

Sayı : 83501499-604.01.0335866

Konu : İzleme ve Raporlandırma

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİNE

Yürütücülüğünü yaptığım 2020 4-6 M (YLS) numaralı ve "Karahana-99 × BW3 Ekmeklik Buğday Popülasyonu F₄ Bireylerinin Allelik Varyasyonunun DNA Markörleri ile Belirlenmesi" isimli projenin sonuç raporu ekte sunulmuştur. Gereğini ve olurlarınızı arz ederim.

e-imzalıdır

Prof. Dr. Ziya DÜMLÜPINAR
Öğretim Üyesi

Ek:

- 1- BAP Sonuç Raporu Son (21 Sayfa)
- 2- Sonuç Raporu Dilekçesi (2 Sayfa)





T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ
SONUÇ RAPORU

F-6

Proje Adı

Karahan-99 × BW3 Ekmeklik Buğday Popülasyonu F4 Bireylerinin Allelik Varyasyonunun DNA Markörler İle Belirlenmesi

Proje No	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi	
2020/4-6 M (YLS)	01-07-2020	01-07-2021	
Rapor Türü	Raporun Kapsadığı Dönemin Tarihleri		
Sonuç Raporu	01-07-2020	01-01-2021	
Bilimsel Araştırmalar Birimi Tarafından Sağlanan Destek Miktarı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan
10.135,90 TL	10.135,90 TL	10.135,90 TL	
Destek Sağlayan Diğer Kuruluşların Katkısı	Gelişme Raporu Döneminde Harcanan	Şimdiye Kadar Harcanan	Kalan

SAĞLANAN DESTEKTEN ŞİMDİYE KADAR YAPILAN HARCAMALARIN FASILLARA GÖRE DAĞILIMI

Fasıl	Harcanan	Kalan
TÜKETİME YÖNELİK MAL VE MALZEME ALIMLARI	10.135,90 TL	0,00 TL
HİZMET ALIMLARI	0,00 TL	0,00 TL

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ YAYINLAR

No	Yayın
	Bulunmamaktadır

RAPOR DÖNEMİNE AİT İLGİLİ FİKRİ MÜLKİYETLER

No	Fikri Mülkiyet Adı	Fikri Mülkiyet No	Alındığı Ülke	Tescil Tarihi
				Bulunmamaktadır

RAPOR DÖNEMİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sonuç Rapor Özeti :

Buğday insanoğlunun yerleşik hayata geçtiğinden beri en çok kullandığı temel besin maddesidir. Bitki ıslahçıları, artan Dünya nüfusuna paralel olarak buğday bitkisinde de verimi artırmak için çok büyük gayretler ortaya koymaktadırlar. Bu çalışmada Karahan-99 ekmeklik buğday çeşidi ile BW3 buğday genotipinin melezlenmesi sonucu elde edilen 22 F4 hattı bazı tarımsal özelliklere ait genler bakımından 11 fonksiyonel DNA markörü kullanılarak karakterize edilmiştir. Araştırmada kullanılan 11 markörden 7 tanesi (Xgwm18, Xwgp118, Xgwm131, Xgwm47, Sun479, Sun209 ve UHW89) Karahan-99 × BW3 ekmeklik buğday popülasyonunda polimorfik bant üretmiştir. En fazla allel sayısı Sun479 marköründen (18 adet) elde edilirken, en az bant sayısı da UHW89 ve Xgwm131 (1 adet) markörlerinden elde edilmiştir. Ortalama allel sayısı 6.71 olurken, ortalama polimorfizm bilgi içeriği 0.99 olarak tespit edilmiştir. Xgwm131 markörü Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_10 genotipinde Yr39 sarı pas geni ile ilişkili allele sahip olurken, Xgwm18 markörü Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_22 genotipinde Yr26 sarı pas dayanıklılık geni ile ilişkili beklenen uzunlukta bant vermiştir.

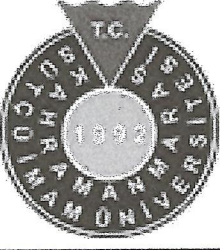
Rapor içeriği için lütfen eke bakınız.

EK: [BAP Sonuç Raporu Son.pdf](#)

Demirbaş|Taşınır Alımları

Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmamıştır.

Proje Yürütücü Unvanı, Adı SOYADI	İmzası	Tarih
Prof.Dr. Ziya DUMLUPINAR		02-11-2023



