğday genotipleri, fotoperiyodizm ile ilişkili olduğu bilinen *Ppd-D1a* genine özgü primer çiftleri kullanılarak PCR aracılığıyla analiz edilmiştir. Bu yöntemin iyi sonuç vermesi açısından DNA kalitesi oldukça önemlidir ve bu nedenle de DNA saflaştırması üzerinde çalışmalar yapılmış ve en uygun yöntem olarak modifiye CTAB metodu (Doyle ve Doyle, 1987) seçilmiştir. Bu metoda göre yapılan DNA izolasyonu sonucunda ortalama olarak 2500 ng/ul miktarda ve 2.00 saflıkta ürün elde edilmiştir (Şekil 1).

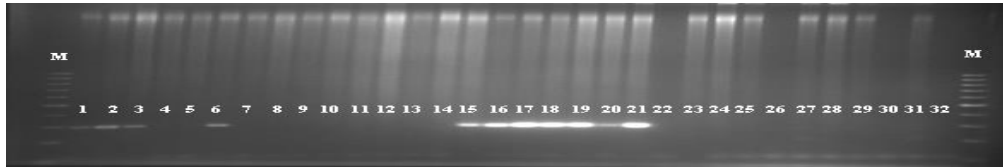
Buna bağlı olarak yapılan birçok çalışmada da buğday bitkisinden DNA izolasyonu için en uygun metot olarak CTAB metodunun kullanıldığı bildirilmiştir (Bhardwaj ve ark., 2012). Japon buğday çeşitlerinde fotoperiyodizm ile ilgili yapılan başka bir çalışmada da saf ve kaliteli DNA elde etmek amacıyla Murray ve Thompson (1980) tarafından modifiye edilmiş CTAB metodu kullanılmıştır (Seki ve ark., 2013).

Ppd-D1a gen bölgesine özgü tasarlanmış olan Ppd-D1a(288bp) primer seti kullanılarak 32 farklı ekmeklik buğday çeşidi *Ppd-D1a* geni açısından PCR aracılığıyla taranmıştır. PCR analizleri sonucunda 11 farklı ekmeklik buğday genotipinde 288 baz çifti uzunluğunda bant elde edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. "Balaton" Ekmeklik Buğday Çeşidinden İzole Edilen DNA'nın Kalite ve Konsantrasyon Değeri.

Figure 1. DNA Quality and Concentration Results of Bread Wheat Variety "Balaton"



Şekil 2. 32 Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Ppd-D1a'nın Markörü ile Yapılan PCR Taramalarına Ait Agaroz Jel Elektrofrezisi. PCR Sonucunda 288 bp Uzunluğunda Ürün Elde Edilmiştir. M: 100 bp Ladder

Figure 2. Agarose Gel Electrophoresis of PCR Analysis of 32 Different Bread Wheat Varieties Using Marker Ppd-D1a. The Amplicon Size is 288 bp. M: 100 bp Ladder

Çizelge 2. Farklı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Ppd-D1a Markörü ile Yapılan PCR Taraması Sonuçları**Table 2.** PCR Analysis Results of Different Bread Wheat Varieties Using Ppd-D1a Marker

Sıra No	Genotip	Ppd-D1a	Sıra No	Genotip	Ppd-D1a
1	Balaton	+	17	Srpanjka	+
2	Bezostaja	+	18	Zitarka	+
3	Boema	+	19	Konya2000C	+
4	Bitop	-	20	CM	+
5	Blasius	-	21	Tacitus	+
6	Dropia	+	22	Soissana	-
7	Cornelius	-	23	Stefanus	-
8	Gallus	-	24	Wenzel	-
9	Komarom	-	25	Chinesespring	-
10	Lukullus	-	26	Chinesespring 5A	-
11	Midas	-	27	Renan3	-
12	Mulan	-	28	Latino	-
13	Rainer	-	29	Remus	-
14	Saturnus	-	30	Nil33	-
15	Glosa	+	31	Nil404	-
16	Pesma	+	32	Nil386	-