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİNE

Proje Numarası :	2020/4-6 M (YLS)
Projenin Adı :	Karahan-99 × BW3 Ekmeklik Buğday Popülasyonu F4 Bireylerinin Allelik Varyasyonunun DNA Markörler I ile Belirlenmesi
Projenin Türü :	Münferit Proje (M)
Proje Yön. Unv.-Adı-Soyadı :	Prof.Dr. Ziya DUMLUPINAR
Görev Yeri :	Ziraat Fakültesi
Bölümü :	Tarımsal Biyo Teknoloji
Sözleşmeye Göre Projenin	
Başlangıç Tarihi :	01-07-2020
Bitiş Tarihi :	01-07-2021
Alınan Ek Süre :	0 Ay
Sonuç Raporu Tarihi :	22-09-2023
Proje Bütçesi :	12.500,00 TL
Alınan Ek Ödenek :	0,00 TL
Projenin Toplam Bütçesi :	12.500,00 TL
Harcanan Miktar :	10.135,90 TL
Proje Kalan Bütçesi :	2.364,10 TL
İşyeri Telefon Numarası :	(344)300-2131
Cep Telefon Numarası :	(542)352-8365
Proje Yöneticisinin İş Adresi :	KSÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü
Demirbaş Taşınır Alımları	Proje Kapsamında Demirbaş Niteliğinde Taşınır Alınmamıştır.

Projemin sonuç raporunun kabulünü arz ederim. 22.09/2023

Prof.Dr. Ziya DUMLUPINAR

Projemin Sonuç Raporunun, Üniversitemiz BAP/Kütüphane İnternet Sayfasında;

1.Yayınlanmasına İzin Vermiyorum.

☐

2.Sadece Özetin Yayınlanmasına İzin Veriyorum.

☐

3.Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum.

☒

4. Tarihinden İtibaren Tam Metin Yayınlanmasına İzin Veriyorum.

☐



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

**KARAHAN-99 × BW3 EKMEKLİK BUĞDAY
POPÜLASYONU F₄ BİREYLERİNİN ALLELİK
VARYASYONUNUN DNA MARKÖRLERİ İLE
BELİRLENMESİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ**

**AĞUSTOS 2023
KAHRAMANMARAŞ**

**Karahan-99 × BW3 Ekmeklik Buğday Popölasyonu F₄
Bireylerinin Allelik Varyasyonunun DNA Markörleri ile
Belirlenmesi**

PROJE NO: 2020/4-6 M (YLS)

Prof. Dr. Ziya DUMLUPINAR

**AĞUSTOS 2023
KAHRAMANMARAŞ**

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Karahan-99 × BW3 Ekmeklik Buğday Popülasyonuna ait F₄ bireylerinin allel spesifik markörle ile karakterizasyonu yapılmıştır. Allel spesifik markörler bitki ıslahında hem sürelerin kısaltılması hem de erken jenerasyonlarda daha etkili bir seleksiyon yapmanın önünü açmaktadır. Bu sayede hem iş gücünden hem de maliyetlerden tasarruf sağlanırken, aynı zamanda da çok daha etkin bir ıslah programı söz konusu olmaktadır.

Bu araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümüne ait Moleküler Biyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olup proje numarası 2020/4-6 M (YLS)'dir. Bu projeyi finansal olarak destekleyen KSÜ BAP Birimine teşekkürlerimizi sunarım.

Projenin başlama tarihi 01/07/2020 ve bitiş tarihi 20/07/2023'tür.

Prof. Dr. Ziya DÜMLUPINAR

Proje Yürütücüsü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
TABLolar DİZİNİ	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	2
2.1. Materyal	2
2.2. Yöntem.....	2
2.2.1. Moleküler Çalışmalar	2
2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonları (PZR).....	3
2.2.3 Polimorfizm Bilgi İçeriklerinin Hesaplanması.....	4
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	5
3.1. Markör Başına Düşen Allel Sayısı	5
3.2. Polimorfizm Bilgi İçeriği	5
3.3. Allel Spesifik Markörler.....	6
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	9
KAYNAKLAR	10

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1 Çalışmada Kullanılan Karahan-99 ve BW3 Ekmeklik Buğday Genotiplerine Ait Bilgiler..	2
Tablo 2 Moleküler Karakterizasyonda Kullanılacak DNA Primerleri	3
Tablo 3 Çalışmada Kullanılan Markörlere ait Allel Sayıları	5
Tablo 4 Çalışmada Kullanılan Markörlere ait PIC Değerleri.....	5
Tablo 5 Allel Spesifik Markörlere ait Bantlar.....	8

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Xgwm118 markörüne ait jel görüntüsü	6
---	---

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mM	: Milimolar
MgCl₂	: Magnezyum klorür
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
%	: Yüzde
g	: Gram
ha	: Hektar
l	: Litre
ppm	: parts per million
Kg	: Kilogram
DNA	: Deoksiribonükleik asit
M	: Molar
SSR	: Basit dizi tekrarı (Simple Sequence Repeats)
UPGMA	: Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average
PCR	: Polimeraz zincir reaksiyonu
cTAB	: cetyl trimethyl ammonium bromide
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
Tris-HCL	: <i>Tris hydrochloride</i>
µl	: Mikrolitre
ml	: Mililitre
ng	: nanogram
dH₂O	: Saf Su
PIC	: Polimorfizm bilgi içeriği (Polymorphism information content)
NTSYS-pc	: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System

ÖZET

Buğday insanoğlunun yerleşik hayata geçtiğinden beri en çok kullandığı temel besin maddesidir. Bitki ıslahçıları, artan Dünya nüfusuna paralel olarak buğday bitkisinde de verimi artırmak için çok büyük gayretler ortaya koymaktadırlar. Bu çalışmada Karahan-99 ekmeklik buğday çeşidi ile BW3 buğday genotipinin melezlenmesi sonucu elde edilen 22 F₄ hattı bazı tarımsal özelliklere ait genler bakımından 11 fonksiyonel DNA markörü kullanılarak karakterize edilmiştir.

Araştırmada kullanılan 11 markörden 7 tanesi (Xgwm18, Xwgp118, Xgwm131, Xgwm47, Sun479, Sun209 ve UHW89) Karahan-99 × BW3 ekmeklik buğday popülasyonunda polimorfik bant üretmiştir. En fazla allel sayısı Sun479 marköründen (18 adet) elde edilirken, en az bant sayısı da UHW89 ve Xgwm131 (1 adet) markörlerinden elde edilmiştir. Ortalama allel sayısı 6.71 olurken, ortalama polimorfizm bilgi içeriği 0.99 olarak tespit edilmiştir. Xgwm131 markörü Karahan-99_M₆_72-10/BW3_F₄_10 genotipinde Yr39 sarı pas geni ile ilişkili allele sahip olurken, Xgwm18 markörü Karahan-99_M₆_72-10/BW3_F₄_22 genotipinde Yr26 sarı pas dayanıklılık geni ile ilişkili beklenen uzunlukta bant vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, Moleküler markör, Bitki ıslahı, Sarı pas, Yüksek protein içeriği

ABSTRACT

Wheat is the main nutrient that mankind has used since settled life. Plant breeders are making great efforts to increase the yield of wheat plant in parallel with the increasing world population. In this study, 22 F₄ lines obtained as a result of crossing Karahan-99 bread wheat variety with BW3 wheat genotypes were characterized with 11 functional DNA markers belong to some agronomic traits.

Of the 11 markers used in the study, seven worked (Xgwm18, Xwgp118, Xgwm131, Xgwm47, Sun479, Sun209 and UHW89) in Karahan-99 × BW3 Bread Wheat Population. While the highest number of alleles was obtained from the Sun479 marker (18 bands), the lowest band number was obtained from the markers UHW89 and Xgwmn131 (1 band). The mean number of alleles was 6.71, while the mean polymorphism information content (PIC) was 0.99. Xgwm131 marker encoding Yr39 yellow rust allele was interrogated at Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_3 genotype, while Xgwm18 marker amplified Yr26 stripe rust resistant gene at Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_22.

Keywords: Bread wheat, Molecular marker, Plant breeding, Yellow rust, High protein content

1. GİRİŞ

Ülkemiz verimli hilalin içerisinde yer alan ekmeklik buğdayın önemli gen merkezlerinden bir tanesidir. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) ülkemizde oldukça geniş alanlarda üretimi yapılan önemli bir tahıl bitkisidir. Ekmek ve diğer ürünler için oldukça büyük miktarlarda tüketilmesinin yanı sıra, ülkemiz Dünyanın en önemli un ihracatçısı konumundadır.

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın 2050 yılı projeksiyonuna göre Dünya nüfusunun 12 milyar olacağı öngörülmektedir, bu nedenle de hızla artan nüfusun erişebileceği yeterli üretimin yapılması gerekmektedir. Dünya buğday üretimi 1965 yılında 216.9 mil ha alanda yaklaşık 263 milyon ton, 2000 yılında ise 215 mil ha alanda yaklaşık 587 milyon ton iken; 2021 yılında 220 mil ha alanda 770 milyon tona yükselmiştir (FAO, 2021). Türkiye buğday üretimi 2021 yılında 6.62 milyon ha alanda 17.65 milyon ton olmuş ve bu üretimin 14.5 milyon tonu ekmeklik buğdaydır (TÜİK, 2021).

Ekmeklik buğday ıslah çalışmaları özellikle artan talebi karşılamak için, verim ve kalite ile hastalıklara dayanıklılık konularında yoğunlaşmıştır. Ülkemizde de hem genetik tabanı genişletmek hem de yukarıda belirtilen özellikleri bir araya getirmek için çeşitli ıslah yöntemleri kullanılarak ekmeklik buğday çeşitleri geliştirilmektedir. Melezleme ıslahı da, bu ıslah yöntemlerinin en önemlilerinden bir tanesidir.

Bu çalışmada ülkemizde önemli bir alanda ekimi yapılan Karahan-99 ekmeklik buğday çeşidinin kalitesini ve hastalıklara dayanıklılığını artırmak için, bu özellikler bakımından iyi olduğu bilinen BW3 genotipi ile melezlenerek bir popülasyon oluşturulmuştur. F₄ kademesine getirilinceye kadar morfolojik olarak seçilen bireylerin F₄ kademesinde de bazı hastalık ve kalite ile ilgili markörlerle karakterize edilmesi için 11 DNA markörü kullanılmıştır.