Fotoperiyodizmin tespiti için yapılan farklı çalışmalarda da buğday çeşitlerinde Ppd-D1a moleküler işaretleyicisi kullanılmıştır. Dokuz farklı genotip üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda genotiplerden 2 tanesinde 300 bp uzunluğunda bant elde edilmiştir ve bu genotiplerin *Ppd-D1a* geni taşıdıkları tespit edilmiştir (Bhardwaj ve ark., 2012). Kışlık buğday çeşidi olan “Robigus ve Alchemy” üzerinde yapılan bir çalışmada makarnalık buğdayın A genomu ve ekmeklik buğdayın B ve D genomlarında yer alan 8 gen çeşidinin çiçeklenme üzerindeki etkisi açıklanmıştır. Bu allellerin etkileri, kontrollü çevre koşullarında ve tarlada kısa, doğal ve uzatılmış fotoperiyot sürelerinde test edilmiştir. Genetik geçmişlerine ve yapılan uygulamalara bakıldığında D genomunda yer alan *Ppd-D1* geninin çiçeklenme zamanını azaltma bakımından *Ppd-B1* 'e göre daha potansiyel bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Bentley ve ark., 2013). Diaz ve arkadaşları(2012) yaptıkları bir çalışmada *Ppd-B1a* allellerinin “Chinese Spring”, “Sonora64”ve “Recital” çeşitlerinde erken çiçeklenmeyi sağladığını belirtmiştir

(Diaz ve ark.,2012). Worland ise çalışmasında Avrupa’da çeşitli çevre koşullarında ve çeşitli sezonlarda *Ppd-D1a*’in çiçeklenmeyi 4-8 gün hızlandırdığını rapor etmiştir (Worland, 1996). Japonya’da kısa fotoperiyotta (8 saat) benzer genetik yapıya sahip olan *Ppd-D1a* ve *Ppd-B1a*’yı incelemişlerdir. *Ppd-D1a* alleline sahip olan buğdayların çiçeklenme zamanı *Ppd-B1a*’ya sahip olanlara nazaran çok daha erkendir (Diaz ve ark., 2012). Yapılan bütün bu çalışmalar, erkencilik geninin önemini göstermekte olup çalışmamızda kullandığımız genin etkilerini desteklemektedir.

Çalışmamızda kullandığımız ekmeklik buğday çeşitlerinden biri olan “Chinese Spring” çeşidinin marköre dayalı seleksiyon yöntemi kullanılarak yapılan başka bir çalışmada da fotoperiyodizm genlerinden biri olan *Ppd-B1*’i taşıdığı tespit edilmiştir (Diaz ve ark.,2012). Bu çalışmanın sonucunda ise Chinese Spring’in *Ppd-D1a* genini taşımadığı tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip olan ekmeklik buğday genotiplerinde marköre dayalı seleksiyon yöntemi kullanılarak fotoperiyodizm geni taşıyan genotiplerin tespiti yapılmış ve bu gene sahip olduğu düşünülen buğday çeşitlerinin çeşitli tarımsal özelliklerine de bakılarak anaç olarak seçilmesi ve bu sayede yeni erkenci buğday çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinden; Balaton, Bezostaja, Boema, Dropia, Rainer, Saturnus, Glosa, Pema, Srpanjka, Zitarka ve Konya 2000C'nin testlenen fotoperiyodizm genini taşıdıkları tespit edilmiştir. Fotoperiyodizm geni taşıyan buğday genotiplerinin laboratuvar ortamında kısa sürede seçimi sayesinde, buğday bitkilerinden erken ürün elde edilebilecek, döllemeden sonraki tane dolm döneminde karşılaşılabilecek stres koşullarına karşı bitki korunacak ve dolayısıyla da bitkilerden daha fazla ürün elde edilebilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu/Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TÜBİTAK / TEYDEB Proje No: 9110049) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Addisu M, Snape JM, Simmond JR and Gooding MJ (2010). Effects of reduced height (Rht) and photo period insensitivity (Ppd) alleles on yield of wheat in contrasting production systems. *Euphytica*, 172: 169-181.