Araştırmada, ülkemizin kışlık dilimi ekmeklik buğday üretim alanlarında kendine önemli alan bulan, tane verimi yüksek, kışlık gelişme tabiatına sahip, kışa ve kurağa dayanıklı, beyaz kılçıklı, beyaz taneli, Karahan-99 ekmeklik buğday çeşidi ile hastalıklara dayanıklı olarak bilinen BW3 genotipinin melezlenmesi ile elde edilen 22 adet F₄ bireyinin bazı kalite ve hastalıkla ilgili fonksiyonel DNA markörleri ile karakterizasyonu amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak ülkemiz kışlık dilimde önemli bir alanda üretimi yapılan Karahan-99 ekmeklik buğday çeşidinin bazı hastalıklara dayanıklılığını artırmak için BW3 genotipi ile melezlenmesi ile elde edilen F₄ kademedeki 22 hat kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1 Çalışmada Kullanılan Karahan-99 ve BW3 Ekmeklik Buğday Genotiplerine Ait Bilgiler

Adı	Temin Edildiği Kuruluş	Orijini	Gelişme Tabiatı	Öne Çıkan Özelliği	Tescil Durumu
Karahan-99	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya	Türkiye	Kışlık	Soğuğa dayanıklılığı iyi, kurağa ve yatmaya dayanıklılığı iyi, kılçıklı, beyaz kavuzlu, beyaz, orta boylu	Tescilli (1999)
BW3	Küçük Taneliler Ulusal Gen Bankası, Aberdeen, Idaho	ABD	Kışlık	Hastalıklara dayanıklı, kalite özellikleri iyi	-

2.2. Yöntem

2.2.1. Moleküler Çalışmalar

DNA İzolasyonu: Buğday genotiplerine ait yaprak örnekleri, 2 mL'lik tüplere konularak DNA izolasyonu gerçekleştirinceye kadar -80 °C de muhafaza edilmiştir. DNA izolasyonu cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) metoduna göre (Oliver ve ark. 2010) yapılmıştır. Kısaca; -80 °C'de bekletilen yaprak örnekleri sıvı azot eklenerek öğütülmüş 2 ml'lik ependorf tüpler içerisine konulmuştur. Örneklerin üzerine 65 °C'de su banyosunda bekletilen DNA izolasyon çözeltisinden (1 M Tris-HCl (pH:8), 0.5 M EDTA (pH:8), 5 M NaCl, % 2 w/v CTAB, %2 polyvinyl-pyrrolidone-40, % 5 sarcosyl) 1 ml bırakılmıştır. Tüpler 65 °C su banyosunda bir saat bekletilmiş, 20 dakikada bir yavaşça alt üst edilmiştir. Daha sonra örneklerin üzerine çeker ocakta 1 ml chloroform:isoamil alkol (24:1) ilave edilmiştir. Sonrasında, içerisinde örnekler bulunan tüpler 10000 (rpm) devirde 20 dakika santrifüj edilmiştir. Sonrasında süpernatant yeni tüplere alınmış ve aynı miktarda -20°C de bekletilmiş isopropanol ilave edilerek hafifçe 5-10 kez alt üst edilerek çevrilmiştir. DNA'ların pelete dönüşerek tüplerin dibine çöktürülmesi için 10000 (rpm) devirde 30 dakika santrifüj yapılmıştır. Santrifüj işlemi sonrasında DNA peletleri 1 ml % 70'lik etanol ile iki defa durulanmış ve 13000 rpm devirde 2 dakika süre ile santrifüj edilerek etanol uzaklaştırılırken DNA peletleri temizlenmiştir. DNA peletleri 1 gece kurumaya bırakılmış ve ertesi gün 250 µl RNase A solüsyonu (10 mM Tris-HCl (pH7-7.5), toz RNase A)

eklenerek DNA izolasyon tamamlanmıştır.

İzole edilen DNA'ların kalite ve miktarları Nanodrop cihazında ölçülmüştür.

DNA Primerleri: Çalışmada daha önce ekmeklik buğday da bazı fonksiyonel genlerin belirlenmesinde kullanılan ve aynı zamanda akrabalık derecelerini belirlemede de kullanılan 11 adet DNA markörü kullanılmıştır. Bu DNA primerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2 Moleküler Karakterizasyonda Kullanılan DNA Primerleri

No	Primer Adı	Primer Dizisi (5'-3')	Gen Bölgesi	Referans	Beklenen Bant Uzunluğu (bp)	Marker
1	Xgwm18_F Xgwm18_R	TTGCTACCATGCATGACCAT TTCACCTCGATTGAGGTCCT	Sarı pas Yr26	Röder ve ark., 1995	186-190	Eş-baskın
2	Xwgp118_F Xwgp118_R	AAGTGAACAAGGTTACG ACACTGGTCCATGAGGTT	Sarı pas Yr45	Li ve ark.,2011	411	Baskın
3	Xgwm131_F Xgwm131_R	AATCCCCACCGATTCTTCTC AGTTCGTGGGTCTCTGATGG	Sarı Pas Yr39, Yr26 (YrMY41) Sıcaklık Toleransı (Klorofil içeriği ve yoğunluğu), Fertilite restore geni, Soğuğa tolerans geni	Röder ve ark., 1995; Ren ve ark., 2015; Pandey ve ark. 2015; Zhou ve ark., 2005; Guo ve ark. 2012	153	Eş-baskın
4	Xgwm47_F Xgwm47_R	TTGCTACCATGCATGACCAT TTCACCTCGATTGAGGTCCT	Kara pas Sr9, Sr47 ve mor tane rengi	Röder ve ark., 1995	186-153	Eş-baskın
5	sun479_F sun479_R	CAAATGAAATGTGATCCTGTT TCATCTAACCAGCAATGGTAT	Kara pas Sr49	Bansal ve ark., 2015	200	Eş-baskın
6	sun209_F sun209_R	AG CTATGAGCTTCGCTATTG GTGATTGGTTCGGATTACTTA	Kara pas Sr49	Bansal ve ark., 2015	148	Eş-baskın
7	UHW89-F UHW89-R	TCTCCAAGAGGGGAGAGACA TTCCTCTACCCATGAATCTAGCA	Yüksek Protein Gpc-B1	Distelfeld ve ark., 2006	122	Eş-baskın

2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonları (PZR)

PZR; 0.02 ml hacminde 96’lık PZR platelerine; 1.2 µl dNTP karışımı (10 mM karışım (A+T+G+C)), 1.2 µl 10x buffer, 0.1 µl MgCl₂, SSR primer çifti (5 µl F ve 5 µl R), 5 µl (60 ng) genomik DNA, 2.4 µl dH₂O, ve 0.1 µl Taq DNA polimeraz (5U/µl, Fermantes) gelecek şekilde toplam 20 µl solüsyon hazırlanmıştır. PZR reaksiyonları “eppendorf” marka thermal cycler cihazında; 95 °C’de 2 dakika çalıştıktan sonra 95 °C (DNA iplikçiklerinin ayrışması) 1 dakika, 55 °C (primerlerin yapışması (tavlama)) 1 dakika ve 72 °C (DNA eşleşmesi)’de 2 dakika çalışarak, 95 °C ile 72 °C arasında 35 döngü yapması sağlanmış ve son aşamada 72 °C’de 20 dakika çalıştırılarak tamamlanmıştır. Bitirilen PZR ürünleri kullanıma kadar -20 °C bekletilmiştir.

Fragment Analizleri: PZR işleminden sonra elde edilen ürünler, % 3'lük agaroz jel de, elektroforez tankında yürütülerek, genotiplere ait DNA bantları elde edilmiştir.

Bantların Değerlendirilmesi: Ekmeklik buğday genotiplerinin genetik benzerlikleri NTSYSpc 2.21q (Rohlf, 2005) programında Dice indeks (Dice, 1945) kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir genotipe ait DNA bantları '0' veya '1' olarak kodlanarak ikili (binary) veri matrisi oluşturulmuş ve bu matris yardımıyla da UPGMA (unweighted pair group method arithmetic average) kullanılarak hesaplanmıştır.

2.2.3 Polimorfizm Bilgi İçeriklerinin Hesaplanması

Moleküler analizlerde kullanılacak her bir DNA markörü için polimorfizm bilgi içerikleri Weir (1996)'e göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$PIC=1-\sum P_i^2$ P_i ; araştırmada çalışılan 24 ekmeklik buğday genotipinde 22 hat + Ebeveynlerin i'inci allelin frekansıdır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Markör Başına Düşen Allel Sayısı

Araştırmada 7 baskın ve eş baskın DNA markörü ile 24 ekmekik buğday genotipi karakterize edilmiştir ve toplam 47 allel elde edilirken, ortalama allel sayısı ise 6.71 olmuştur. Bu markörlere ait bant sayıları ve primer başına düşen allel sayısı Tablo 3’te verilmiştir. Çalışmada en çok allel sayısı 18 bant ile Sun479 marköründen elde edilmiş, bu markörü 9 allel ile Sun209 markörü takip etmiştir. Daha önceki çalışmalarda Yüce ve Dumlupınar (2023) ortalama 15.2 adet markör başına allel sayısı bildirirken, Tsonev ve ark. (2021) 8.14 ve Vanzetti ve ark. (2013) 3.26 adet bildirmişlerdir.