Anonim (2012). Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Atlı A (1999). Buğday ve ürünleri kalitesi. Orta Anadolu'da hububat tarımının sorunları ve çözüm yolları sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, Konya, s. 498-506.

Beales J, Turne A, Griffiths S, Snape JW and Laurie DA (2007). A Pseudo-Response regulator is mis expressed in the photo period in sensitive Ppd-D1a mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 115: 721-733.

Bennett D, Izanloo A, Edwards J, Kuchel H, Chalmers K, Tester M, Reynolds M, Schnurbusch T and Langridge P (2012). Identification of novel quantitative trait loci for day stoear emergence and flag leaf glaucousness in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) population adapted to southern australia conditions. *Theoretical and Applied Genetics*, 124: 697-711.

Bentley AR, Horsnell R, Werner CP, Turner AS, Rose GA, Bedard C, Howell P, Wilhelm EP, Mackay IJ, Howells RM, Greenland A, Laurie DA and Gosman N (2013). Short, natural and extended photoperiod response in BC₂F₄ lines of bread wheat with different photoperiod-1(Ppd -1) alleles. *Journal of Experimental Botany*, 64(7): 1783-1793.

Bhardwaj G, Sarsar V, Tanwar RS, Selwal KK and Ahuja A (2012). Marker assisted screening for photo period responsive gene in wheat. *International Journal of Research in Plant Science*, 2(2): 35-38.

Diaz A, Zikhali M, Turner AS, Isaac P and Laurie DA (2012). Copy number variation affecting the photo period-B1 and vernalisation-A1 genes associated with altered flowering time in wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS One* 7, (3): e33234. DOI: 10.1371/journal.pone.0033234.

Doyle JJ and Doyle JL (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19: 11-15.

Dyck JA, Matus-Cadiz MA, Hucl P, Talbert L, Hunt T, Dubuc JP, Nass H, Clayton G, Dobb J and Quick J (2004). Agronomic performance of hard red spring wheat isolate sensitive and insensitive to photo period. *Crop Science*, 44: 1976-1981.

Guo Z, Song Y, Zhou R, Ren Z and Jia J (2009). Discovery, evaluation and distribution of haplotypes of the wheat Ppd-D1 gene. *New Phytologist*, 185: 841-851.

Kato K and Yokoyama H (1992). Geographical variation in heading characters among wheat landraces, *Triticum aestivum* L. and its implication for their adaptability. *Theoretical and Applied Genetics*, 84: 259-265.

Law CN, Sutka J and Worland AJ (1978). A genetic study of day-length response in wheat. *Heredity*, 41: 185-191.

Levy YY and Dean C (1998). The transition to flowering. *The Plant Cell*, 10: 1973-1989.

Murray MG and Thompson WF (1980). Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research*, 8: 4321- 4325.

Nishida H, Yoshida T, Kawakami K, Fuita M, Long B, Akashi Y, Laurie DA and Kato K (2012). Structural variation in the 5' up stream region of photo period-I insensitive alleles Ppd-A1a and Ppd-B1a and their effect on heading time. *Molecular Breeding*, 31: 27-37.

Scarth R and Law CN (1983). The location of the photoperiod gene, Ppd2 and an additional Genetic factor for ear-emergence time on chromosome 2B of wheat. *Heredity*, 51(3): 607-619.

Seki M, Chono M, Nishimura T, Sato M, Yoshimura Y, Matsunaka H, Fujita M, Oda S, Kubo K, Kiribuchi-Otobe C, Kojima H, Nishida H and Kato K (2013). Distribution of photo period-insensitive allele Ppd-A1a and its effect on heading time in Japanese wheat cultivars. *Breeding Science*, 63: 309-316.

Worland AJ (1996). The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats. *Euphytica*, 89: 49-57.