Tablo 3 Çalışmada Kullanılan Markörlere ait Allel Sayıları

No	Primer Adı	Allel Sayısı
1	Xgwm18	7
2	Xwgp118	9
3	Xgwm131	1
4	Xgwm47	3
5	Sun479	18
6	Sun209	8
7	UHW89	1
Toplam		47
Ortalama		6.71

3.2. Polimorfizm Bilgi İçeriği

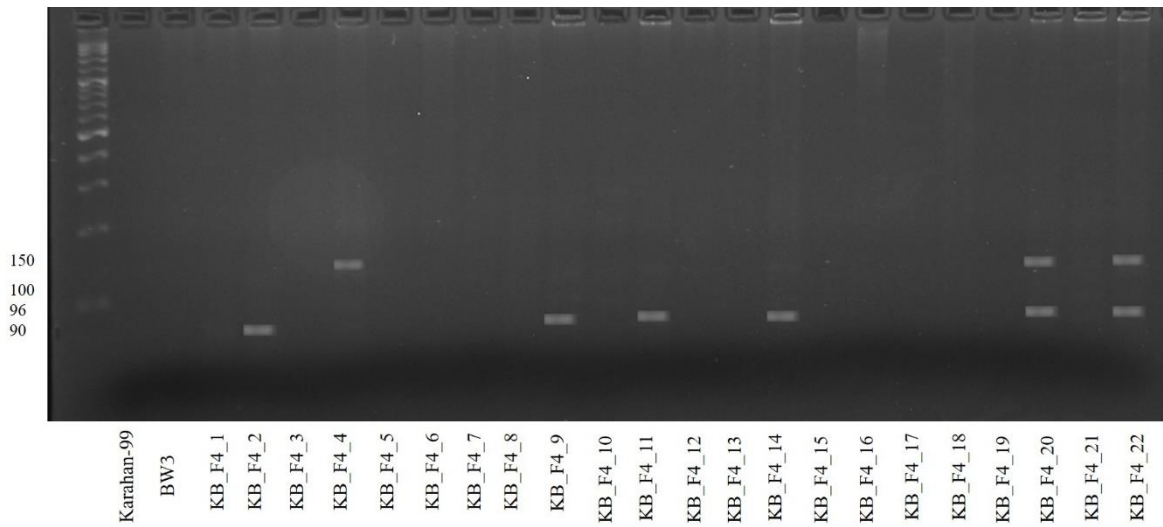
Polimorfizm bilgi içeriği (PIC), markörlerin polimorfizm değerlerini gösteren önemli bir kriterdir. Araştırmada elde edilen PIC değerleri Tablo 4’te verilmiştir. Çalışmada ortalama PIC değeri 0.99 olarak hesaplanmıştır. PIC değeri bakımından bütün markörler 0.99 değerine sahip olmuşlardır. Polimorfizm bilgi içeriği ile ilgili literatür bilgileri incelendiğinde, Kiraz ve ark. (2019), Aydemir ve ark. (2020), Koçyiğit ve ark. (2021) ve Yüce ve Dumlupınar (2023) ortalama PIC değerini sırasıyla 0.79, 0.98, 0.52 ve 0.94 olarak tespit etmişlerdir.

Tablo 4 Çalışmada Kullanılan Markörlere ait PIC Değerleri

No	Primer Adı	PIC Değeri
1	Xgwm18	0.99
2	Xwgp118	0.99
3	Xgwm131	0.99
4	Xgwm47	0.99
5	Sun479	0.99
6	Sun209	0.99
7	UHW89	0.99
Ortalama		0.99

3.3. Allel Spesifik Markörler

Buğday sarı pas dayanıklılık geni *Yr45* ile ilişkili olan *Xwgp118* markörünün beklenen bant uzunluğu 411 bp dir (Li ve ark., 2000). Araştırmada kullanılan *Xwgp118* primeri ile 24 ekmeklik buğday genotipinde beklenen bant uzunluğunda (411 bp) allel elde edilememiştir (Tablo 5). Ancak, 90, 96, 100 ve 150 bp uzunluğunda bantlar elde edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1 *Xgwm118* markörüne ait jel görüntüsü

Gpc-B1 yüksek protein içeriği geninin tespitinde kullanılan UHW89 markörünün beklenen bant uzunluğu 122 bp dir (Distelfeld ve ark., 2006). Araştırmada UHW89 primerinden hem yüksek protein içeriği geni ile ilişkili hem de diğer alleller bakımından hiçbir genotip için bant elde edilememiştir (Tablo 5). Daha önce, Güngör (2019) tarafından yapılan bir çalışmada *Gpc-B1* geni ile ilişkili genotipler tespit edilmiştir.

Röder ve ark. (1998) tarafından geliştirilen ve beklenen bant uzunluğu 186 ve 190 bp olan *Xgwm18* markörünün buğday sarı pas hastalığı dayanıklılık genleri *Yr15* ve *Yr26* ile alâkalı olduğu tespit edilmiştir (Yong ve ark., 2015). Araştırmada kullanılan *Xgwm18* markörü 100, 190 ve 250 bp uzunluklarında bant vermiş ve Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_22 genotipinde sarı pas dayanıklılık *Yr26* geni ile ilgili bant uzunluğu elde edilmiştir (Tablo 5).

Önceki çalışmalarda, Güngör (2019) makarnalık buğday çeşidi Zenit'te Xgwm18 primerine ait allel bildirirken, Aydemir ve ark. (2020) 15 buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, iki genotipte bu allelleri belirlemişlerdir. Xgwm47 markörünün buğdayda kara pas hastalığına dayanıklılık geni *Sr9* ile ilişkili ve beklenen bant uzunluğunun 186 bç olduğu bildirilmiştir (Röder ve ark., 1998) Yine Li ve ark. (2010) bu markörün 153 bç bant uzunluğundaki allelinin 2A kromozomunun kısa kolunda bulunan mor tane rengi ile ilişkili gene 34.7 cM uzaklıkta olduğunu bildirmişlerdir (Tablo 2). Çalışmada Xgwm47 markörü 3 allel oluştururken, allele özel bantlar hiçbir genotipten elde edilememiştir (Tablo 5). Bansal ve ark. (2015) tarafından geliştirilen ve buğdayda kara pas hastalığına dayanıklılık geni *Sr49* ile ilişkilendirilen Sun209 ve Sun479 markörlerinden sırasıyla 8 ve 18 allel elde edilmiştir (Tablo 2). Allele özel beklenen bant uzunluğu Sun209'da 148 bç iken, Sun479'da bu bant uzunluğu 200 bç'dir. Karahan-99 x BW3 popülasyonunda bu allellere özel bant elde edilememiştir (Tablo 5). Önceki çalışmalarda, Güngör (2019) Sun209, ve Sun479 markörleini kullandığı çalışmada makarnalık buğday genotiplerinde *Sr49* geni ile ilişkili bantlar elde etmiştir. Yine Büyükakkaşlar ve ark. (2020) ve Aydemir ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada makarnalık buğday genotiplerinde Sun209 ve Sun479 markörlerine ait allele özel bantlar elde etmişlerdir. Xgwm131 markörü Röder ve ark. (1995) tarafından geliştirilmiş ve 153 bç ile sarı pas *Yr39* geni ile ilişkilendirilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda Yong ve ark. (2015) *Yr26* sarı pas geninde *YrMY41* allelini belirlediğini, yine Zhou ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada fertility restore geni ile ilişkili olduğu ve Guo ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada da soğuğa tolerans geni ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca, Pandey ve ark. (2015) Xgwm131 markörünün sıcaklık toleransı, klorofil içeriği ve yoğunluğu ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_10 genotipinde *Yr39* sarı pas genini kodlayan 153 bç uzunluğundaki Xgwm131 markörü ile ilgili bant tespit edilmiştir.

Tablo 5 Allel Spesifik Markörlere ait Bantlar

Genotip	Xgwm18	Xwgp118	Xgwm131	Xgwm47	Sun479	Sun209	Xgwm130	UHW89
Karahan-99								
BW3								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_1								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_2								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_3								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_4								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_5								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_6								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_7								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_8								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_9								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_10			+					
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_11								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_12								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_13								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_14								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_15								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_16								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_17								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_18								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_19								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_20								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_21								
Karahan-99_M6_72-10/BW3_F4_22	+							

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karahan-99 × BW3 ekmeklik buğday melez popülasyonunun 7 polimorfik DNA markörü ile karakterizasyonunun yapıldığı bu çalışmada, Karahan-99_M₆_72-10/BW3_F₄_10 ve Karahan-99_M₆_72-10/BW3_F₄_22 genotiplerinde sırasıyla Yr39 ve Yr26 sarı pas dayanıklılık genleri ile ilişkili sırasıyla, Xgwm131 ve Xgwm18 markörlerinden beklenen uzunluklarda alleller tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan markörlerin Karahan-99 × BW3 ekmeklik buğday melez popülasyonunda oldukça polimorfik olduğu ve Xgwm131 ve Xgwm18 markörlerinin bu popülasyon için allel sipesifik bant ürettiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aydemir G, Dumlupınar Z, Yüce İ, Baskonuş T, Sunulu S, Gungor H 2020. Evaluation of Individuals Obtained from B28×Kunduru-1149 Reciprocal Cross Population by Functional Markers. KSU J. Agric Nat 23(4):1005-1011.
- Bansal, U.K., Muhammad, S., Forrest, K.L., Hayden, M.J., Bariana, H.S. (2015). Mapping of a new stem rust resistance gene Sr49 in chromosome 5B of wheat. Theoretical and applied genetics, 128(10), 2113-2119.
- Büyükakkaşlar M, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2020. Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) B27 × Ege 88 Resiprokal Melez Popülasyonunda F₄ Kuşağının Allele Özgü Markörlerle Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23(6): 1647-1655.
- Dice, L. R. (1945). “Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species”. Ecology. 26, 297-302.
- Distelfeld, A., Uauy, C., Fahima, T., Dubcovsky, J. 2006. Physical map of the wheat high-grain protein content gene Gpc-B1 and development of a high-throughput molecular marker. New Phytologist, 169(4): 753-763.
- FAO, (2021). Food and Agricultural Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat> Erişim tarihi: 26.07.2023.
- Guo HL, Xuan JP, Liu JX, Zhang YM, Zheng YQ. Association of molecular markers with cold tolerance and green period in zoysiagrass (*Zoysia Willd.*). Breed Sci. 2012 Dec;62(4):320-7. doi: 10.1270/jsbbs.62.320. Epub 2012 Dec 1. PMID: 23341745; PMCID: PMC3528328.
- Güngör H 2019. Allelic Variations And Agronomic Comparisons of Durum Wheat Cultivars Under East-Mediterranean Conditions International Journal of Agriculture And Biology 21(4):891-898 Doi: 10.17957/Ijab/15.0972.
- Kiraz, H., Yüce, İ., Kekilli, Ö., Ocaktan, H., Topsakal, M., Gürocak, N.Y., Osanmaz, H., Kılınç, F.M., Başkonuş, T. & Dumlupınar, Z. (2019). Characterization of M₃ Mutants of Seri 82 Bread Wheat Cultivar Using Functional Markers. Black Sea Journal of Agriculture, 2(4), 194-202.
- Koçyiğit, B.K., Yüce, İ., Başkonuş, T., Dokuyucu, T., Akkaya, A. & Dumlupınar, Z. (2021). Evaluation of F₄ Individuals Belong to Seri 82 × B35 Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross Population Using Functional DNA Markers. KSU Journal of Agriculture and Nature,

- 24(3), 586-93. Doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.752972
- Li YC, Fahima T, Peng JH, Roder MS, Kirzhner VM, Beiles A, Korol AB, Nevo E 2000. Edaphitic Microsatellite DNA Divergence in Wild Emmer Wheat, *Triticum dicoccoides*, At A Microsite: Tabigha, Israel. *Theor Appl Genet* 101:1029–1038.
- Li, XP, Lan SQ, Zhang YL, Liu YP 2010. Identification of Molecular Markers Linked To The Genes For Purple Grain Color in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* 57(7):1007-1012.
- Li, Q., Chen, X.M., Wang, M.N., Jing, J.X. 2011. Yr45, a new wheat gene for stripe rust resistance on the long arm of chromosome 3D. *Theoretical and Applied Genetics*, 122(1), 189-197.
- Oliver R.E., Obert D.E., Hu G, Bonman J.M., O’Leary-Jepsen E, Jackson E.W. 2010. Development of oat-based markers from barley and wheat microsatellites. *Genome*, 53(6): 458-471.
- Pandey GC, Mamrutha HM, Tiwari R, Sareen S, Bhatia S, Siwach P, Tiwari V, Sharma I. Physiological traits associated with heat tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Physiol Mol Biol Plants*. 2015 Jan;21(1):93-9. doi: 10.1007/s12298-014-0267-x. Epub 2014 Oct 23. PMID: 25648644; PMCID: PMC4312329.
- Yong, R., LI, S. R., WEI, Y. M., Qiang, Z. H. O. U., DU, X. Y., HE, Y. J., & ZHENG, Y. L. (2015). Molecular mapping of a stripe rust resistance gene in Chinese wheat cultivar Mianmai 41. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 295-304.
- Rohlf, F.J. 2005. NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.2. Setauket, Exeter Publishing, New York, USA.
- Röder, M. S., Plaschke, J., König, S. U., Börner, A., Sorrells, M. E., Tanksley, S. D., & Ganai, M. W. (1995). Abundance, variability and chromosomal location of microsatellites in wheat. *Molecular and General Genetics MGG*, 246, 327-333.
- Tsonev, S., Christov, N.K., Mihova, G., Dimitrova, A. & Georgieva Todorovska, E. (2021). Genetic Diversity and Population Structure of Bread Wheat Varieties Grown in Bulgaria Based on Microsatellite and Phenotypic Analyses. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 1520-1533. Doi: 10.1080/13102818.2021. 1996274
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 26.07.2023.

- Vanzetti, L.S., Yerkovich, N., Chialvo, E., Lombardo, L., Vaschetto, L. & Helguera, M. (2013). Genetic Structure of Argentinean Hexaploid Wheat Germplasm. *Genetics and Molecular Biology*, 36, 391-399. Doi: 10.1590/S1415-47572013000300014
- Yong REN, Li SR, Wei YM, Zhou Q, Du XY, H, YJ, Zheng YL 2015. Molecular Mapping of A Stripe Rust Resistance Gene in Chinese Wheat Cultivar Mianmai 41. *Journal of Integrative Agriculture* 14(2):295-304.
- Yüce, İ., Dumlupınar, Z. (2023). Evaluation of Agronomic Traits and Allele Specific DNA Markers Related to Some Disease and Quality Traits in Mutant Karakılçık M4 Individuals. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 861-869. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1120224>.
- Weir, B.S. 1996. *Genetik Veri Analizi II*, 2. baskı. Sinauer Associates Inc, Sunderland, MA.
- Zhou, W., Kolb, F.L., Domier, L.L. *et al.* SSR markers associated with fertility restoration genes against *Triticum timopheevii* cytoplasm in *Triticum aestivum*. *Euphytica* **141**, 33–40 (2005).